Записки Ленинградского ордена Ленина и ордена Трудового Красного Знамени горного института им. Г. В. Плеханова, т. LXV, вып. 2, 1973 г.

О ТИПАХ ЖИЛЬНЫХ ТЕЛ И ВЛИЯНИИ ВМЕЩАЮЩИХ ГОРНЫХ ПОРОД НА ИХ СОСТАВ

В. Ю. Эшкин, Ю. А. Поленов, Г. Н. Богданова

При изучении гидротермальных месторождений внимание исследователей прежде всего привлекают разнообразные по составу и структурно-текстурным особенностям жильные тела. Выяснение условий и процессов их формирования является в этом случае главной и достаточно сложной проблемой. В полной мере все это относится к хрусталеносным месторождениям, где с жильными телами связаны наиболее крупные гнезда с кристаллами кварца; индивиды жильного кварца являются затравками для кристаллов горного хрусталя и в определенной степени обусловливают их качество. Таким образом, изучение жил приобретает определенное практическое значение. Выделение типов жил, отличающихся структурно-текстурными особенностями жильного кварца, позволяет установить объективные критерии оценки их перспектив в отношении хрусталеносности.

Известны многочисленные попытки определить особенности хрусталеносных жил (по типу жильного кварца) на фоне их общей классификации [2, 4, 5, 9]. Однако все авторы исходят из анализа и сопоставления в основном структурно-текстурных особенностей жильного кварца. Процессы формирования жил рассматриваются в самом общем виде и касаются либо жил заполнения (Приполярный Урал), либо жил перекристаллизации (Алдан). Расшифровать процессы формирования жил различных типов, установить связь минеральных парагенезисов жильных масс с составом вмещающих пород — все это позволит, на наш взгляд, получить дополнительные данные о первичной структуре жильного кварца и о явлениях его последующего преобразования, а также выяснить специфику образования жил в сравнении с хрустальными гнездами.

При изучении одного из хрусталеносных месторождений Южного Урала были встречены разнообразные по составу и строению жильные тела, на примере которых представилась возможность рассмотреть не только механизм их формирования, но и проследить разные случаи зависимости состава жил от состава вмещающих горных пород [6, 7]. На площади месторождения обнажены нижнепалеозойские метаморфические горные породы (табл. 1), представленные в основном биотитово-кварцевыми сланцами с гранатом или с гранатом и ставролитом, которые переслаиваются с двуслюдяно-кварцевыми сланцами со ставролитом. В сланцевой толще часто встречаются различные по размерам тела амфиболитов. Жильные тела, встреченные среди метаморфических пород месторождения, очень различны по составу, размерам и пространственному положению. Наиболее распространены небольшие (до

110327

5—10 *см* мощностью) прожилки линзовидной формы, залегающие согласно со сланцеватостью вмещающих пород или секущие ее под острым углом (5—20°); часто наблюдаются прожилки и жилы также линзовидной формы, приуроченные к секущим сколовым трещинам и залегающие под углом 40—50° к сланцеватости пород. Наконец, встречаются жилы, связанные с трещинами отрыва. Эти жилы, как правило, имеют неправильные ступенчатые контакты, приурочены к горизонтам хрупких пород и не выходят за их пределы. Очень часто даже одиночные жилы и прожилки располагаются в трещинах разных систем, меняя, таким образом, свою пространственную ориентировку по простиранию или по падению. В более редких случаях они одновременно развиваются по нескольким системам трещин, образуя сложные жильные зоны штокверкового типа. Около крупных жил (мощностью 0,5 *м* и более) зачастую наблюдаются мелкие апофизы, отходящие от основного тела по сопряженным системам трещин.

Минеральный и химический состав

Порода	Минеральный состав, вес. %										
	Кварц+ полев. шпат	Биотит	Мусковит	Ставролит	Гранат	Актинолит	Хлорит	Рудный минерал	Прочие минералы	SiO_2	TiO_2
Биотитово-кварцевые сланцы с гранатом . . .	80,0	15,0	—	—	1,5	—	—	2,0	1,5	67,50	0,85
Биотитово-кварцевые сланцы . .	76,0	20,0	—	0,5	1,0	—	—	2,5	—	67,70	0,64
Биотитово-кварцевые сланцы со ставролитом .	52,0	21,0	—	24,0	Единичн. зерна	—	—	3,0	—	56,12	1,04
То же	52,9	26,2	3,4	14,6	2,1	—	—	0,8	—	58,20	1,06
Двуслюдяные кварцевые сланцы со ставролитом	50,2	15,4	11,9	15,6	0,9	—	4,3	1,7	—	58,00	1,16
То же	49,0	35,4	9,2	3,5	1,9	—	—	1,0	—	60,22	0,87
Амфиболиты . . .	20,8 (в том числе плагиоклаза 13,3)	—		—	—	76,5	—	2,7	—	46,84	1,58
То же	—	—	—	—	—	98,6	—	1,4	—	47,78	1,38

