Записки Ленинградского орденов Ленина и Трудового Красного Знамени горного института им. Г. В. Плеханова, т. XLVII, вып. 2, 1964 г.

ОКОЛОЖИЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПОРОД, ВМЕЩАЮЩИХ БЕРИЛЛОНОСНЫЕ ПЕГМАТИТЫ, И ИХ ПОИСКОВОЕ ЗНАЧЕНИЕ

Г. Ф. Кадыров

В последние годы в пегматитовых жилах одного из северо-западных районов СССР была обнаружена редкометальная колумбито-берилловая минерализация. Изученные автором околожильные изменения пород имеют поисковое значение.

В литературе, посвященной описанию и генезису редкометальных пегматитов, опубликованы результаты исследований приконтактовых изменений пород, вмещающих бериллоносные [1] и сподуменовые [3, 4, 6, 14] пегматиты. Во всех этих работах генезис пегматитов и образование приконтактовых изменений вмещающих пород объясняются с позиций А. Е. Ферсмана, допускающего существование специфического пегматитового расплава.

Настоящее исследование основано на генетических положениях В. Д. Никитина [7, 8, 9] о том, что процессы формирования пегматитов и процессы изменения вмещающих пород являются сопряженными и вызваны одними и теми же постмагматическими растворами. Растворы или проходят через пегматитовые жилы, отлагая в них минеральные компоненты, или рассеиваются среди вмещающих пород.

Геологическое строение и пегматиты района. Метаморфические породы архея слагают бо́льшую часть (около 80%) территории района и представлены мелапократовыми и лейкократовыми биотитовыми и гранато-биотитовыми гнейсами с резко подчиненными им амфиболитами, биотит-амфиболовыми и двуслюдяными гнейсами. Гнейсы связаны между собой постепенными переходами. Общая мощность пород гнейсовой толщи примерно 8000 *м*.

Интрузивные образования архея представлены диоритами, олигоклазовыми и микроклиновыми гранитами.

Стратиграфическое положение диоритов неопределенное, так как наряду со взаимными переходами между олигоклазовыми гранитами и диоритами, местами наблюдается четкая инъекция диоритов олигоклазовыми гранитами.

Олигоклазовые граниты, гнейсо-гранодиориты и частично мигматиты (граниты группы I) окаймляют район с севера и северо-востока и во всех случаях залегают согласно с вмещающими породами, образуя крупные тела, вытянутые в северо-западном направлении. Их более древний возраст, по сравнению с существенно микроклиновым гранитом (гранит группы II), доказывается тем, что гнейсы, инъецированные гранитом группы I, и сами граниты группы I прорываются микроклиновыми гранитами. Гнейсо-гранодиориты и олигоклазовые граниты сопровождаются соответствующими группами пегматитов.

Микроклиновые, плагио-микроклиновые и плагиоклазовые граниты и их пегматиты (граниты группы II) встречаются в различных частях опи-

сываемой территории в виде небольших массивов (до 5 $км^2$), вытянутых в северо-западном направлении согласно со структурой вмещающих пород. Вмещающими породами для гранитов этой группы являются гнейсы и олигоклазовые граниты. По возрасту граниты группы II условно относят к образованиям верхнеархейской эпохи диастрофизма, так как верхняя стратиграфическая граница гранитов точно не известна, ибо нормального стратиграфического контакта их с образованиями протерозоя в районе не наблюдалось. С гранитами группы II связаны две фазы пегматитообразования.

Протерозойская группа геологических образований на территории района развита незначительно. К протерозою относятся массивы микроклиновых гранитов (граниты группы III). Они вытянуты в северо-восточном направлении и секут складчатые структуры гнейсового комплекса.

К палеозойской группе пород относятся широко распространенная в районе формация даек диабазов, комплекс сложных массивов щелочных и ультраосновных пород и небольшое количество кварцкальцитовых жил с полиметаллическим оруденением.

Кайнозойская группа состоит из ледниковых отложений четвертичной системы, которые местами закрывают значительные площади развития кристаллических пород.

Вследствие условности возрастных взаимоотношений стратиграфическое положение отдельных комплексов пород докембрия по мере геологического изучения района неоднократно менялось. Фактический литературный материал и личные исследования автора позволяют выделить следующие четыре возрастные группы пегматитов, генетически связанные с соответствующими четырьмя большими группами интрузивных пород: А — пегматиты комплекса диоритов; Б — пегматиты олигоклазовых гранитов группы *I*; В — пегматиты плагио-микроклиновых и микроклиновых гранитов группы II; Г — пегматиты микроклиновых и плагиомикроклиновых гранитов группы III.

