

А К А Д Е М И Я  Н А У К  С С С Р

ТРУДЫ МИНЕРАЛОГИЧЕСКОГО МУЗЕЯ

Выпуск 2

Редакторы: акад. Д. С. Белянкин и д-р геол.-мин. наук Г. П. Барсанов

А. А. БЕУС

### О ПРИРОДЕ АПЛИТОВИДНОЙ ЗОНЫ ГРАНИТНЫХ ПЕГМАТИТОВ

Аплитовидные оторочки, расположенные в приконтактных участках пегматитовых образований, характерны для большинства пегматитов, особенно для тех из них, которые залегают среди инородных по составу сланцеватых пород.

В большинстве случаев исследователи обращают мало внимания на аплитовидную оторочку пегматитовых тел, выделяя ее под названием аплитовой зоны, хотя последняя обычно ничего общего по генезису с аплитом не имеет.

Изучение аплитовидной зоны имеет большое значение для понимания процесса взаимодействия с боковой породой, проявляющегося, повидимому, в различной степени в большинстве пегматитовых образований. Именно в процессе образования аплитовидной оторочки пегматита должен был происходить обмен между пегматитовым расплавом и вмещающими породами, в какой-то степени отличными по составу от пегматита.

Автор настоящей работы изучил аплитовидные зоны наиболее высокотемпературных пегматитов Туркестанского хребта, где подобные зоны не изменены позднейшим наложением процессов замещения, изменяющих первоначальный облик аплитовидных оторочек.

Аплитовидная зона пегматитов биотито-микроклинового (графического) типа представляет собой мелкозернистую породу, расположенную на контакте пегматитовой жилы с вмещающими гранитами и по внешнему виду близкую к последним. Мощность аплитовидной зоны не превышает 3 см. Макроскопически заметно обогащение зоны и приконтактных участков гранита мелкими иголочками черного турмалина.

Для выяснения характера аплитовидной зоны было проведено изучение нескольких ориентированных шлифов, взятых последовательно вкрест простирания пегматитовой жилы. Микроизучение разреза сопровождалось валовыми химическими анализами.

#### ОПИСАНИЕ РАЗРЕЗА

1. Гранит в 2 м от пегматитовой жилы представлен обычным порфировидным биотитовым гранитом.

Породообразующие минералы: микроклин, кварц (с волнистым погасанием, часто катаклазирован), плагиоклаз (№ 25—45), биотит, зеленая роговая обманка.

Акцессорные минералы: апатит, сфен и др. Встречаются отдельные иголки черного турмалина.

2. Гранит в 1 м от пегматитовой жилы почти не отличается от вышеописанного. Несколько больше черного турмалина и меньше зеленой роговой обманки.

3. Гранит в 50 см от пегматитовой жилы аналогичен предыдущему.

4. Гранит в 30 см от пегматитовой жилы также не несет заметных изменений. В одном из шлифов отмечено появление мусковита и увеличение количества черного турмалина, связанное с трещинкой, направленной в сторону пегматита.

5. Гранит в 10 см от пегматитовой жилы представлен обычно двуслюистой разностью, отличающейся от типичного биотитового гранита присутствием мусковита, развивающегося по биотиту, и малым количеством роговой обманки, место которой занимает черный турмалин.

6. Экзоконтактовые участки пегматитовой жилы характеризуются типичной гранитной структурой. В составе их наблюдаются слабо измененные кристаллы микроклин-пертита, биотита, мелкие чешуйки мусковита по биотиту и микроклину, а также магнетит, связанный с мусковитизированным биотитом. Кварц в основном представлен крупными катаклазированными зернами. В небольшом количестве присутствуют поздний мелкозернистый кварц, разьедающий вместе с мусковитом полевые шпаты. Мелкие зерна позднего кварца характеризуются отсутствием волнистого погасания и следов катаклаза. Таким образом, экзоконтактовая часть пегматитовой жилы, неразрывно связанная с аплитовидной зоной, представляет собой слабо измененный типичный гранит.