Кварц во всех этих жилах является главным, а иногда единственным компонентом жильной массы. Во многих жилах совместно с кварцем присутствуют биотит, полевой шпат, гранат, дистен, силлиманит, роговая обманка, хлорит и другие минералы. Наличие тех или иных минералов или их сочетаний придает жилам ярко выраженную индивидуальность и затрудняет их систематизацию. Поэтому необходимо разрабатывать критерии для сопоставления и отличия таких жил. Наиболее рациональный путь, как нам представляется, — анализировать структуру жильного кварца и расшифровывать механизм ее формирования.

Первая группа жил (сегрегационных), залегающих среди кристаллических сланцев, сложена мелкозернистым кварцем, отдельные индивиды которого имеют неправильную изометрическую форму и поперечные размеры до 5—7 *мм*. Переход от вмещающих сланцев к жиле часто постепенный, наблюдается укрупнение отдельных индивидов в сланцах или развитие прожилков таких индивидов (рис. 1,*а* и 1,*б*) на выклини-

вании или в зальбандах жил. Здесь перекристаллизация сланцев является главным процессом формирования жил.

В ряде случаев наблюдается довольно резкий переход между жильным кварцем и сланцами. Однако наличие в жильной массе реликтов исходных горных пород также свидетельствует о проявлении и здесь перекристаллизации, продвижение фронта которой ограничивается трещинами или зоной сплошного биотита в оторочке жилы (рис. 1,*в* и 1,*г*). В таких жилах развиты два типа парагенезисов: 1) в жильной массе сохраняются минералы, типичные для окружающих сланцев (биотит, гранат, полевой шпат, дистен); 2) образуются новые минеральные виды (роговая обманка, хлорит), в состав которых, правда, входят те же компоненты, которые присутствуют в породообразующих минералах.

Биотит и гранат в процессе перекристаллизации сланцев увеличиваются в размерах и концентрируются в зальбандах или на выклинивании жил, — дифференцированные сегрегационные жилы (рис. 2,*а*).

Таблица 1

метаморфических горных пород

Химический состав, вес %											„Кальциевость" породы, относит. %
Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MnO	CaO	MgO	K_2O	Na_2O	P_2O_5	Потери при прокаливании	Сумма	
13,01	2,78	3,60	0,33	2,09	3,06	1,84	3,86	0,15	0,41	99,48	23
14,44	4,11	2,58	0,11	2,16	4,43	1,58	3,26	0,13	0,46	99,60	23
19,75	6 51	3,48	0,06	1,28	4,47	3,59	1,82	0,20	1,83	100,15	36
21,38	3,38	5,69	0,16	1,02	2,53	3,00	2,20	0,21	1,51	100,34	20
20,10	4,27	4,75	0,12	1,70	2,36	2,60	2,68	0,11	1,70	99,55	26
18,72	2,19	5,29	0,13	1,59	2,65	3,00	1,90	0,15	2,35	99,46	32
15,30	2,10	10,57	0,32	8,23	10,25	0,22	2,30	0,08	1,60	99,39	67
10,46	2,00	10,69	0,38	10,09	13,67	0,34	1,40	0,11	1,69	99,99	80

В более редких случаях биотит и гранат сохраняются внутри жильного тела, — недифференцированные сегрегационные жилы (рис. 2,*б*). Интересно отметить, что в тех случаях, когда фронт перекристаллизации перемещается по направлению сланцеватости, пластинки биотита ориентированы вкрест зальбандам (сохраняется ориентировка лейст биотита в сланцах) и встречаются только в призальбандовых частях жил (рис. 3). При развитии перекристаллизации вкрест сланцеватости в зальбандах жилы обычно развивается сплошная биотитовая оторочка (см. рис. 1,*г*).