Распространение этих четырех возрастных групп различное: диоритовые пегматиты составляют от общего количества зафиксированных жил (около 5000) примерно 1—2%; пегматиты олигоклазовых гранитов группы I — около 25%; остальная масса пегматитов представлена нерасчлененными пегматитами гранитов групп II и III, причем последней группы, вероятно, не более 5—10%.

Бериллоносные пегматиты, по нашим данным, связаны с гранитами группы II. Образование пегматитов гранитов этой группы имело место после завершения архейской фазы складкообразования, когда упругая пластическая деформация сменилась хрупкой, и происходило в две фазы.

Пегматиты первой фазы выполняют полости, связанные с пликативной и дизъюнктивной тектоникой. Форма жил в связи с этим разнообразная: линзовидная, штокообразная, псевдоседловидная, сетчатая, дайкообразная. Минеральный состав пегматитов этой подгруппы зависит в основном от состава материнского массива.

Обычно цвет гранит-пегматита грязно-розовый, структура гранитовая, гранит-пегматитовая, текстура часто порфировидная, что проявляется в крайней неравномерности зерна породы, в которой выделяются порфировидные метакристаллы микроклина (до 20 × 50 *см*) и основная кварц-полевошпатовая мелкозернистая масса.

Минеральный состав гранит-пегматита следующий: главные породообразующие минералы — микроклин 40%, кварц 40%, плагиоклаз (олигоклаз) 15%, мусковит 5%, биотит 1%; второстепенные минералы — турмалин, гранат, хлорит, карбонат, циркон, апатит, сфен, ксенотим, эпидот, пирит, халькопирит, молибденит, арсенопирит, шеелит, висмутин, базовисмутин, рутил, анатаз, лимонит, гематит, колумбит.

Жилы фазы I сложены пегматитом мелкозернистых структур, дифференциация в них почти не проявлена, за исключением тех случаев, когда пегматиты залегают в благоприятных тектонически ослабленных зонах.

Пегматиты второй фазы выполняют трещины, возникшие при дизъюнктивной тектонике. Пегматитовые жилы наблюдаются в виде поперечных или продольных секущих дайкообразных жил. Для них характерен существенно микроклиновый состав и крупнокристаллические структуры перекристаллизации (неясногра фическая, блоковая, пегматоидная). Жилы этой группы встречаются редко и как правило приурочены к тектонически ослабленным зонам. Взаимоотношения (пересечения) жил первой и второй фаз пегматитообразования отмечены в четырех местах района. Под воздействием постмагматических растворов, циркулировавших в тектонически ослабленных зонах, в части плагио-микроклиновых пегматитов фазы I и почти во всех пегматитах фазы II пегматитообразования проявлены процессы интенсивной перекристаллизации, альбитизации, метасоматического образования турмалина, мусковита, граната, апатита, берилла, колумбита и др. При этом из микроклин-плагиоклазовых они превращаются в плагио-микроклиновые, существенно микроклиновые и альбитовые. Количество и состав второстепенных и акцессорных минералов резко меняется. Эти пегматиты интересны скоплением мусковита и берилла.

В формировании бериллоносных пегматитов изучаемого района выделяются три стадии (табл. 1). На первой образуются так называемые «простые» пегматиты, состоящие в основном из полевых шпатов и кварца. В последующие стадии под воздействием постмагматических растворов, богатых летучими компонентами и редкими металлами, образуются «сложные» пегматиты с мусковитом, бериллом, танталит-колумбитом, гранатом, турмалином и др.

Таблица 1

Процессы изменения пород, вмещающих пегматиты

Стадии формирования пегматитов	Изменение вмещающих пород	
	Биотитовые, гранато-биотитовые и другие гнейсы	Амфиболиты, амфиболо-биотитовые гнейсы (и диориты)
Интрузивная	Нормальный контактовый метаморфизм и мигматизация	
Перекристаллизации (вынос во вмещающие породы K)	Незначительная мусковитизация	Незначительная биотитизация
Метасоматическая (вынос во вмещающие породы K, B, Na, P, SiO_2, Be и др.)	Интенсивная мусковитизация с образованием слюдитовых оторочек	Биотитизация и эпидотизация
	Развитие метакристаллов турмалина и граната	
	«Грейзенизация», карбонатизация	

