Записки Ленинградского ордена Ленина, ордена Октябрьской Революции
и ордена Трудового Красного Знамени горного института им. Г.В.Плеханова,
1987, т. 112

УДК 553.078.4:552.321.1/3(571.511-17)

ТИПИЗАЦИЯ РУДОНОСНЫХ КАРБОНАТНО-КВАРЦЕВЫХ ЖИЛ И ИХ СВЯЗЬ С ГРАНИТОИДАМИ НА СЕВЕРЕ ПОЛУОСТРОВА ТАЙМЫР

В.Ф.ПРОСКУРНИН, М.Ф.ВЕРЕЩАГИН

В последние годы на севере Таймыро-Североземельской складчатой области в пределах Мининско-Большевистской многосинклинальной структурно-формационной зоны выявлены многочисленные кварцевые и карбонатно-кварцевые жилы с полиметальным оруденением [1, 6, 7, 9]. На всем протяжении зоны они пространственно сопряжены с флишоидными образованиями верхнего протерозоя, метаморфизованными в условиях зеленосланцевой фации. Сложность типизации рудных объектов, а соответственно, и их перспективной оценки определяется широким развитием полиформационного магматизма и метаморфизма протерозойского, палеозойского и мезозойского возрастов.

При тематических и среднемасштабных геолого-съемочных работах 1980-1985 годов на севере Центрального Таймыра наиболее детально изучены две рудные зоны, формирование которых обусловлено разными тектономагматическими процессами [6, 7]. Карбонатно-кварцевые жилы 1-го типа (участок „Жильный") выявлены в тесной ассоциации с углеродистыми сланцами и своим формированием обязаны магматогенно-метаморфогенно-гидротермальным процессам позднего протерозоя. Рудоносные жилы 2-го типа (участок руч.Основного) отмечаются в связи со становлением гранодиорит-гранитовой серии позднего палеозоя. Изучение полисульфидных карбонатно-кварцевых жил показало, что у гидротермальных разновозрастных систем различного генетического типа есть черты сходства, в то же время каждая из них имеет свои характерные особенности, однозначно свидетельствующие о формационно-генетическом типе того или иного рудного объекта.

Рудная зона участка „Жильный" располагается в Чукчинско-Оленьем рудном районе в пределах влияния Главного Таймырского разлома. Пликативные структуры имеют северо-восточное простирание и характеризуются асимметричными, опрокинутыми на юго-восток складками с размахом крыльев 2-3 км, осложненными гофрировкой. Вмещающими рудные тела являются породы кдановской свиты верхнего протерозоя, представленные карбонатно-терригенными отложениями с прослоями и линзами углеродистых пиритизированных сланцев, доломитов и известняков. Они прорваны интрузиями габбро-гранитной серии позднего протерозоя и мелкими телами полиформационных гранитоидов позднепалеозойско-раннемезозойской активизации. Последние расположены преимущественно в пределах древних интрузивных массивов, что обуславливает широкое развитие в них явлений фельдшпатитизации [5]

Становление интрузий габбро-диорит-гранитовой серии в зоне Главного Таймырского разлома сопровождается проявлением локального динамотермального метаморфизма, характерного для региональных зон смятия [2, 8 и др.]. Среди пород высокотемпературных фаций метаморфизма широко развиты порфиробластические (калишпатовые и альбитовые) гнейсы, гранатовые и силлиманит-гранатовые, иногда с дистеном, кордиеритовые и андалузит-кордиеритовые, биотитовые кристаллические сланцы. Смена по латерали амфиболитовой фации метаморфизма зеленосланцевой происходит на протяжении 1-2 км, иногда 4 км. Кристаллические сланцы и гнейсы располагаются около интрузивных тел, наиболее лейкократовых членов габбро-диорит-гранитовой серии.

Максимальное число рудных тел отмечается на удалении от интрузий (3-4 км) и приурочено к отложениям, метаморфизованным в условиях зеленосланцевой фации. Рудные тела представлены полисульфидными карбонатно-кварцевыми жилами, образующими зону, вытянутую с юго-запада на северо-восток на 10-12 км при максимальной ширине до 4 км. Жилы имеют седловидную линзовидную форму протяженностью по простиранию от десятков метров до первых километров и мощность 0,5-1,5 м, редко 7-10 м. По составу все жилы являются малосульфидными, хлорит(2-3%)-мусковит(1-5%)-карбонатно(5-15%)-кварцевыми. Рудная минерализация изменчива по содержанию - от 0 до 10 % и в среднем составляет 0,5-1 %. Сульфиды представлены в основном пиритом, пирротином, постоянно присутствует сфалерит, в отдельных жилах в заметных концентрациях отмечаются арсенопирит, халькопирит, галенит.