Биотит и гранат в сланцах и в сегрегационных жилах сохраняют свои главные особенности. По данным спектральных анализов в перекристаллизованном биотите несколько снижается содержание железа, ванадия, меди и возрастает содержание магния, марганца, никеля (табл. 2). Показатель преломления n_m биотита из сланцев и из жил меняется в пределах 1,630—1,636, что свидетельствует об однотипности

Биотит	Содержание ком									
	Si	Al	Mg	Ca	Fe	Mn	Ni	Co	Ti	V
Из сланцев . . .	15	7	3	0,5	15	0,3	0,005	0,003	0,1	0,015
Из жилы	20	5	5	0,3	10	0,5	0,007	0,003	0,1	0,007

биотита в этих образованиях. Показатели преломления граната из сланцев и из жил также практически одинаковы (соответственно 1,785 и 1,784), что может свидетельствовать об отсутствии изменений этого минерала в процессе перекристаллизации.

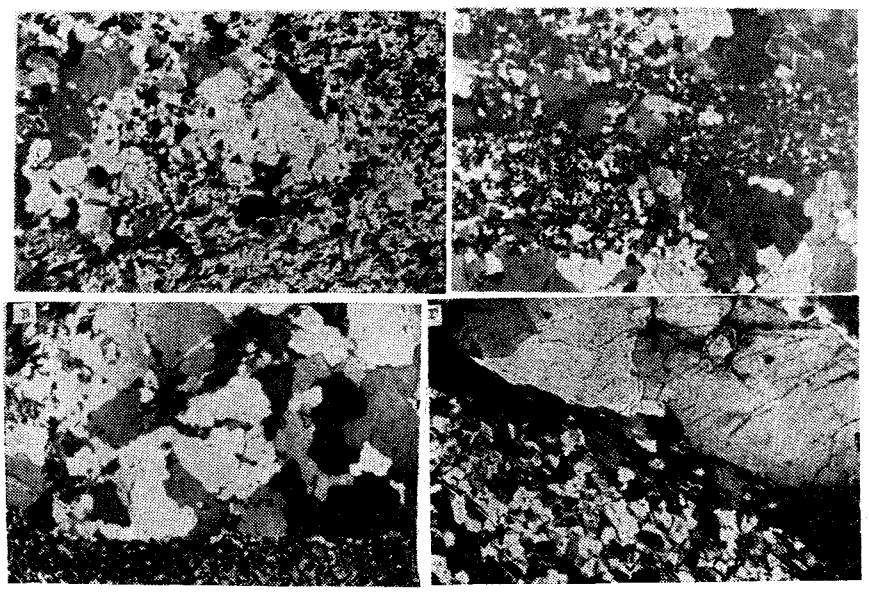


Рис. 1. Перекристаллизация кристаллических сланцев: *а* — порфиробласты кварца; *б* — прожилки перекристаллизации кварца; *в* — экранирование перекристаллизации кварца трещиной; *г* — то же биотитом. Николи скрещены, ув. 18

Около сегрегационных жил сохраняется минеральный состав и текстура сланцев. Таким образом, граница между жилой и сланцами фиксируется по биотитовой оторочке или по укрупнению индивидов кварца. Процесс перекристаллизации развивается от трещин в стороны вмещающих пород, при этом происходит перераспределение компонентов. В большинстве случаев кварц скапливается в центре жилы, часто образуя мономинеральное ядро, а другие компоненты «оттесняются» на периферию жил и в зальбанды либо на выклинивание по простиранию или по падению. Несколько реже все компоненты исходных пород равномерно размещаются в теле жилы, и еще реже в центральной части жилы концентрируется не кварц, а парагенетические с ним минералы сланцев (главным образом биотит). Химические анализы (табл. 3) жил и вмещающих пород наглядно иллюстрируют закономерности перемещения компонентов при формировании сегрегационных жил. Так, в 1-й жиле (образцы 2004/68 и 2003/68) развивается мономинеральная кварцевая жила, 2-я жила проанализирована в выклинивающейся части

Таблица 2

тральных анализов биотита

понентов, вес. %

Cr	Sc	Cu	Pb	Ag	Zn	Sn	Y
Следы 0,002	0,0003 0,0003	0,0010 0,0005	0,0005 Следы	0,00005 0,00005	0,005 0,005	0,0002 Следы	0,0003 0,0005

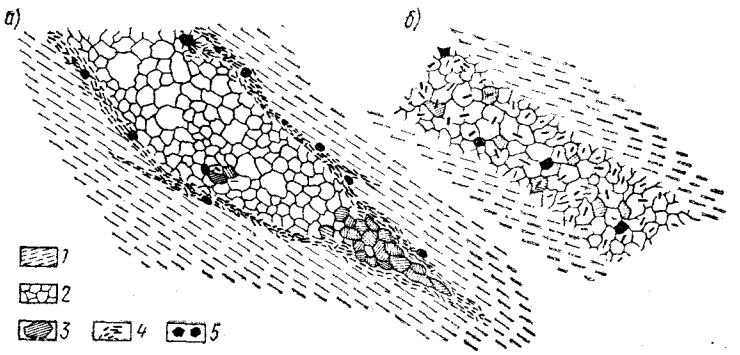


Рис. 2. Сегрегационные жилы: *а* — диффенцированные, *б* — недифференцированные
1 — сланцы; 2 — жильный кварц; 3 — полевой шпат; 4 — биотит; 5 — гранат