Намеченная последовательность формирования пегматитов хорошо согласуется со схемой пегматитообразования В. Д. Никитина [9]. Она принята в настоящее время большинством геологов, изучающих описы-

ваемый район. Дискуссионными являются лишь второстепенные моменты минералообразования для отдельных пегматитовых месторождений района. Иной взгляд на происхождение бериллоносных пегматитов района у Н. А. Солодова [11], считающего вслед за А. Е. Ферсманом и К. А. Власовым основной причиной появления редкометальных зон в пегматитах «изначальную геохимическую специфику пегматитовых расплавов».

Околожильные изменения горных пород, вмещающих пегматиты. Пегматитовые жилы залегают преимущественно в гнейсах, отчасти в амфиболитах, реже в гнейсо-диоритах и весьма редко в гранитах.

В первую магматическую стадию формирования пегматитов вмещающие горные породы испытали воздействие интрузивного магматического материала, образовавшего жильные тела первичных мелко- и среднезернистых гранит-пегматитовых пород. В эту стадию наблюдается нормальный контактовый метаморфизм и приконтактовая мигматизация вмещающих пород.

Нормальный контактовый метаморфизм вмещающих пород выражается в перекристаллизации полевых шпатов и кварца вмещающих пород с образованием крупных метакристаллов. Наиболее отчетливо это проявляется, когда состав полевых шпатов пегматитовых жил вмещающих гнейсов различен. Ширина ореола появления метакристаллов тем больше, чем мощнее пегматитовые жилы и чем более крупнокристалличен пегматит.

Процессы переплавления и ассимиляции вмещающих пород, обычно характерные для зоны нормального контактового метаморфизма, в изучаемом районе практически не наблюдаются, поэтому контакты пегматитовых жил с вмещающими гнейсами, амфиболитами и гранитами весьма четкие («приваренные»), прямолинейные или извилистые в зависимости от характера трещины, заполняемой пегматитовым материалом.

Мигматизация вмещающих пород пегматитовым материалом — типичное для района явление, особенно для тектонически ослабленных участков. Обычно это — мигматиты типа артеритов, образовавшиеся в результате внедрения гранит-пегматитовой магмы в трещиноватые околожильные зоны. От характера последних зависит мощность зон мигматизации; как правило, они меньше мощности самих жил. Местами гнейсы настолько насыщены пегматитовым материалом, что их валовый химический состав тождественен химическому составу пегматитов.

Стадии перекристаллизации соответствуют незначительные изменения вмещающих пород (мусковитизация гнейсов, биотитизация и эпидотизация амфиболитов).

В метасоматическую стадию формирования пегматитов постмагматические растворы вызывают во вмещающих породах четкие околожильные изменения. Необходимыми условиями их проявления являются развитие постмагматических метасоматических процессов в самом пегматитовом теле и наличие в экзоконтакте тектонически ослабленных зон. От интенсивности и характера проявления метасоматических процессов в пегматите и околожильной тектоники зависят, соответственно, мощность и тип ореола приконтактовых изменений. Следы околожильной тектоники проявляются в образовании плойчатости, катаклаза, бластоцементных структур и пр.

Ниже дается характеристика околожильных изменений пород гнейсовой толщи, амфиболитов и диоритов под воздействием постмагматических растворов.

Постмагматические растворы в метасоматическую стадию формирования пегматитов вызывают околожильные изменения гнейсов: мусковитизацию гнейсов с образованием слюдитовых оторочек, турмалинизацию гнейсов, развитие цепочек, скоплений и отдельных кристаллов турмалина и граната, «грейзенизацию» и карбонатизацию гнейсов.

Околожильные изменения амфиболитов и амфиболсодержащих гнейсов[1] несколько отличны от околожильных изменений гнейсов. К ним относятся: эпидотизация, биотитизация, турмалинизация, «грейзенизация», карбонатизация. Общими для пород гнейсового комплекса и амфиболитов являются процессы турмалинизации, развитие турмалиновых и гранатовых оторочек, «грейзенизация» и карбонатизация.

Мусковитизация гнейсов развивается путем метасоматического замещения биотита, плагиоклаза, граната, кианита и других минералов мусковитом.