При последовательном удалении от интрузий габбро-диорит-гранитовой серии намечаются три типа региональной латеральной зональности: магматогенно-гидротермальная, метаморфогенная и гидротермально-метасоматическая (табл.I). Все три связаны пространственно и отражают взаимоотношения минеральных парагенезисов на всех стадиях этих процессов. Метаморфогенная зональность, а также ранние члены магматогенно-гидротермальной формируются на магматической стадии становления заключительных фаз габбро-диорит-гранитовой серии. Гидротермально-метасоматическая зональность отражает эволюцию послемагматических растворов по латерали на всех стадиях: ранней щелочной, кислотного выщелачивания и поздней щелочной.

Участок "Жильный" расположен в пределах Ш зоны, в которой в зависимости от литологического и структурного факторов контроля локализации рудных тел выделяются еще два типа зональности второго порядка. Первый тип обусловлен существованием в разрезе пачки "черных" углеродистых сланцев, явившихся естественным геохимическим барьером, возле которых в основном и сосредоточены рудоносные карбонатно-кварцевые жилы с березитовыми околорудными изменениями. Второй тип зональности характеризуется приуроченностью большинства карбонатно-кварцевых жил и метасоматических изменений к ядрам крупных антиклинальных складок. Здесь в подошве пачки углеродистых сланцев отмечаются седловидные жилы размером от 3 до 10 м. Зональность второго порядка отвечает концентрационной зональности, по Е.В.Плющеву [4], в ореде переменной проницаемости.

Таблица 1

Типы региональной латеральной зональности

Номер зоны	Ширина зоны, км	Породные и минеральные ассоциации, отражающие зональность		
		магматогенно-гидротермальную	метаморфогенную	гидротермально-метасоматическую
I	0,5	Аплиты, пегматиты, пегматоидные граниты, кварц-полевошпатовые жилы	Гранат-биотит-кварцевые, силлиманит-гранат-биотит-кварцевые кристаллические сланцы; тремолит-форстеритовые мраморы	Кварц, плагиоклазы, биотит (I), фибролит (?), турмалин, калишпат (I), роговая обманка^{x}, эпидот^{x}, биотит (II)^{x}, калишпат (II)^{x}
	2,5-3	Олигоклаз-кварцевые, альбит-кварцевые жилы, прожилки	Биотит-кварцевые, андалузит-кордиерит-биотит-кварцевые сланцы; мраморы, тремолитовые и серпентинитовые мраморы	Биотит, мусковит, кварц, альбит, серицит^{x}
	3-3,5	Кварцевые, карбонатно-кварцевые жилы, прожилки	Хлорит-серицит-кварцевые, известковистые и углеродистые сланцы; доломиты	Кварц, мусковит, серицит, гидросерицит, хлорит, бурый шпат, сидерит, кальцит

Примечание. Звездочкой отмечены минералы, являющиеся вторичными по отношению к площадному окварцеванию, локальному динамотермальному метаморфизму, проявляющиеся в связи с контактово-метасоматическими образованиями позднепалеозойских интрузий. В скобках указаны генерации минералов.

Рудная зона 2-го типа расположена в южном экзоконтакте Коломейцевского гранитоидного батолита верхнего палеозоя между р.Каменистой и руч.Основным. Карбонатно-кварцевые жилы с полисульфидной минерализацией объединяются в зону северо-восточного простирания, которая прослеживается на 20 км при мощности до 3 км. Вмещающими породами для жильных тел являются вендские флишоидные образования мининской свиты, а также эффузивы, габбросиды и диориты предположительно позднепротерозойского возраста, метаморфизованные в условиях зеленосланцевой фации. По простиранию жилы не выдержаны и имеют четковидную и седловидную форму, иногда с раздувами мощностью до 1,5 м. Залегают они преимущественно согласно со сланцеватостью северо-восточного простирания, а также приурочены к полостям отслоения метапесчаников и сланцев. Рудная минерализация в жилах представлена пиритом, галенитом, халькопиритом, местами отмечается арсенопирит, пирротин, сфалерит и марказит. В жилах они встречаются спорадически, в виде вкрапленности, прожилков и гнезд.