7. Центральные участки аплитовидной зоны (на расстоянии 1—2 см от предыдущего шлифа) характеризуются двумя генерациями полевых шпатов. Первая генерация как плагиоклаза (№ 21—27), так и микроклина представляет собой разрушенные зерна с точечными включениями кварца и мусковита. Зерна эти разьедаются по периферии альбитом II (№ 2—5). Микроклин II представлен редкими свежими зернами с четкой двойниковой решеткой. Отмечены случаи образования свежих зерен микроклина II за счет измененного микроклина I. Кварц, помимо катаклазированных зерен, представлен равным количеством позднего кварца, разьедающего полевые шпаты. Биотит, имеющий в экзоконтакте характерную пластинчатую форму, здесь представлен весьма неправильными выделениями и интенсивно замещается мусковитом. В всячем боку жилы наблюдается повышенное содержание мелких иголок черного турмалина.

8. Эндоконтактовые участки аплитовидной зоны близ границы с графической зоной характеризуются резким преобладанием зерен свежего микроклина, местами образующего микрографические срастания с кварцем. Помимо катаклазированного кварца гранитов, появляется новая генерация, представленная крупными зернами со слабым волнистым погасанием. Широко развит и поздний мелкозернистый кварц, вместе с мелкими чешуйками мусковита разьедающий полевые шпаты. Очень редко встречаются реликты зерен плагиоклаза и микроклин-пертита гранитов. Биотит отсутствует. Всегда присутствуют микроскопические призмочки апатита. Контакт с графической зоной весьма резкий.

9. Графическая зона на контакте с аплитовидной иногда обогащена черным турмалином, причем обычно турмалин приурочен к всяческому боку жилы. Его крупные конусовидные кристаллы, расположенные перпендикулярно контакту всячего боска, начинают расти вершиной конуса от контакта с аплитовидной зоной. Отметим, что черный турмалин характерен только для более верхних горизонтов пегматитовых жил описы-

ваемого типа. Нижние же горизонты характеризуются биотитом, длинные лейсты которого также имеют тенденцию располагаться в приальбан- довых участках, перпендикулярно контакту жилы с гранитами. Здесь же иногда присутствуют мелкие зерна альмандина.

Данные минералогического изучения аплитовидной зоны и приведенные ниже химические анализы ясно указывают на ее реакционный характер, а также говорят о возможном влиянии вмещающих гранитов на появление железо- и магнийсодержащих минералов пегматита — биотита, черного турмалина, альмандина.

Действительно, в процессе взаимодействия пегматитового расплава с гранитными стенками трещины, помимо простой перекристаллизации тонкой каемки гранита, происходит процесс замещения биотита гранита мусковитом. Освобождающееся при этом железо или остается на месте в виде магнетита (в участках, отдаленных от пегматита), или усваивается пегматитовым расплавом, выделяясь в наружных участках пегматитовых жил в виде биотита, черного турмалина и альмандина. Особенное развитие этот процесс получает висячем боку верхних горизонтов пегматитовых жил, где выделяющееся в процессе мусковитизации биотита железо тотчас захватывается бором с образованием характерного черного турмалина.

Таблица 1

Химический состав пегматитов биотито-микроклинового типа (графических) и вмещающих их порфириовидных биотитовых гранитов (состав в %, пересчитанный на 100)

З о н ы	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO + Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	MgO	CaO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	H <sub>2</sub> O
1. Гранит в 2 м от пегматита . . . . .	64.10	17.62	5.75	0.22	1.28	3.52	3.62	2.52	0.58	—	0.89
2. Гранит в 30 см от пегматита . . . . .	64.22	16.84	5.41	0.16	1.10	3.88	4.29	2.71	0.57	—	0.82
3. Гранит в 10 см от пегматита . . . . .	68.96	15.20	3.78	0.04	1.11	2.69	5.39	2.21	0.10	—	0.62
4. Аплитовидная зона .	72.49	14.13	1.04	0.10	0.68	0.56	7.46	2.40	0.08	0.10	0.96
5. Графическая зона (наружные участки с лейстами биотита)	74.01	14.12	0.44	0.10	0.31	0.49	7.98	2.24	—	0.10	0.31
6. Графическая зона (внутренние участки)	74.28	13.84	0.26	0.11	0.02	0.40	8.54	2.15	—	0.22	0.24