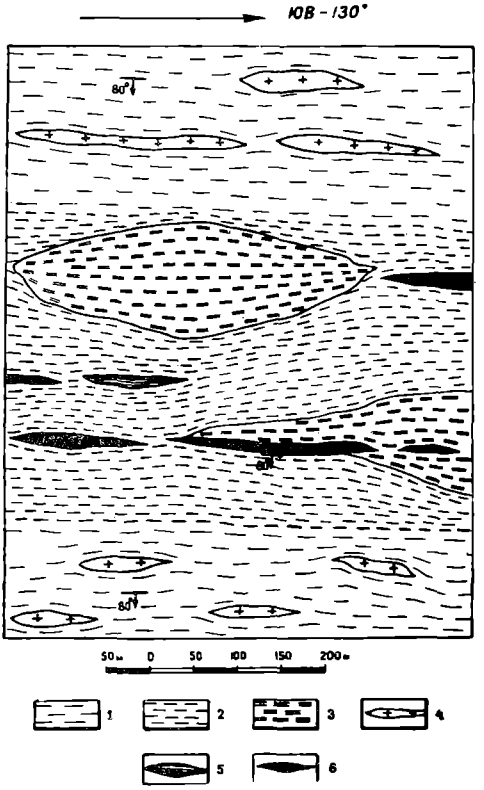


Рис. 1. Схема расположения двуслюдяных гнейсов и пегматитовых жил:

1 — биотитовые гнейсы; *2* — милонитизированные биотитовые гнейсы; *3* — двуслюдяные гнейсы; *4* — простые пегматитовые жилы; *5* — «тектонизированные» пегматитовые жилы полосчатой текстуры; *6* — бериллоносные пегматитовые жилы

При интенсивном метасоматическом замещении гнейсов образуются ленточки из пластинок мусковита, которые слагают слюдитовые оторочки, расположенные вдоль зальбанда и в околожильной зоне пегматитовых тел. Мощность слюдитовых оторочек обычно 1—15 *см*, реже 25—30 *см* и в единичных случаях 1 *м*, длина оторочек незначительная.

Все перечисленные выше приконтактовые изменения вмещающих пород имеют локальный характер развития, за исключением мусковитизации, которая при определенных условиях охватывает значительные по площади участки, образуя так называемые двуслюдяные гнейсы.

Двуслюдяные гнейсы встречаются в виде линз и прослоев среди пород гнейсовой толщи, иногда их размеры достигают такой величины, что они могут быть изображены на карте масштаба 1 50000—1 25000. Обычно двуслюдяные гнейсы приурочены к сильно дислоцированным участкам биотитовых гнейсов, где интенсивно развита мелкая складчатость, катаклаз, мигматизация и развитие метасоматически измененных пегматитов (рис. 1).

Внешне от биотитовых гнейсов они отличаются более светлой окраской (преимущественно светло-серого и серого цвета) и наличием большого количества мусковита. Двуслюдяные гнейсы имеют грубосланцеватую текстуру и содержат тонкие прожилки кварцево-плагиоклазового и кварцево-микроклинового состава. Переход от биотитовых гнейсов к двуслюдяным постепенный. Двуслюдяные гнейсы образовались за счет биотитовых и других гнейсов в результате калиевого метасоматоза. Структура их лепидогранобластовая и порфиробластовая. Порфиробластами является плагиоклаз, который нередко замещается мелкочешуйчатым мусковитом,

[1] Амфиболиты сложены в основном двумя минералами: амфиболом (обыкновенной роговой обманкой) 50% и плагиоклазом (андезином) 50%. В качестве второстепенных присутствуют гранат, биотит, сфен, пироксен.

или биотит, по которому развиваются пластинки мусковита. Главными породообразующими минералами являются кварц, мусковит, биотит. Плагиоклаз (олигоклаз) наблюдается в виде реликтов. Количество плагиоклаза и биотита зависит от степени мусковитизации. Из второстепенных минералов, на долю которых приходится менее 5%, присутствуют гранат, микроклин (редко), турмалин и другие; акцессорные минералы — циркон, ортит, рутил, апатит. По сравнению с неизмененными гнейсами, в двуслюдяных гнейсах заметно увеличивается содержание кварца, появляющегося при замещении мусковитом плагиоклаза. Плагиоклаз всегда сильно серицитизирован. При почти полном замещении плагиоклаза порода по составу и структуре приближается к сланцам.