В результате изучения зон слабых гидротермально-метасоматических изменений установлена латеральная (эволюционная) зональность, которая харак-

Таблица 2

Латеральная гидротермально-метасоматическая зональность на участке руч. Основного

Зона	Подзона	Ширина зоны	Эпигенетические минеральные парагенезисы	Субстрат
I. Фельдшпатолитовая		1-2 км	Q + KFsp ± Ab ± Mgn ± Bi	Гранодиориты, кварцевые диориты
Пропилитовая	Амфибол-эпидотовая	До 300 м	Q + Hb ± Py ± Ep ± Ab + Cc ± Pirr ± Mgn	Биотит-кварцевые сланцы, роговики
	Эпидот-хлоритовая	200-400 м	Q + Ep + Chl ± Ab ± Ser ± Cc ± Pirr ± Pi	Метапесчаники, метаалевролиты, сланцы
III. Березит-аргиллизитовая		400-1500 м	Q + Chl + Ser + Hser + + Ka ± Sid ± Cc ± Pi	

Примечание. Ab - альбит; Hb - роговая обманка; Bi - биотит; Cc - кальцит; Chl - хлорит; Ep - эпидот; Hser - гидросерицит; Ka - каолинит; KFsp - калиевый полевой шпат; Py - пироксен; Mgn - магнетит; Q - кварц; Pirr - пирротин; Pi - пирит; Ser - серицит; Sid - сидерит.

теризуется последовательной сменой фельдшпатолитовых минеральных ассоциаций в эндоконтакте гранитоидов на пропилитовые и березит-аргиллизитовые в экзоконтакте (табл.2). Наиболее благоприятные условия для формирования полисульфидного оруденения с геохимической специализацией на Pb, Cu, Zn, Au отмечаются в зоне с березит-аргиллизитовыми изменениями. Высокотемпературные зоны гидротермально-метасоматических образований с рассеянной эпигенетической и рудной минерализацией сменяются низкотемпературной, в которой на расстоянии 600-1500 м от гранитоидов закономерно появляются рудоносные карбонатно-кварцевые жилы. Околотрещинная гидротермально-метасоматическая зональность выделяется в связи с полнопроявленными метасоматитами во II зоне и карбонатно-кварцевыми жилами в III зоне. В пропилитовой зоне проявлены кварц-амфиболовые, кварц-амфибол-эпидотовые, кварц-эпидотовые и кварц-эпидот-хлоритовые метасоматиты, а в III зоне в зальбанде карбонатно-кварцевых жил формируются агрегаты магнезиальных хлоритов, карбонатов, реже гидросерицита, серицита, каолинита, хлорита, сидерита, альбита, пирита. Наблюдаемая зональность по существующим классификациям соответствует проявлению плутоногенной калишпатолит-пропилитовой региональной метасоматической формации, по Е.В.Плющеву [4].

Геохимические особенности рудоносных тел в пределах участков рассматриваются по результатам спектрального и спектрохимического анализов, при этом для выявления ведущих тенденций в поведении элементов при гидротермальном минералообразовании, в выборки включены данные по содержанию Mo, Ga, Y, As, хотя значимых их значений отме-

Таблица 3

элементов в карбонатно-кварцевых жилах, 10^{-3} %

Элементы	Участок „Жильный" 32 пробы	Участок руч. Основного, 58 проб	Элементы	Участок „Жильный", 32 пробы	Участок руч. Основного, 58 проб
			Сидерофильные		
Ba	28.	27,2	Cr	0,64	0,08
Sr		26.0	Co	1,66	0,85
Zr		4,83	Mn	35	74
	Халь		Ni	2,25	1,56
			Ti	179	89
Cu			V	6,0.	2,8
Pb		6,30			
Zn		5.22			
Au		15,66усл.ед			

чается менее 20 %. В карбонатно-кварцевых жилах протерозойского и позднепалеозойского возрастов отмечаются повышенные содержания Pb, Zn, Cu (табл.3). По геохимическим характеристикам преобладают рудные тела со свинцово-медным оруденением, реже свинцово-цинковым, повышенные содержания мышьяка отмечаются лишь в отдельных пробах.