- 1, 2, 3. Среднее из 2 анализов. Аналитик Т. Г. Бродская.  
4. По одному анализу. Аналитик Т. Е. Нелидова.  
6. Среднее из 2 анализов. Аналитик Т. Е. Нелидова.

Плотность гранитов и отсутствие в них мелкой трещиноватости по контакту с пегматитами обуславливают слабое развитие явлений скрещения среди пегматитов, залегающих в трещинах гранитной интрузии, что в свою очередь определяет сравнительно малое количественное значение в этих жилах таких железо- и магнийсодержащих минералов, как черный турмалин и гранат.

Аплитовидная зона в мусковито-микроклиновых жилах блоковой текстуры, залегающих в метаморфизованных кварцево-биотитовых сланцах, выражена гораздо полнее, чем в предыдущем типе жил.

Мощность зоны колеблется от 2 до 30 см, достигая иногда 2—3 м. Весьма замечательной отличительной особенностью аплитовидной зоны крупных жил является ярко выраженная полосчатая текстура (рис. 1). Тонкие черные и красные полосы-ленты, представленные скоплениями



Рис. 1. Полосчатость аплитовидной зоны на контакте со сланцами.

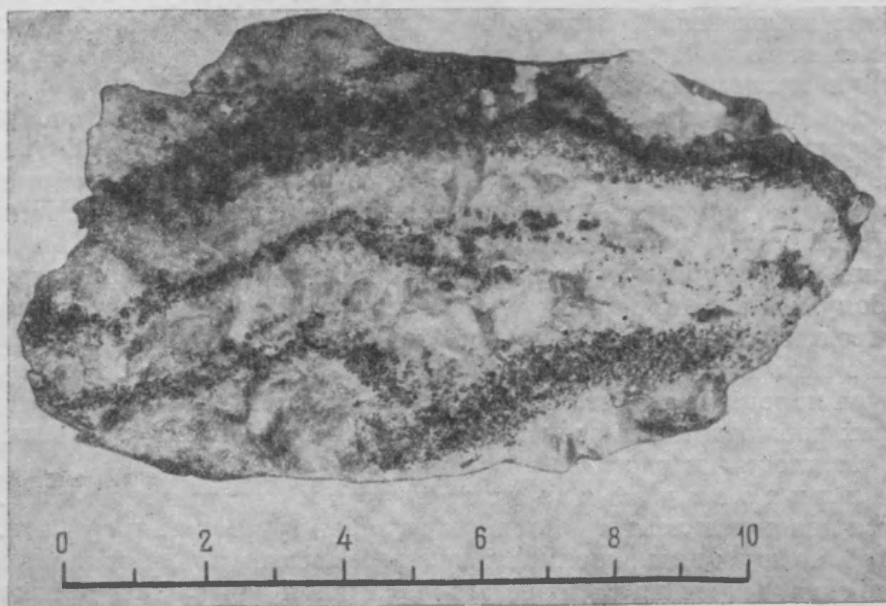


Рис. 2. Полосчатость в приконтактных участках пегматита.  
Полосы — алмадин и черный турмалин.

мелких кристалликов черного турмалина и железистого граната, вытягиваются параллельно контакту со сланцами, повторяя все изгибы и плоскостность последних (рис. 2). Между меланократовыми полосами залегает мелкозернистый белый агрегат, состоящий в основном из кварца, полевого



шпата и мелких листочков мусковита. Висячем боку жил встречаются более крупные скопления мусковита, здесь же черный турмалин резко преобладает над гранатом. Контакт между аплитовидной зоной и сланцами весьма резкий, последние на контакте часто осветлены (особенно в лежащем боку) или же, наоборот, сильно турмалинизированы.