По данным спектральных и химических анализов, двуслюдяные гнейсы, в отличие от неизмененных биотитовых и амфиболитов, имеют повышенное содержание редких элементов: ниобия до 0,03% редких земель до 0,01%, олова до 0,003%. Полуколичественные спектральные анализы (табл. 2) образцов пород, отобранных Л. И. Гордиенко, указывают на обогащенность вмещающих пород приконтактовой зоны литием и бериллием, в 3—4 раза большую, чем в неизмененных породах.

Таблица

Полуколичественный спектральный анализ пород

Порода	Литий		Бериллий	
	Число определений	Среднее содержание, %	Число определений	Среднее содержание, %
Биотитовые гнейсы	43	0,106	51	0,0001
Мономинеральные амфиболиты	42	0,060	24	0,0001
Полевошпатовые амфиболиты	67	0,158	42	0,0001
Плагиоклаз-кварц-биотитовые породы с турмалином и мусковитом из приконтактовой зоны бериллоносной жилы	11	0,432	15	0,0004
Кларк по А. П. Виноградову [2]		0,005		0,00035

На генетическую связь двуслюдяных гнейсов с пегматитами указывают их пространственная связь с одними и теми же тектоническими ослабленными зонами, одинаковый тип процессов замещения, заметная обогащенность двуслюдяных гнейсов по сравнению с неизмененными гнейсами теми же редкими элементами, которые содержатся в замещенных пегматитах. Когда в двуслюдяных гнейсах наблюдаются процессы турмалинизации или когда двуслюдяные гнейсы вмещают пегматиты, генетическая связь их с пегматитами становится более очевидной.

Двуслюдяные гнейсы, не связанные пространственно с пегматитовыми жилами, следует, по-видимому, рассматривать как «следы» прошедших постмагматических растворов.

Охарактеризованные двуслюдяные гнейсы надо отличать от подобных образований, возникающих при «высокотемпературном метасоматозе ультраметаморфизма» [13] и региональной гранитизации [12]. В последнем случае наблюдается развитие мусковита и микроклина по биотитовым гнейсам и биотита с микроклином по амфиболитам. В отличие от изученных нами двуслюдяных гнейсов образующиеся при «ультраметаморфизме» и «гранитизации» минералы развиты в метаморфических породах, распространенных на громадных территориях.

Эпидотизация амфиболитов происходит при интенсивной гидротермальной переработке «тектонизированных» пород этой группы с образованием амфиболо-эпидотовых сланцев и эпидозитов. Мелкозернистый эпидот и минералы его группы (клиноцоизит, цоизит) развиваются одно-

временно с вторичным биотитом путем замещения плагиоклаза и амфибола с выделением остаточного кварца. Эпидот, пренит, клиноцоизит развиваются в виде изометричных зерен различной величины и составляют плотную массу, сопровождаемую остаточным кварцем и иногда новообразованным биотитом. Внешне эпидотизированные амфиболиты представляют собой тонкозернистые породы зеленого цвета, постепенно переходящие в нормальные амфиболиты. Мощность эпидотизированных зонок и оторочек обычно 1—5 *см*, реже 0,5 *м*.

Биотитизация пород амфиболитовой группы происходит параллельно с мусковитизацией биотитовых гнейсов в результате калиевого метасоматоза. Биотит в виде чешуек развивается в интерстициях амфибола. Часто он не образует отдельных кристаллов, находится в срастании с амфиболом. В шлифах биотит имеет светло-бурую окраску с плеохроизмом в соломенно-желтых тонах. В результате биотитизации амфиболиты превращаются в контакте с пегматитом в биотитовый слюдит. Такие слюдитовые оторочки около жил имеют мощность 1—15 *см*. Иногда в пегматите в самом контакте его с основными породами образуется оторочка из толстотаблитчатых кристаллов биотита.

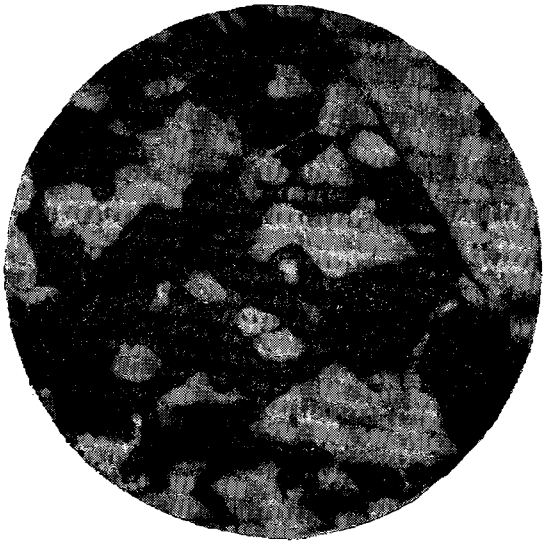


Рис. 2. Кристаллы турмалина в экзоконтактовой оторочке биотитового гнейса. Без анализатора. ×36