Сводная выборка по жильным телам подвергнута корреляционному, факторному (метод главных компонент) и кластерному анализам. Их результаты отображены на рис.I, где различными видами соединяющих линий показана сила положительной корреляционной связи между элементами при уровне значимости 0,I5, а также оконтурены элементы, имеющие максимальные нагрузки на первый, второй и третий факторы (соответственно F_1, F_2, F_3).

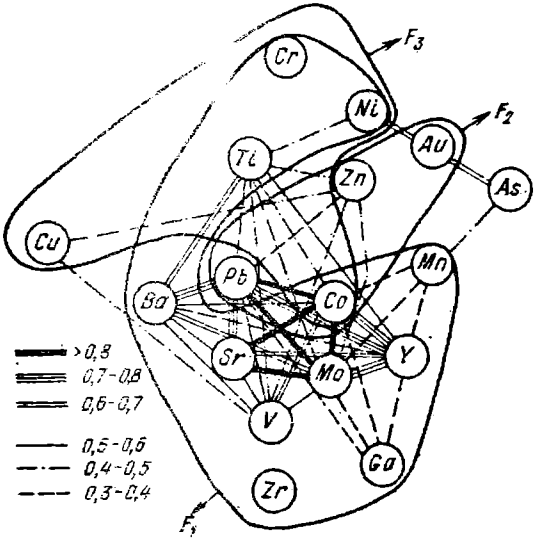


Рис.1. Схема ветвящихся связей химических элементов в карбонатно-кварцевых жилах

Общей тенденцией для рудоносных карбонатно-кварцевых жил является положительная корреляционная связь Au с Ni и As, причем с Ni наиболее сильная связь отмечается для протерозойских рудных тел. Последнее, не исключено, является еще одним косвенным признаком экстракции этих элементов из вмещающих толщ при гидротермально-

метасоматическом процессе, в первую очередь, из углеродистых пиритизированных сланцев с первичной никелевой геохимической специализацией [3]. Наиболее сильные положительные связи Pb, Co, Sr, Mo, Y, Ba на всех схемах ветвящихся связей свидетельствуют о близких условиях формирования карбонатно-кварцевых жил разных генетических типов. Почти все эти элементы имеют максимальные нагрузки на F_1, характеризующий главную стадию геохимического обособления элементов при кристаллизации из гидротермальных растворов. При этом отмечается некоторый антагонизм данной группы элементов к Ni, Mn, V, Ti, Cr, Zr, Ga, что подчеркивает степень влияния вмещающих терригенных толщ. Фактор F_2 отражает основную стадию полисульфидного рудообразования при формировании карбонатно-кварцевых жил, с соответствующим геохимическим обособлением элементов Zn, Pb, Au, As для позднепротерозойских рудных тел и Pb, Zn, Mo, Mn для позднепалеозойских.

Изучение термобарогеохимических особенностей формирования карбонатно-кварцевых жил проводилось методами гомогенизации, декрепитации и анализом водных вытяжек в отделе лабораторных исследований ВНИИ «Океангеология» под руководством В.С.Аплонова. Для типизации рудных объектов, а также для установления особенностей развития гидротермальных процессов по каждому из участков сделаны выборки по результатам декрепитации, анализа водных вытяжек, их совместные выборки, а также сводные выборки по данным спектрального анализа и декрепитации. Каждая из выборок подвергнута корреляционному, факторному и кластерному анализам.

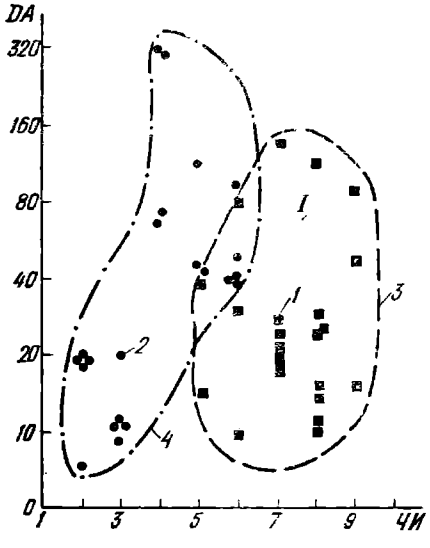


Рис.2. Зависимость декрепитационной активности от числа импульсов на декрепитограммах карбонатно-кварцевых жил позднепротерозойского (1, 3) и позднепалеозойского (2, 4) возрастов