В сланцах на контакте, помимо обычных мусковита, кордиерита, турмалина, граната и магнетита, под микроскопом констатированы апатит, рутил, сфен, эпидот. Однако эти минералы редки и какого-либо значения в химизме зоны не имеют. Микроскопически был изучен на многих ориентированных шлифах переход от неизмененных слюдистых сланцев к пегматиту.

Кратко опишем один из наиболее характерных микропрепаратов через контакт.

1. Сланец в 2 м от контакта с пегматитом. Типичный кварцево-биотитовый сланец с сильным преобладанием кварца над слюдой. Мусковит отсутствует.

2. Сланец в 1 м от контакта с пегматитом. Подобен предыдущему.

3. Сланец в 20 см от контакта с пегматитом. Двуслюдистый сланец с сильным преобладанием кварца. Ориентированные листочки слюды создают типичную для метаморфических сланцев лепидобластическую структуру. Биотит резко преобладает над мусковитом.

4. Сланец в 5 см от контакта. Резких изменений по сравнению с предыдущими шлифами не отмечено. Биотит и мусковит встречаются в равных количествах и образуют характерные параллельные сростки. Изредка встречаются зерна граната.

5. Сланец в 3 см от контакта. Структура породы та же. Мусковит, замещающий биотит, преобладает над последним. В шлифах из-под лежащего бока жилы часто встречаются крупные зерна граната и включения магнетита; висячем боку много турмалина.

6. Измененный сланец в 1 см от контакта. В лежащем боку жилы это ороговикованный сланец, состоящий в основном из кварца. В связи с этим структура торцовая. В кварце разбросано небольшое количество ориентированных пластинок мусковита. Пластины биотита теряют форму, превращаясь в неправильные выделения. Появляются отдельные кристаллики турмалина и скопления зерен кордиерита. Висячем боку обычна сильная мусковитизация. В других жилах эта зона часто представлена резко осветленной полосой (кварц + мусковит).

7. Контакт (лежащий бок). Резкая граница. Структура породы та же, что и в предыдущем шлифе. Биотит отсутствует. В шлифах наблюдается много кордиерита и турмалина. В ряде жил образуются скопления магнетита.

8. Аплитовидная зона в 1 см от контакта. Появляются цепочки и ленты, состоящие из зерен турмалина и граната. Пространства между ними заполнены мелкозернистым кварцем и кордиеритом. Изредка встречаются зерна микроклина и кристаллы плагиоклаза (№ 18—25). Пластины мусковита (биотит отсутствует), с одинаковой ориентировкой прорастающие кварц, создают реликтовую лепидобластическую структуру.

9. Аплитовидная зона в 5 см от контакта. Типичный мелкозернистый пегматит с реликтами лепидобластической структуры, которая выражается в следующем:

а) Параллельно контакту наблюдаются характерные ленты-полосы, составленные зернами красного граната и иголочками черного турмалина.

б) В зернах полевых шпатов, выполняющих промежутки между полосами, наблюдаются шнуровидные включения мелких округлых зерен кварца с близкой ориентировкой оптической оси, что является характерной отличительной чертой кварца метаморфических сланцев.

Полевые шпаты этого участка представлены олигоклазом или альбит-олигоклазом (№ 15—24). Микроклин распространен гораздо реже.

10. Аплитовидная зона в 15—20 см от контакта. Переход к среднезернистой кварцево-полевошпатовой зоне пегматита.

Реликты сланцевой текстуры неразличимы, хотя обогащение железомagnesийсодержащими минералами (в основном черный турмалин) все еще наблюдается. Вместо мелких иголочек появляются крупные конусовидные кристаллы черного турмалина, ориентированные острым концом по направлению к контакту.