(образцы 336/68), а 3-я жила (образец 317/67) представляет собой промежуточный случай, свидетельствующий об отсутствии одновременной дифференциации компонентов, о перемещении их в процессе перекристаллизации в определенной последовательности.

Особое место занимает поведение полевого шпата при формировании сегрегационных жил. Этот минерал, как нам представляется, не только отражает общий химизм исходных горных пород, но и наиболее чувствителен к химизму гидротермальных растворов, вызывающих перекристаллизацию сланцев. Полевой шпат в сланцах представлен олигоклазом № 24—30 (определен по углу максимального симметричного угасания и по замерам на столике Федорова). Для сопоставления состава плагиоклаза с общим химизмом сланцев нами были рассчитаны значения «кальциевости» пород, т. е. определялось отношение (в процентах) атомных количеств кальция к сумме атомных количеств кальция и натрия (см. табл. 1). Полученные значения «кальциевости» сланцев (23—26) соответствуют приведенным выше номерам плагиоклазов, что позволяет сделать заключение о соответствии от-



Рис. 3. Ориентировка пластинок биотита в зальбандах сегрегационной жилы. Николи скрещены, ув. 25

Таблица 3

Баланс содержания компонентов при формировании жил

Компоненты	1-я жила					2-я жила (образец 336/68)					3-я жила (образец 317/57)				
	Биотитово-кварцевый сланец (образец 2004/68)		Биотитово-кварцевая жила (образец 2003/68)			Биотитово-кварцевый сланец со ставролитом		Кварцево-биотитовая жила с гранатом и полевым шпатом			Биотитово-кварцевый сланец с гранатом		Кварцево-полевошпат-биотитовая жила с гранатом		
	вес. %	содержание в 1 $м^3$, *кг*	вес. %	содержание в 1 $м^3$, *кг*	увеличение (+) или уменьшение (—) компонента	вес. %	содержание в 1 $м^3$, *кг*	вес. %	содержание в 1 $м^3$, *кг*	увеличение (+) или уменьшение (—)	вес. %	содержание в 1 $м^3$, *кг*	вес. %	содержание в 1 $м^3$, *кг*	увеличение (+) или уменьшение (—) компонента
SiO_2	64,58	176,3	84,42	227,1	+50,8	72,28	195,2	57,73	164,0	—31,2	67,50	185,6	60,54	170,1	—15,5
TiO_2	0,88	2,4	0,28	0,8	—1,6	0,68	1,8	1,21	3,4	+1,6	0.85	2,3	0,80	2,2	—0,1
Al_2O_3	15,47	42,2	4,50	12,1	—30,1	11,50	31,0	20,50	58,2	+27,2	13,01	35,8	13,80	38,8	+3,0
Fe_2O_3	2,12	5,8	1,31	3,5	—2,3	0,90	2,4	2,11	6,0	+3,6	2,78	7,6	1,53	4,3	—3,3
FeO	4,19	11,4	3,47	9,3	—2,1	4,71	12,7	6,38	18,1	+5,4	3,60	9,9	7,62	21,4	+11,5
MnO	0,16	0,4	0,06	0,2	—0,2	0,10	0,3	0,15	0,4	+0,1	0,33	0,9	0,56	1,6	+0,7
CaO	3,00	8,2	0,79	2,1	—6,1	1,53	4,1	1,93	5,5	+1,4	2,09	5,7	1,64	4,6	—1,1
MgO	2,36	6,4	1,88	5,1	—1,3	2,50	6,8	2,80	8,0	+1,2	3,06	8,4	6,16	17,3	+8,9
K_2O	1,58	4,3	1,06	2,8	—1,5	1,86	5.0	2,10	6,0	+1,0	1,84	5,1	4,14	11,6	+6,5
Na_2O	4,24	11,6	0,80	2,2	—9,4	2,56	6,9	3,40	9,7	+2,8	3,86	10,6	1,60	4,5	—6,1
P_2O_5	0,15	0,4	0,08	0,2	—0,2	0,10	0,3	0,17	0,5	+0,2	0,15	0,4	0,43	1,2	+0,8
CO_2	0,09	0,2	0,18	0,5	+0,3	0,14	0,4	0,18	0,5	+0,1	0,05	0,1	0,05	0,14	+0,04
S	0,01	0,03	0,009	0,02	—0,01	Меньше	Меньше	0,01	0,03	—	0,03	0,08	—	—	—0,08
H_2O	0,12	0,3	0,15	0,4	+0,1	0,01	0,03	0,23	0,6	+0,3	—	—	0,10	0,3	+0,3
Потери при прокаливании	0,97	2,6	1,14	3,1	—	0,11 0,80	0,3 2,2	1,39	3,9	—	0.41	1,1	1,11	3,1	—
Сумма	99,70	—	99,79	—	—	99,52	—	99,87	—	—	99,48	—	99,93	—	—
Объемный вес	2,73		2,69		—	2,70		2,84		—	2,75		2,81		—