В кварце позднепалеозойских рудоносных тел (участок руч.Основного) наблюдаются два типа газово-жидких включений с коэффициентом наполнения соответственно 0,7-0,85 и 0,8-0,9 и размерами 0,01 х 0,04 и 0,02 х 0,03 мм. Включения гомогенизируются в жидкую фазу (по первому типу) при температурах 120-180 и 240 °С. На декрепитограммах устанавливаются три температурных интервала с началом массового взрывания включений при 90-130, 210-290 и 330-390 °С. С удалением кварцевых жил от гранитоидов преобладают низкотемпературные пики. Для сульфидов - пирита и арсенопирита, проанализированных методом вакуумной декрепитации, максимальное газовыделение наблюдалось в интервалах температур соответственно 240-300, 40-140 и 240-320, 80-100 °С.

Для карбонатно-кварцевых жил участка «Жильный» в кварце наблюдаются первичные и мнимовторичные включения соответственно с размерами вакуолей 0,004 х 0,004 и 0,01 х 0,004 мм и со средними коэффициентами накопления 0,65 и 0,8. Гомогенизация включений происходит в интервалах 320–340 и 180–250 °С в жидкую фазу (по первому типу). Многопиковость кривых на декрептограммах активности может определяться сложной термодинамикой растворов в период роста минералов, а также значительным количеством включений, оформированных наложенными процессами. Выделяются четыре температурных интервала с началом массового взрывания включений при 70–130, 170–230, 300–340 и 380–420 °С.

Таким образом, для карбонатно-кварцевых жил разновозрастных рудных тел по ряду термометрических параметров отмечаются близкие условия формирования. Учитывая, что температура гомогенизации является минимально возможной температурой образования минералов, а поправка на давление в условиях низких степеней зеленосланцевого метаморфизма невелика, можно заключить, что включения формировались преимущественно в результате консервации водного среднетемпературного раствора. Однако при анализе результатов декрептограмм по значениям декрепитационной активности (ДА) при температуре, фиксирующей наиболее массовое взрывание включений, а также по числу импульсов на декрептограммах (ЧИ) выделилось два поля (рис.2). Позднепротерозойские рудоносные тела участка «Жильный» характеризуются (табл.4) пониженными значениями ДА и повышенными ЧИ. Для карбонатно-кварцевых жил позднепалеозойского возраста участка руч.Основного значения данных параметров обратны. Минимальные значения для жил I-го типа объясняются уменьшением количества включений за счет наложения процессов в послепротерозойский этап тектономагматической активизации. С другой стороны, большое число импульсов

Таблица 4

Статистические параметры декрепитационной активности, числа импульсов на декрептограммах из рудоносных карбонатно-кварцевых жил

Возраст рудоносных тел	Число анализов	ЧИ				ДА			
		$C_{ср}$	$K_в$	X_{min}	X_{max}	$C_{ср}$	$K_в$	X_{min}	X_{max}
Позднепротерозойский	23	7,3	0,15	5	9	40,8	0,9	10	140
Позднепалеозойский	23		0,33	2	6	61	1,53	12	320

Примечание. $C_{ср}$ – среднее содержание; $K_в$ – коэффициент вариации; X_{min} и X_{max} – минимальное и максимальное значение в выборке.

на декрептограммах свидетельствует об увеличении количества генетически неоднородных включений. Значения ДА и ДИ для позднепалеозойских карбонатно-кварцевых жил характеризуют в отличие от предыдущего случая первичные условия захвата включений в кварце при кристаллизации из гидротермальных растворов.

На диаграммах химического состава растворов карбонатно-кварцевых жил, полученных анализом водных вытяжек, также выделяются два поля (рис.3).