Турмалин метасоматически развивается по плагиоклазу, амфиболу, биотиту, кварцу и другим, что доказывается реликтами зерен этих минералов в турмалине (рис. 2). В шлифах турмалин имеет зеленый цвет с четко выраженным плеохроизмом. По оптическим константам турмалин соответствует шерлу.

В одних условиях турмалин развивается в виде крупных метакристаллов, ориентированных согласно сланцеватости пород. Форма кристаллов турмалина брусковидная и боченковидная, длина 0,5—5 *см*, сечение 0,1—2 *см*. Кристаллы группируются в виде цепочек или разрознены. Цепочки кристаллов турмалина развиваются обычно во вмещающих породах в 1—1,5 *м* от контакта, иногда встречаются и вдалеке от жил в двуслюдяных гнейсах.

В другом случае турмалин развивается в виде мелких (менее 1 *см* в длину) кристаллов, равномерно распределенных в породе с различной ориентировкой, образуя зоны, полосы, оторочки микрокристаллического агрегата, согласные с зальбандами жил. Мощность таких турмалиновых оторочек достигает 5—20 *см* (рис. 3).

Гранат, так же как и турмалин, развивается в экзоконтакте жил в виде одиночных идиоморфных зерен и оторочек, но встречается значительно реже, чем турмалин. Размеры кристаллов 0,2—2 *мм*. В гранате всегда наблюдаются включения различных минералов замещенной породы.

«Грейзенизация» — термин, под которым геологи, изучающие пегматиты исследуемого района, подразумевают изредка наблюдаемое явление

окварцевания и серицитизации пегматита и вмещающих пород. При этом в измененной породе появляются мусковит, турмалин, гранат, апатит, берилл, танталит-колумбит. Мощность околожильных зон, захватываемых этими процессами, находится в прямой зависимости от трещиноватости вмещающих пород. Обычно она составляет не более 0,5 *м*, но иногда грейзенизированные участки встречаются в нескольких метрах от берилл-лоносной жилы.

Карбонатизация вмещающих пород является результатом воздействия низкотемпературных гидротермальных растворов последней стадии формирования пегматитов. Обычно карбонат представлен кальцитом, который в трещиноватых породах цементирует все минералы и также развивается за счет плагиоклаза, амфибола, биотита.

Околожильные изменения диоритов сходны с околожильными изменениями амфиболитов. Плагиоклаз (андезин) замещается минералами эпидотовой группы — эпидотом, клиноцоизитом, цоизитом с образованием эпидот-кварцевого агрегата. Пироксен (гиперстен) под воздействием сильных щелочных растворов замещается субщелочным амфиболом (куммингтонитом) черного цвета с плеохроизмом в синих тонах. Под воздействием слабых щелочных растворов пироксен обесцвечивается и замещается амфиболом в смеси с биотитом. Иногда в результате контактового воздействия в диоритах развивается гранат и сульфиды.

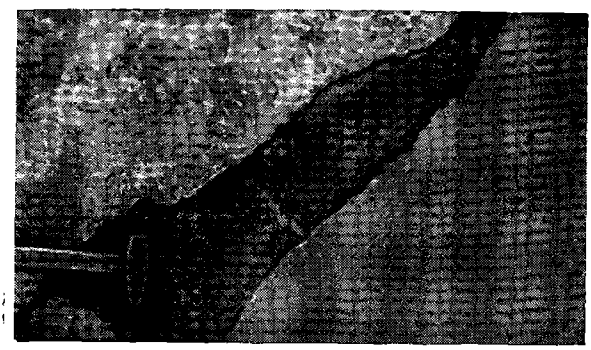


Рис. 3. Турмалиновая оторочка на контакте пегматитовой жилы (светлое слева) с амфиболо-биотитовыми гнейсами. Забой расчистки. Фото В. С. Богдановой

Особенности околожильных изменений и их поисковое значение. Главнейшей особенностью приконтактовых изменений вмещающих пород является сходство типа и последовательности изменений в них с соответствующими стадиями формирования пегматитов. Последовательность процессов изменений в породах доказывается, так же как и в пегматитах, структурами пересечения ранних минералов более поздними.