ношений натрия и кальция в сланцах и во входящих в их состав плагиоклазах. В сегрегационных жилах зерна плагиоклаза, увеличивающиеся в своих размерах до 1—3 *мм,* имеют изометрические очертания и наблюдаются совместно с биотитом и гранатом в зальбандах и на выклинивании жил, а также внутри их на месте переработанных реликтов сланцев. Зерна плагиоклаза в отдельных случаях сдвойникованы по альбитовому закону. Замеры показателей преломления плагиоклаза по методу В. Б. Татарского [10] свидетельствуют о принадлежности плагиоклаза к олигоклазу — андезиту № 36—37 (табл. 4). Таким образом, плагиоклаз в жилах по составу аналогичен плагиоклазу в сланцах, что еще раз подтверждает известное заключение о том, что растворы, вызывающие перекристаллизацию сланцев, находятся в химическом равновесии с горными породами.

Таблица 4

Показатели преломления и состав плагиоклаза

Жилы и гнезда	Вмещающие породы	Показатели преломления		Номер плагиоклаза
		n_g'	n_p'	
Сегрегационные	Биотитово - кварцевые сланцы с биотитом и гранатом	1,554	1,548	36—37
Заполнения с полевошпатовой оторочкой	Биотитово - кварцевые сланцы с гранатом	1,540	1,531	5—7
Заполнения с полевошпатовой оторочкой и изменением боковых пород	То же	1,547	1,538	20
То же	» »	1,549	1,542	26
» »	» »	1,548	1,541	24—25
» »	Биотитово - кварцевые сланцы с гранатом и ставролитом	1,549	1,543	28—29
» »	То же	1,548	1,541	24—25
» »	» »	1,549	1,542	26
» »	Амфиболиты	1,554	1,548	37—39
» »	» »	1,554	1,548	37—39
Хрустальные гнезда	» »	1,541	1,532	7—8
» »	» »	1,539	1,530	3
» »	Биотитово - кварцевые сланцы с гранатом и ставролитом	1,537	1,528	0—2

Близки к описанным амфибол-кварцевые жилы, формирование которых начинается явлениями перекристаллизации сланцев с последующим метасоматическим развитием роговой обманки по биотиту, а также по трещинам в зальбандах и внутри жил. Одна из особенностей этих жил — вынос компонентов биотита с исчезновением этого минерала в боковых сланцах, особенно в том случае, если роговая обманка развивается в зальбандах жилы. Полевой шпат в таких жилах сохраняет те же особенности и закономерности размещения, что и в сегрегационных биотитово-кварцевых жилах.

Более поздние процессы минералообразования проявляются в приведенной группе жил не только в виде амфиболизации, но также в хлоритизации биотита и роговой обманки, в появлении карбонатов и пи-

рита, причем последний иногда даже слагает небольшие (до первых десятков сантиметров протяженностью) самостоятельные метасоматические зонки в сланцах.

Жилы первой группы (сегрегационные), при формировании которых главенствующая роль принадлежала процессам перекристаллизации, обычно представлены небольшими по размерам телами (мощностью до 0,5 *м* при протяженности по простиранию и до первых метров — по падению), залегающими согласно со сланцеватостью вмещающих пород или, реже, ориентированными вдоль секущих трещин скалывания без существенных перемещений блоков пород относительно друг друга.