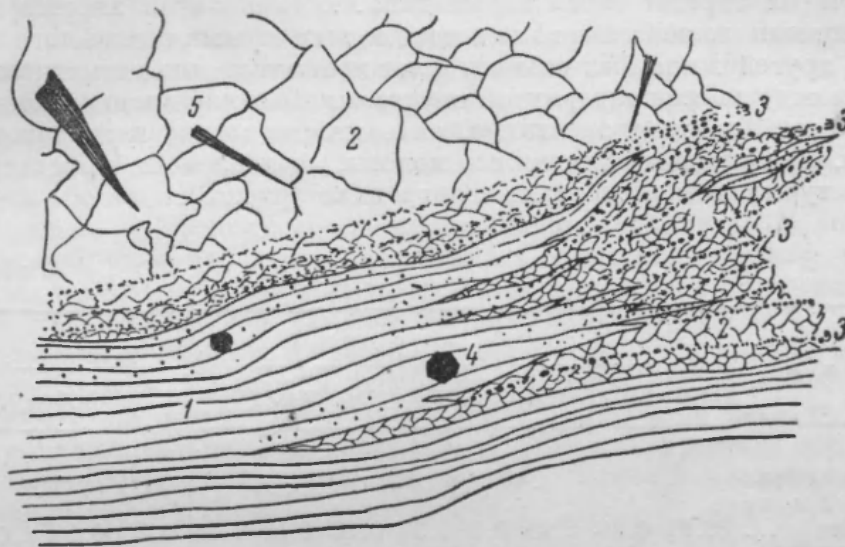


Рис. 3. Образование полосчатости на контакте пегматита и сланцев.

1—сланцы; 2—пегматит; 3—полосы зерен граната и турмалина; 4—гранат; 5—турмалин.

Приведенный типичный разрез указывает на тесную генетическую зависимость между аплитовидной зоной пегматита и вмещающими жилы слюдистыми сланцами. Накопившийся в настоящее время фактический материал свидетельствует, что одной только быстрой кристаллизацией расплава у холодных стенок трещины не могут быть объяснены многие характерные особенности аплитовидной зоны, например:

а) доминирующее значение кварца в мелкозернистом агрегате аплитовидной зоны;

б) резко увеличенное, по сравнению со средним составом пегматита, содержание меланократовых минералов черного турмалина и железистого граната;

в) наличие реликтов лепидобластической структуры;

г) характерная полосчатая текстура зоны.

Полосчатость, или ленточность, в призальбандовых участках пегматитовых жил была описана для очень многих пегматитовых месторождений и объяснялась по-разному. В частности, подобное явление было описано G. Mc Laughlin [2] для пегматитов Бриджер Маунтин, залегающих в горнблендитовых сланцах параллельно плоскости их напластования. Полосы,

или ленты, составлены исключительно железистым гранатом (пегматиты Бриджер Маунтин бедны бором) и, по объяснению автора статьи, которое поддерживается и некоторыми другими американскими исследователями, связаны с ритмичной кристаллизацией пегматитового расплава (автор не объясняет сущности этого процесса). Судя по описанию, полосчатая текстура призальбандовых участков пегматитов Бриджер Маунтин очень походит на полосчатость, наблюдаемую в аплитовидной зоне у многих отечественных пегматитов.

Не вдаваясь в критику воззрений американских исследователей по данному вопросу, опишем несколько фактов, освещающих происхождение полосчатости, а также и аплитовидной зоны с несколько другой стороны.

1. В одной из жил в аплитовидной зоне лежащего бока были отмечены линзообразные ксенолиты слюдистых сланцев, почти нацело превращенные в полосчатый агрегат зерен альмандина. В ксенолитах хорошо заметно проникновение пегматитового вещества между слоями слюдистого сланца.

2. В другой жиле был отмечен факт проникновения пегматитового вещества между слоями завернутой внутрь жилы пачки сланцев мощностью около 10 см. Тонкие слои сланца, оказавшиеся между пегматитовым веществом, превращены в типичные полосы, составленные кристалликами черного турмалина и железистого граната (рис. 3).