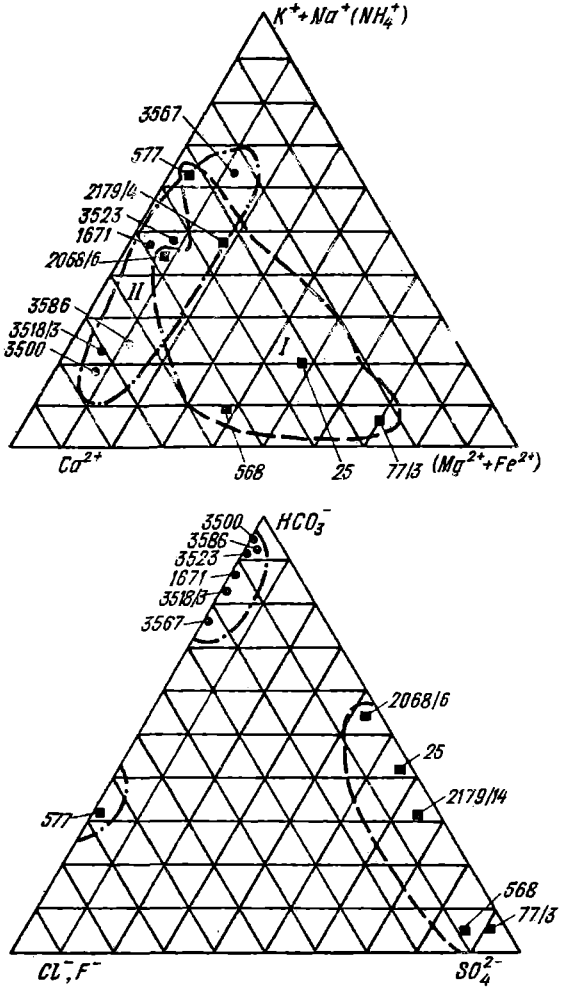


Рис.3. Диаграммы химического состава растворов водных вытяжек из карбонатно-кварцевых жил позднепротерозойского и позднепалеозойского возрастов
Указаны номера образцов; усл.обозначения см. рис.2

Для кварца участка «Жильный" состав растворов гидрокарбонатно-сульфатного кальциево-натриево-железистого слабокислого и субщелочного (pH 6,4–7,7 типа, на участке руч.Основного состав растворов резко отличен – хлоридно-гидрокарбонатного натриево-кальциевого субщелочного ряда (pH 7,5–7,8). В зависимости от удаления жильных тел от гранитоидов и смены высокотемпературных метаморфических и метасоматических зон на низкотемпературные отмечаются следующие тенденции изменения состава растворов. Для позднепротерозойских жил рудопроявления «Жильный" состав растворов менялся с сульфатно-гидрокарбонатного натриево-калий-кальциевого (обр.2068/6) субщелочного (pH 7,9) на сульфатный кальциево-железистый (обр.77/3) слабокислый (pH 6,4-6,8) и затем на гидрокарбонатно-хлоридный кальциево-натриевый (обр. 577) субщелочной (pH 7,7). В общем виде изменение состава растворов соответствует изменению минеральных метасома-

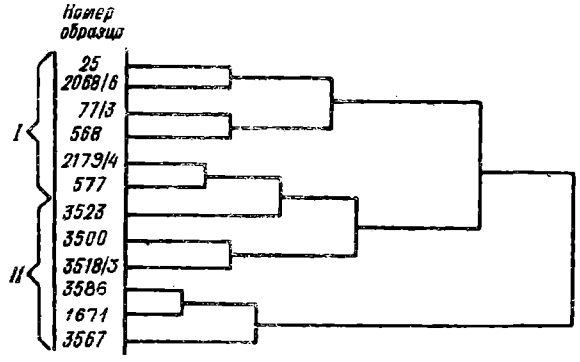


Рис.4. Кластерная диаграмма, составленная по данным декрепитации и анализа водных вытяжек из карбонатно-кварцевых жил позднепротерозойского (I) и позднепалеозойского (II) возрастов

тических парагенезисов, отражающих эволюцию поолемагматических растворов по латерали на ранней щелочной стадии и стадии кислотного выщелачивания, которые по вертикали меняются на позднюю щелочную. Состав растворов позднепалеозойских жил менялся соответственно от кальций-натриево-калиевого (обр.3567) через натриево-кальциевый (обр.3523) на кальциевый (обр.3500), оставаясь гидрокарбонатным слабощелочным. Результаты кластерного анализа (рис.4) подтверждают обособленность двух типов разновозрастных рудоносных жил.

Статистическими расчетами установлено, что наиболее сильная корреляционная связь отмечается между катионами $K^+(NH_4^+)$ и Na^+ с HCO_3^-, которые, в свою очередь, связаны и определяют pH среды. Максимальные и минимальные температуры декрепитации имеют сильные корреляционные связи с этими же катионами и анионами и pH среды, т.е. как при начальных условиях кристаллизации из гидротермальных растворов, так и при завершении кристаллизации Na^+ и HCO_3^- играли определяющую роль в субщелочной ($pH > 7$) среде.