Мусковитизация гнейсов и биотитизация амфиболитов происходят при развитии в пегматите кварц-мусковитового комплекса в начале метасоматической стадии формирования пегматитов. Эпидотизация сопровождает биотитизацию.

Турмалинизация является следующим по времени изменением, что доказывается наличием реликтов мусковита в метакристаллах турмалина. Развитие метакристаллов граната близко по времени с турмалинизацией.

«Грейзенизация» и карбонатизация — последние по времени процессы изменения пород. На это достаточно убедительно указывают структуры разъедания и пересечения кварцем и серицитом минералов вмещающих пород при «грейзенизации» и структуры цементации при карбонатизации.

Поступление постмагматических растворов во вмещающие породы, так же как и в пегматиты, происходило пульсационно. Кроме четкой последовательности околожильных изменений вмещающих пород во времени, об этом свидетельствует, например, троекратная мусковитизация пород: 1) незначительная мусковитизация гнейсов в стадию перекристаллизации пегматитов; 2) интенсивная мусковитизация гнейсов (и биотитизация

амфиболитов) в начальный этап метасоматического преобразования пегматитов; 3) развитие более позднего мусковита — серицита по плагиоклазу, по трещинам в метакристаллах граната и развитие более позднего биотита по трещинам в метакристаллах турмалина из турмалиновой оторочки в амфиболитах (рис. 4).

Второй особенностью околожильных изменений породы является локальность распространения, приуроченность к определенным трещинам или системе трещиноватости около зальбандов жил. Лишь иногда эти изменения проявляются в стороне от пегматитовых тел, и очень редко — на значительном расстоянии от пегматитов. Исключением является мусковитизация гнейсов, которая охватывает значительные площади, приуроченные к тектонически ослабленным зонам интенсивной мелкой складчатости и плойчатости гнейсов, и в результате которой образуются двуслюдяные гнейсы, пространственно залегающие в одних тектонических зонах с пегматитовыми жилами. Пространственно кусты пегматитовых жил с редкометальной минерализацией и двуслюдяные гнейсы находятся в единых продуктивных тектонически ослабленных зонах. Часто кусты редкометальных жил и двуслюдяные гнейсы располагаются кулисообразно (см. рис. 1). Это свидетельствует о том, что одни и те же порции постмагматических существенно калиевых растворов или проходят через пегматитовые жилы, отлагая в них полезные компоненты, или рассеиваются среди гнейсов, мусковитизируя их. Последнее обстоятельство подтверждается повышенным содержанием редких элементов в двуслюдяных гнейсах.



Рис. 4. Развитие позднейшего биотита по продольным и поперечным трещинам в кристалле турмалина из турмалиновой оторочки в амфиболите. Без анализатора. ×36

По-видимому, вмещающие породы под воздействием постмагматических растворов изменялись двояким образом: 1) под воздействием веществ, приносимых постмагматическими растворами (например, широкое развитие мусковитизации и турмалинизации гнейсов с образованием двуслюдяных мусковит-биотитовых гнейсов, а также грейзенизация и карбонатизация пород); 2) при резком различии химического состава вмещающих пород и пегматитовых жил под воздействием биметасоматических реакций с выносом из пегматитов щелочей и обогащением пегматита магнием, железом, алюминием (например, образование слюдитовых оторочек в экзоконтакте с дистено-биотитовыми гнейсами и соответственно появление андалузита в эндоконтактовой зоне пегматита, а также образование биотитовых слюдитов в контакте основных пород и пегматитов).

По типам изменения боковых пород можно судить о химизме постмагматических растворов. Мусковитизация гнейсов, развитие щелочного амфибола по пироксену, биотитизация амфибола происходили, по-видимому, при щелочном метасоматозе. Замещение моноклинного пирок-

сена амфиболом, ромбического пироксена серпентином, процессы окварцевания осуществлялись уже при кислотных и иных условиях.

Околожильные изменения горных пород, вмещающих пегматиты, имеют важное поисковое значение. По ним можно судить о типе пегматитовой жилы и характере проявленной в ней минерализации.

Незначительная мусковитизация гнейсов сопровождает жилы, в которых проявилась стадия перекристаллизации, и указывает на наличие в ней крупнозернистых структур.