Таблица 2

З о н ы	С о с т а в в %											
	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	Сумма
1. Слюдистый сланец в 2 м от контакта . . .	86.61	0.19	5.23	0.29	2.36	0.88	1.42	1.68	0.30	0.14	1.06	100.12
2. Слюдистый сланец в 20 см от контакта . . .	87.81	0.24	5.05	0.27	2.44	0.48	1.37	0.84	0.81	0.11	1.00	100.48
3. Измененный сланец на контакте . . . . .	84.96	0.16	6.61	0.25	2.27	1.02	1.30	2.33	0.51	0.16	0.99	100.56
4. Аплитовидная зона у контакта . . . . .	78.85	0.12	12.87	0.11	0.95	0.24	0.36	0.30	3.90	1.10	1.80	100.60
5. Аплитовидная зона ленточной структуры . . .	75.40	0.08	14.02	0.10	1.18	0.31	0.41	0.96	1.10	6.10	0.64	100.30
6. Среднезернистая кварцево-полевошпатовая зона пегматита . . . . .	74.02	0.07	15.08	0.07	0.91	0.18	0.29	1.31	3.65	4.09	0.32	99.89
7. Графическая зона . . . . .	73.96	0.02	14.55	0.05	0.54	0.12	0.11	0.49	7.40	2.30	0.17	99.71
8. Средний состав жилы (по 6 анализам) . . . . .	75.8	—	13.5	0.03	0.6	0.1	0.2	0.1	5.6	2.9	0.27	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 0.2

1. Аналитик Т. Г. Бродская.
- 2, 3, 4. Аналитик Ю. Н. Хмелев.
5. Аналитик А. А. Беус.
- 6, 7. Аналитик Т. Е. Нелидова.

3. Наиболее мощные аплитовидные зоны, измеряемые метрами, связаны с секущими жилами в сланцах. В подобных жилах пегматитовому расплаву было легко проникнуть между слоями вмещающих сланцев.

Весьма показателен и химизм аплитовидной зоны. Уже при полевых наблюдениях отмечаются следующие факты:

а) аплитовидная зона обычно сильно обогащена меланократовыми железом- и железо-магнийсодержащими минералами;

б) жилы, имеющие мощную аплитовидную зону, отличаются повышенным содержанием железом- и железо-магнийсодержащих минералов (биотита, черного турмалина, альмандина, магнетита) во всей массе жилы.

Таким образом, намечается прямая связь между мощностью аплитовидной зоны и количеством меланократовых минералов в жиле.

Для уточнения действительного распределения элементов при переходе от метаморфизованных сланцев к пегматиту было выполнено несколько анализов образцов, соответствующих вышеприведенному микроразрезу для одной из жил. Анализы сведены в таблице 2 (стр. 70).

Анализы указывают на то, что сланцы по мере приближения к пегматиту теряют железо и магний и обогащаются щелочами (биотит замещается мусковитом). В свою очередь в пегматите призальбандовые участки оказываются обогащенными железом и магнием и обнаруживают пониженное, по сравнению со средним составом пегматита, содержание калия.

Таким образом, наблюдавшиеся факты и данные химических анализов заставляют учитывать влияние процесса скрещения и в образовании пегматитов так называемой «чистой линии».

Продуктом подобного «скрещения» является аплитовидная зона пегматитов; с этим же процессом, повидимому, связано образование большей части железом- и железо-магнийсодержащих минералов пегматитов (черный турмалин, альмандин, кордиерит). Химизм процесса выражается в основном в миграции железа и магния из сланцев в пегматит и калия (частично бора) из пегматита в сланцы.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. А. А. Б е у с. Вертикальная зональность пегматитов на примере пегматитового поля Аксу-пуштиру (Туркестанский хребет). Докл. Ак. Наук СССР.
2. Mc L a u g h l i n. Pegmatite dikes of the Briger Mountains. Amer. Miner., 1940, v. 25, № 1.