Таким образом, условия образования сегрегационных жил требуют наличия равновесного состояния (по крайней мере химического) между растворами и горными породами, а также отсутствия зияющих трещин. При нарушении термодинамического равновесия растворов и вмещающих горных пород появляются новые, не характерные для сланцев минеральные виды: роговая обманка, хлорит и т. д. Развитие в этот период полых трещин приводит, по всей видимости, к образованию жил, аналогичных тем, которые будут рассмотрены ниже. В настоящее время еще нет объективных критериев отличия этих жил от типичных жил заполнения.

Сходство сегрегационных жил с согласными существенно кварцевыми прослойками, возникшими в результате дифференциации компонентов при региональном метаморфизме пород, порождает разноречивые толкования о их природе. Геолого-минералогические данные, свидетельствующие о формировании сегрегационных жил под влиянием постмагматических (гидротермальных) растворов, уже обсуждались ранее [7]. Привлекают внимание новые факты, основанные на исследовании термолюминесценции кварца, противоречащие представлениям об образовании сегрегационных жил в связи с явлениями регионального метаморфизма.

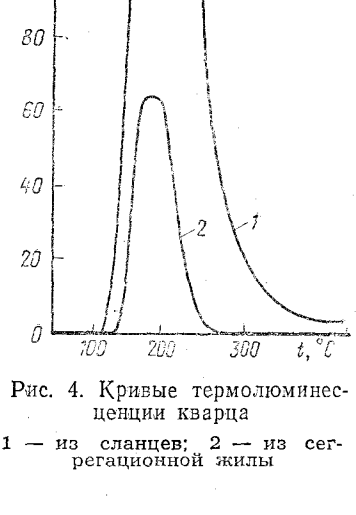


Рис. 4. Кривые термолюминесценции кварца

1 — из сланцев; 2 — из сегрегационной жилы

Интенсивность термолюминесценции кварца, связанная с дефектными центрами свечения, активизированными излучением радиоактивных элементов-примесей в минералах горных пород и жил, прямо пропорциональна времени его образования: более древний кварц обнаруживает повышенную интенсивность термолюминесценции [8].

Кварц сегрегационных жил обладает более низкой интенсивностью термолюминесценции *I* по сравнению с кварцем вмещающих сланцев (рис. 4). Это указывает не только на разновременное формирование кварца в сланцах и жилах, но и на более позднее образование жил по отношению к периоду регионального метаморфизма.

Вторая группа жил охватывает более крупные и распространенные на месторождении тела, общей особенностью которых является заполнение жильными минералами полых, зияющих трещин. К этой группе прежде всего относятся мономинеральные крупно- и гигантокристаллические кварцевые жилы, имеющие четкие контакты с вмещающими породами. Отдельные блоки молочно-белого, участками полупрозрачного жильного кварца отделяются друг от друга индукционными гранями и достигают в размерах (по удлинению) 30—40 *см*. На рассматриваемом месторождении жилы такого типа менее широко распространены, чем

в других хрусталеносных провинциях. Вмещающие породы около таких жил несут следы окварцевания, проявляющегося в развитии мелких параллельных и сопряженных мономинеральных кварцевых прожилков.

Для этих жил общепринята точка зрения о привносе кремнезема гидротермальными растворами с последующим отложением его в полых трещинах. Дискуссионно здесь лишь представление о времени образования крупно- и гигантокристаллического кварца. Одни исследователи (Г. Н. Вертушков и др.) считают такой кварц первичным [1], другие — вторичным образованием, связанным с проявлением более поздних процессов хрусталеобразования [3]. Однотипность структуры кварца по всей жиле, постепенное увеличение размеров индивидов в направлении от зальбандов к центру жилы, развитие минеральных парагенезисов этапа хрусталеобразования и мелких полостей выщелачивания с кристалликами кварца на стенках вдоль трещин, рассекающих крупные индивиды жильного кварца, — все это свидетельствует о первичном характере структур кварца этих жил. Более мелкозернистые структуры, как показывают наблюдения, развиваются вдоль трещин и связаны с явлениями метаморфизма первичного кварца.