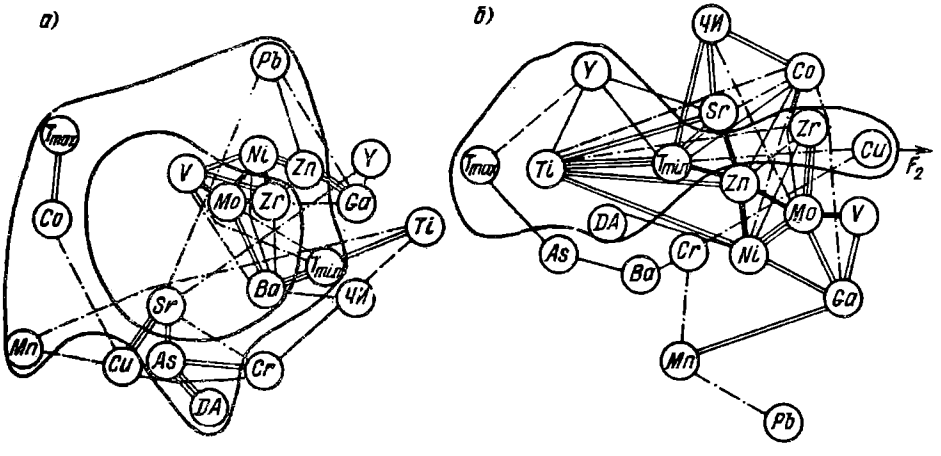


Рис.5. Схемы ветвящихся связей химических элементов, ДА, ЧИ, максимальной и минимальной температур декрепитации для позднепротерозойских (а) и позднепалеозойских (б) рудоносных тел

Элементы и данные декрепитационного анализа, нанесенные на схемы ветвящихся связей (рис.5), отражают зависимость первых от термометрических показателей. Для позднепалеозойских карбонатно-кварцевых жил (рис.5,а) отмечаются положительные корреляционные связи T_{max} с Co ; T_{min} с Ba , Ti , V , Mo ; ДА с As , Sr и ЧИ с Cr , T_{min} , Ba , Ti . Первые два типа связей определяют геохимическую специализацию начальных и конечных стадий кристаллизации гидротермальных растворов. Интенсивность вскрытия газово-жидких включений при нагревании, возможно, связана с наличием минеральных видов с As и Sr , а число импульсов на декрептограммах определяется интенсивностью проявления низкотемпературных процессов с новообразованием минералов, содержащих Cr , Ba , Ti Позднепалеозойские рудоносные тела (рис.5,б) имеют положительные корреляционные связи T_{max} с As , V ; T_{min} с Sr , Zn , Ti , Co , Zr , Cu ; ДА с Ni ; ЧИ со Sr , T_{min} , Co , Mo , V , которые интерпретируются аналогично предыдущему случаю.

Вариант для интерпретации факторной структуры можно предложить лишь для фактора F_3 позднепротерозойских жил и соответствующего ему фактора F_2 позднепалеозойских жил. Поскольку в этих факторах T_{max} и T_{min} имеют положительные нагрузки, а располагающиеся здесь же элементы не имеют между собой какой-либо закономерной корреляционной связи, предполагается, что концентрирование As , N , Pb , Co , Zn , Mn в жилах 1-го типа и Cu , Ba , Ti , Zr в жилах 2-го типа обусловливалось разнородными температурными полями.

Выводы

I. Изучение зон слабопроявленных гидротермально-метасоматических изменений в связи с разновозрастным гранитоидным магматизмом позволяет выделить в пределах Мининско-Большевистской миогеосинклинальной зоны два типа карбонатно-кварцевых жил с полисульфидной минерализацией позднепротерозойского и позднепалеозойского возрастов. Рудоносные тела 1-го типа выявлены в зонах зеленосланцевой фации метаморфизма и обусловлены формированием габбро-диорит-гранитовой серии позднего протерозоя в пределах Главного Таймырского разлома, сопровождающейся проявлением локального динамотермального метаморфизма. По мере удаления от зон магнометаморфической генерации наблюдается закономерная смена метасоматитов ранней щелочной стадии (биотитизация, реже амфиболизация и калишпатизация) на слабопроявленные березиты стадии кислотного выщелачивания, в связи с которыми и отмечаются карбонатно-кварцевые жилы данного генетического типа. Рудоносные тела 2-го типа также приурочены к терригенным толщам, метаморфизованным в условиях зеленосланцевой фации, но в связи с гранодиорит-гранитовой серией позднего палеозоя и формированием латеральной гидротермально-метасоматической зональности с последовательной сменой фельдшпатолитовых минеральных ассоциаций пропилитовыми и березит-аргиллитовыми. В последних и локализуются рудоносные карбонатно-кварцевые жилы.