Интенсивная мусковитизация гнейсов и биотитизация амфиболитов сопровождает жилы, содержащие кварц-мусковитовый комплекс.

Развитие как в основных породах, так и в породах гнейсовой толщи черных турмалиновых и красных гранатовых оторочек свидетельствует о наличии в жиле метасоматически образованных минералов — мусковита, турмалина, граната, берилла. Однако о масштабе редкометальной минерализации по этим околожильным изменениям судить нельзя — они являются лишь качественным, а не количественным индикатором. Мощность ореола околожильных изменений также не является указателем интенсивности минерализации жилы, так как она зависит и от околожильной тектоники.

«Грейзенизация» и карбонатизация вмещающих пород, которые до сих пор отмечались только около жил с промышленно интересным оруденением, являются более надежным указателем интенсивной метасоматической переработки пегматитовых жил и наличия в них практически интересной редкометальной минерализации.

Мусковитизация, эпидотизация, биотитизация, турмалинизация и прочие изменения вмещающих пород помогают отличать жилы с постмагматической минерализацией от бесперспективных, что весьма важно при выборе жил для вскрытия горными выработками и детального изучения.

Выводы

Процессы формирования пегматитов и процессы изменения вмещающих пород являются сопряженными и вызваны одними и теми же постмагматическими растворами, которые или проходят через пегматитовые жилы, отлагая в них минеральные компоненты, или рассеиваются среди гнейсов. Каждому этапу формирования пегматитов соответствует свой тип околожильных изменений вмещающих пород.

Двуслюдяные гнейсы являются «следами» прошедших постмагматических растворов.

Описанные в статье явления околожильных изменений вмещающих пород и их теоретическое объяснение подтверждают идеи В. Д. Никитина о возможности нахождения на территории полей редкометальных пегматитов «ловушек» редкометального оруденения иного типа, чем пегматитовые тела [8].

ЛИТЕРАТУРА

1. Беус А. А. О природе аплитовидной зоны гранитных пегматитов. Тр. Мин. музея АН СССР, 1950, вып. 2.

2. Виноградов А. П. Распределение химических элементов в земной коре. Геохимия, 1956, № 1.

3. Гинзбург А. И. К вопросу о взаимодействии вмещающих пород и гранитных пегматитов натро-литиевого типа. Тр. Мин. музея АН СССР, 1959, вып. 9.

4. Гинзбург И. В. О вариациях состава минералов в зоне контакта сподуменовых пегматитов и основных пород Кольского полуострова. Тр. Мин. музея АН СССР, 1957, вып. 8.

5. Кадыров Г. Ф. К вопросу о строении и генезисе пегматитов мыса Пинагорий. Мат. по геологии и полезным ископаемым Северо-Запада РСФСР, 1960, вып. 2.

6. Назарова А. С., Родионов Г. Г., Тимофеев И. П. Механизм образования пегматитовых тел. Геология месторождений редких элементов, 1960, вып. 7.

7. Никитин В. Д. Процессы перекристаллизации и метасоматоза в слюдоносных и керамических пегматитах. Зап. ЛГИ, 1952, т. XXVII, вып. 2.

8. Никитин В. Д. К теории генезиса пегматитов. Зап. ЛГИ, 1955, т. XXX, вып. 2.

9. Никитин В. Д. Условия формирования редкометальных и слюдоносных пегматитов. Докл. советск. геологов на XXI сессии МГК. Изд-во АН СССР, 1960.

10. Никитин В. Д., Садовский Ю. А., Филиппов В. А. Природа ниоботанталовой минерализации в редкометальных пегматитах. Зап. ЛГИ, 1957, т. XXXIV, вып. 2.

11. Солодов Н. А. Главные промышленные типы редкометальных пегматитов. Тр. ИМГРЭ, 1961, вып. 5.

12. Судовиков Н. Г. Тектоника, метаморфизм, мигматизация и гранитизация пород Ладожской формации. Тр. Лаб. геол. докембрия АН СССР, 1954, вып. 5.

13. Шуркин К. А. Беломорский комплекс Северной Карелии и Юго-Запада Кольского полуострова. Тр. Лаб. геол. докембрия АН СССР, 1962, вып. 14.

14. Щербин С. С., Осетров О. А. Первичные ореолы рассеяния редких элементов пегматитов, как критерии поисков скрытого оруденения. Геология рудных месторождений, 1961, № 6.