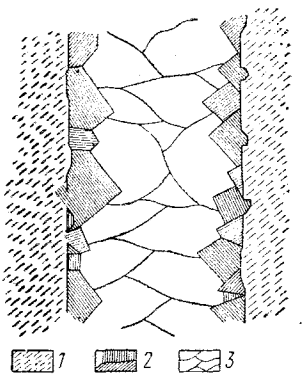


Рис. 5. Жила заполнения с полевошпатовой оторочкой

1 — сланцы; 2 — полевой шпат; 3 — жильный кварц

К этим жилам близки кварцевые жилы заполнения с полевошпатовой оторочкой в зальбандах. Вмещающие породы здесь также не несут следов гидротермальных изменений. Одиночные кристаллы и друзы плагиоклаза, слагающие оторочку жил, нарастают на стенках полых трещин, предшествуя заполнению их крупнокристаллическим жильным (часто стекловидным со светло-дымчатой окраской) кварцем. Границы между кварцем и плагиоклазом ступенчатые, обусловленные идиоморфными очертаниями кристаллов плагиоклаза (рис. 5), который по замерам показателей преломления отнесен к альбиту № 5—7 (см. табл. 4). Компоненты жильной массы привнесены гидротермальными растворами, которые в этом случае должны обладать повышенным содержанием натрия (учитывая условия миграции кремнезема и глинозема). Именно по этой причине в таких жилах развивается значительно более кислый плагиоклаз по сравнению с окружающими кристаллическими сланцами.

Более широко распространены на месторождении кварцевые жилы с полевошпатовой оторочкой, сопровождающиеся изменениями боковых пород. Такие жилы были встречены как среди кристаллических сланцев, так и среди амфиболитов. Главная особенность формирования этих жил заключается в том, что кристаллы плагиоклаза разрастаются и внутрь полой трещины, и в сторону боковых пород, замещая их. Жилы имеют неровные, извилистые контакты, а изменения вмещающих пород развиваются не только вдоль жил, образуя зону шириною до нескольких сантиметров, но распространяются и в стороны от жил по системам оперяющих трещин. Изменения кристаллических сланцев проявляются как в полевошпатизации пород непосредственно около жил, так и в хлоритизации биотита и граната. В зоне изменений исчезает ставролит (глинозем идет на образование плагиоклаза), выносятся компоненты темноцветных минералов, за счет чего зона обычно имеет более светлую окраску. Вынесенные из пород темноцветные компоненты входят в состав хлорита, скопления которого заполняют промежутки между пластинчатыми кристаллами плагиоклаза в оторочке жил.

Плагиоклаз в жилах этого типа представлен олигоклаз-андезином № 20—29 (см. табл. 4). Более широкие вариации состава плагиоклазов, по-видимому, обусловлены, с одной стороны, химизмом вмещающих пород, с другой — химическим составом жилообразующих растворов, привносящих не только кремнезем, но и достаточно подвижные компоненты (в частности, натрий).

Кварц откладывается из растворов после формирования полевошпатовой оторочки. Крупные индивиды его, часто сложенные прозрачными дымчатыми разностями кварца, обрастают кристаллы плагиоклаза, заполняя свободное пространство между полевошпатовыми оторочками.

Такого же типа жилы в амфиболитах отличаются более высокой основностью плагиоклаза (андезин № 37—39, см. табл. 4), что несомненно связано с повышенной, по сравнению со сланцами, «кальциевостью» вмещающих пород (см. табл. 1) — амфиболитов. Сами амфиболиты около жил интенсивно изменены, широко проявляются процессы биотизации и хлоритизации роговой обманки. За счет выноса компонентов из зоны изменений амфиболитов между кристаллами плагиоклаза в оторочке, а иногда и в центральной части жилы образуются скопления магнезиально-железистого хлорита (прохлорита по данным термического и рентгеноструктурного анализа). Хлорит оптически положительный ($n_m = 1{,}613 \pm 0{,}002$).

К жилам заполнения также относятся андалузит-кварцевые тела, довольно широко распространенные на месторождении. По строению и структурно-текстурным особенностям они аналогичны полевошпат-кварцевым жилам, только оторочка их сложена не плагиоклазом, а андалузитом. Призматические кристаллы последнего разрастаются не только внутрь полой трещины и в боковые породы, но образуются также по оперяющим трещинам среди сланцев, слагая в отдельных случаях небольшие по размерам самостоятельные андалузитовые жилки. В одной из полевошпат-кварцевых жил андалузит развивался метасоматическим путем по трещинам в плагиоклазе.

Можно предполагать, что механизм образования андалузит-кварцевых жил аналогичен полевошпат-кварцевым, однако формирование их происходит при иных физико-химических условиях, благоприятных для появления высокоглиноземистых минералов.

Жилы заполнения всех типов имеют более крупные размеры по сравнению с сегрегационными, их мощность иногда достигает двух и более метров, по простиранию они прослеживаются до нескольких десятков метров. Приурочены жилы заполнения, как правило, к трещинам отрыва, к местам приоткрывания трещин скалывания и к трещинам отслоения в шарнирах мелких складок.