2. Наиболее объективными данными для типизации среднетемпературных рудоносных жил явились методы декрепитации и анализа водных вытяжек. Для позднепротерозойских жил характерны пониженные значения декрепитационной активности и повышенные значения числа импульсов, что объясняется уменьшением количества генетически однородных включений за счет наложения послепротерозойских процессов. Для жил 2-го типа данные значения обратны и характеризуют первичные условия захвата включений в кварце при кристаллизации растворов. Состав растворов в кварце жил 1-го типа гидрокарбонатно-сульфатного кальциево-натриево-железистого слабокислого и субщелочного ряда, а в кварце жил 2-го типа – хлоридно-гидрокарбонатного натриево-кальциевого субщелочного.

3. В рудоносных карбонатно-кварцевых жилах установлена положительная корреляционная связь Au с Ni и As, а также K^+, Na^+, HCO_3^- и pH среды, а также выявлена ведущая роль анионов SO_4^- при формировании позднепротерозойских и HCO_3^- – позднепалеозойских жил.

4. Анализ корреляционных связей и факторных структур термометрических и геохимических данных позволяет предполагать, что источником рудного вещества при позднепротерозойской гидротермальной деятельности являлись преимущественно вмещающие породы, в первую очередь углеродистые пиритизированные сланцы, а при позднепалеозойской деятельности – интрузии гранодиорит-гранитовой серии.

ЛИТЕРАТУРА

Верниковский В.А., Забияка А.И., Забияка И.Д., Сердюк С.С. Полигенетичность золоторудной минерализации северного обрамления Сибирской платформы. В кн.: Критерии отличия метаморфогенных и магматогенных гидротермальных месторождений. Новосибирск, Наука, 1985, с. 58-64.

2. Елисеев Н.А. Метаморфизм. Л., Изд-во ЛГУ, 1959. 415 с.

3. Захаров Ю.И., Красиков З.М., Шануренко Н.К., Русаков Г.А. Вещественный состав и геохимические особенности кремнисто-углеродистых форм северного Таймыра. – В кн.: Геология и рудоносность Таймыро-Североземельской складчатой области. Л., изд. НИИГА, 1979, с. 24-39.

4. Плющев Е.В., Ушаков О.П., Шатов В.В. и др. Методика изучения гидротермально-метасоматических образований. Л., Недра, 1981. 262 с.

5. Проскурнин В.Ф. О проявлениях метасоматических процессов в Чукчинском гетерогенном массиве. – В кн.: Геология и метаморфогенное рудообразование докембрия Таймы Л., изд. ПГО „Севморгеология", 1983, с. 105-119.

6. Проскурнин В.Ф., Фокин В.И. Зональность и рудоносность экзоконтактовых гидротермально-метасоматических образований Коломейцевского гранитоидного массива (Центральный Таймыр). – Зап. ЛГИ, 1985, т. 104, с. 27-36.

7. Русаков Г.А., Фокин В.И. Полиметальное оруденение в кварцевых жилах севера Центрального Таймыра. – В кн.: Геология и метаморфогенное рудообразование докембрия Таймыра. – В кн.: Геология и метаморфогенное рудообразование докембрия Таймыра. Л., изд. ПГО „Севморгеология", 1983, с. 94-104.

8. Хорева Б.Я. *Геолого-петрологический анализ юго-восточной части Иртышской смятия.* М., Госгеолтехиздат, 1954. 180 с.

9. Шануренко Н.К. Общие особенности и эволюция металлогении Таймырской складчатой системы. – В кн.: Геология и метаморфогенное рудообразование докембрия Таймыр. Л., изд. ПГО „Севморгеология", 1983, с. 5-25.