Третья группа небольших по размерам единичных жил встречена нами пока только среди амфиболитов. Эти жилы сложены мелкозернистым кварцем, метасоматически замещающим роговую обманку в амфиболитах. Среди жильного кварца помимо реликтов роговой обманки встречаются отдельные чешуйки хлорита и редкие зерна плагиоклаза.

Заканчивая рассмотрение жильных тел изученного месторождения, следует отметить, что в ряде случаев здесь можно встретить сложные жильные тела, формирование которых происходило в несколько этапов в связи с неоднократным омолаживанием (в частности, с приоткрыванием) трещин. Именно по этой причине в одном жильном теле можно наблюдать не только развитие разных минеральных парагенезисов, но также проявление как процессов перекристаллизации, так и процессов заполнения полых трещин.

В телах кварцевых жил отмечаются явления более позднего, наложенного минералообразования, связанные с развитием хрустальных

гнезд. Не касаясь деталей строения этих гнезд и процессов их формирования, следует отметить, что среди минералов гнездового выполнения в том или ином количестве встречаются кристаллы полевого шпата. В гнездах среди сланцев полевой шпат представлен кислым плагиоклазом — альбитом № 0—2 (см. табл. 4). Аналогичная картина наблюдается в гнездах среди амфиболитов. Интересно отметить, что наиболее ранние плагиоклазы, нарастающие на стенки полостей, представлены более основными разностями (№ 7—8), в то время как кристаллы, разрастающиеся внутрь полости, относятся к альбиту № 3. Многочисленные химические анализы водных вытяжек газово-жидких включений, несколько повышенное содержание натрия в парагенетических минералах хрустальных гнезд свидетельствуют о повышенном содержании натрия в хрусталеобразующих растворах. Поэтому в условиях изученного месторождения в гнездах образуется кислый плагиоклаз — альбит, причем отмечается понижение основности минерала по мере его кристаллизации.

Выводы

1. Приведенные факты свидетельствуют о том, что при формировании жильных тел месторождения главенствующая роль принадлежала процессам заполнения полых трещин и перекристаллизации. Довольно широко распространено метасоматическое минералообразование.

2. Сегрегационные и метасоматические жилы сложены первично-мелкозернистым кварцем, жилы заполнения — крупнокристаллическим, подвергшимся в дальнейшем метаморфизму с широким развитием явлений грануляции.

3. Состав сегрегационных жил определяется составом исходных горных пород, состав жил заполнения зависит либо от состава гидротермальных растворов, либо от состава растворов и боковых горных пород.

4. Образование полевых шпатов в жилах связано с повышенной глиноземностью горных пород, развитых на площади месторождения, и с благоприятными физико-химическими условиями минералообразования. Плагиоклазы в жилах наиболее чувствительны к изменениям физико-химических условий минералообразования. На их примере наглядно прослеживается зависимость состава жильных минералов не только от состава вмещающих горных пород, но и от состава минералообразующих растворов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вертушков Г. Н. Метаморфизм жильного кварца. — В сб.: Материалы по геологии Урала. Тр. Свердловск. горн. ин-та, вып. 22, 1955.
2. Захарченко А. И. Минералообразующие растворы и генезис кварцевых жил. Госгеолтехиздат, 1955.
3. Карякин А. Е. Типы кварцевых жил Приполярного Урала и их хрусталеносность. Зап. ЛГИ, т. 28, вып. 2, 1953.
4. Карякин А. Е., Смирнова В. А. Структуры хрусталеносных полей. Недра, 1967.
5. Лазько Е. М. Хрусталеносные кварцевые жилы и их генезис. Изд. Львовск. гос. ун-та, 1957.
6. Никитин В. Д., Руденко С. А., Эшкин В. Ю. Закономерности размещения хрустальных гнезд в пределах одного из хрусталеносных полей Урала. Зап. ЛГИ, т. 55, вып. 2, 1968.
7. Никитин В. Д., Руденко С. А., Эшкин В. Ю. Место хрусталеобразования среди процессов изменения метаморфических горных пород. Зап. ЛГИ, т. 60, вып. 2, 1970.
8. Ракчеев А. Д. Термолюминесценция минералов и горных пород и ее значение для геологии. — Геология рудн. м-ний, 1962, № 5.
9. Соколов Я. Н., Венедиктов С. Н., Захарченко А. И. Основные структурные типы кварцевых хрусталеносных жил Бет-Пак-Дала, Западного и Северного Прибалхашья. — Советская геология, 1960, № 8.
10. Татарский В. Б. Определение номера плагиоклаза иммерсионным методом. Зап. Всесоюзн. минер. об-ва, ч. 85, № 2, 1956.