

А. И. ГИНЗБУРГ

**К ВОПРОСУ О ВЗАИМОДЕЙСТВИИ ВМЕЩАЮЩИХ  
ПОРОД И ГРАНИТНЫХ ПЕГМАТИТОВ  
НАТРО-ЛИТИЕВОГО ТИПА**

А. Е. Ферсманом (1940) впервые подробно были рассмотрены процессы взаимодействия гранитных пегматитов с вмещающими их боковыми породами и был выделен особый тип пегматитов «линии скрещения», в образовании которого процессы ассимиляции боковых пород сыграли особенно большую роль.

Общеизвестно, что пегматиты натро-литиевого типа отнесены А. Е. Ферсманом к пегматитам «чистой линии». Однако и в их образовании процессы взаимодействия с вмещающими породами играют известную роль.

В связи с этим мы считаем необходимым подчеркнуть, что пегматитов, на которые вмещающие породы не оказывали бы никакого влияния, конечно, в природе не существует. «Чистая линия» пегматитового процесса является известной абстракцией и различие между пегматитами «чистой линии» и «линии скрещения» заключается только в том, насколько сильно это влияние, сказывается ли оно только в появлении в контактных зонах пегматитовых тел специфически «контактных» минералов или же оно существенным образом отражается на составе пегматитовых тел в целом.

Нельзя забывать, что процесс формирования пегматитов не может происходить в абсолютно замкнутой системе, поскольку всегда происходит обмен компонентами между пегматитовым расплавом или раствором и стенками боковых пород. Одни элементы выносятся из пегматитов во вмещающие породы и изменяют их, другие — привносятся, что значительно изменяет минеральный состав пегматитов.

Сравнивая пегматиты сходного состава одного и того же натро-литиевого типа, но залегающие в совершенно различных вмещающих породах, можно установить в чем сказывается влияние вмещающих пород на минеральный состав пегматитовых тел. При рассмотрении главнейших сподуменовых месторождений мира обращает на себя внимание то, что они весьма близки по составу, но резко отличаются между собой по вмещающим породам, среди которых они залегают. Одни из них располагаются среди песчано-сланцевых пород, другие — среди гранитов, третьи — среди габбро или амфиболитов. Известны сподуменовые пегматиты, залегающие среди толщ туфов или андезитов (пегматиты Северного Квебека, Канада), а также и среди известняков (Ю.-З. Африка, район Карибиа). Специфические металлогенические особенности пегматитов различных районов (повышенная или пониженная концентрация в них раз-

личных редких элементов) объясняются в основном различными геохимическими особенностями первичных магматических очагов, но не составом вмещающих пород. Влияние последних существенно сказывается обычно только на периферической, приконтактной зоне пегматитовых тел, а также вокруг ксенолитов вмещающих пород. С этой точки зрения характерно одно из сподуменовых проявлений на северо-западе СССР залегающее в габбро-анортозитах, где, казалось бы, следовало ожидать значительного изменения состава пегматитовых тел близ вмещающих пород. Однако в пегматитовых телах, достигающих мощности нескольких десятков метров, это влияние вмещающих пород, по существу, заметно только на расстоянии 0,1—0,2 м от контакта.

Воздействие вмещающих пород на пегматиты проявляется обычно в следующем:

а) В узкой эндоконтактной зоне пегматитов появляются иногда минералы, входящие в состав вмещающих пород (биотит, роговая обманка, андалузит в андалузитовых сланцах и т. д.).

б) Образуются специфические контактные (или «ксенолитные», по А. Е. Ферсману) минералы, свидетельствующие о реакциях, протекающих между пегматитовыми расплавами и вмещающими их боковыми породами. Состав этих минералов зависит в первую очередь от состава боковых пород. Так, если пегматиты залегают в глинистых сланцах, богатых алюминием, то в них часто появляются андалузит, силлиманит, мусковит, иногда джумортьерит, топаз, кордиерит, хризоберилл, часто гранат, турмалин; если сланцы были битуминозными — обычен графит. В пегматитах, залегающих в кристаллических сланцах, близ зальбандов иногда появляется кианит, часто биотит, гранат, кордиерит. В тех случаях, когда литиевые пегматиты прорывают основные породы типа габбро или анортозита, в зальбандах жил появляются роговая обманка, иногда големквистит, клиноцоизит, в большом количестве апатит, а также эпидот, актинолит, иногда сфен. В тех редких случаях, когда редкометаллозамещенные пегматиты прорывают отдельные пропластки известняков или мраморов, на контакте с ними появляются скаполит, диопсид, андрадит, везувит, флюорит и другие.

в) В приконтактных участках пегматитовых тел иногда появляются своеобразные мелкозернистые аплитоподобные породы (особенно если пегматиты залегают в песчано-сланцевых толщах), которые в некоторых случаях образовались явно ассимиляционным путем. Такова, по данным А. А. Беуса (1950), природа аплитовидных зон некоторых пегматитов Туркестанского хребта. Характерной особенностью таких зон является наличие четко выраженной полосчатой текстуры, обусловленной полосчатым расположением мелких кристаллов граната и турмалина.

г) В составе многих породообразующих и акцессорных минералов появляются примеси элементов, не характерных для литиевых пегматитов «чистой линии», в частности V, Cr, Co, Ni, иногда Ba, Sr, и резко повышается содержание Ti, Mg, Fe, Ca и некоторых других элементов.

Необходимо также указать, что в зоне экзо- и эндоконтакта обычно интенсивно развиваются типичные метасоматические гидротермально-инфратермальные процессы, существенно изменяющие во многих случаях и вмещающие породы на контакте их с пегматитами. К таким процессам следует отнести мусковитизацию, турмалинизацию, апатитизацию, окварцевание и другие. Природа и характер развития этих процессов могут быть различными: в одних случаях развитие их обусловлено естественной концентрацией летучих у зальбандов всяческого бока, особенно если рудные тела падают полого, в других — мы имеем дело с прояв-

лением автометасоматических процессов, частично локализующихся вдоль зальбандов. Наконец, возможны и явления проникновения вдоль контактов, как наиболее ослабленных зон, более поздних гидротермальных растворов.

Говоря о влиянии вмещающих пород на состав пегматитов, нельзя забывать о том, что и пегматиты, внедрившиеся во вмещающие породы, оказывают на них определенное воздействие.

Вмещающие породы на контакте с пегматитами всегда изменены. Однако характер этих изменений и интенсивность их проявления сильно меняются даже в пределах одного и того же месторождения и зависят от состава вмещающих пород, состава и степени обогащения пегматитовых расплавов летучими, глубинности формирования пегматитов, тектонической обстановки, морфологии тел, наличия изгибов у линии контакта тел и других факторов.

В случае, когда пегматиты залегают в гранитах (Калбинский хребет и др.), мощность контактового ореола обычно не превышает 5—10, реже 15 см. При залегании их в песчано-сланцевых породах мощность зоны экзоконтактного изменения колеблется от 5—10 до 20 см и только в отдельных случаях (Туркестанский хребет) достигает 2 м. При нахождении пегматитов в основных породах мощность зоны контактного ореола достигает 10—20 и даже 50 см, но влияние пегматитов в той или иной форме (появление големквистита) сказывается иногда на расстоянии до 5—10 м. Как правило, околожильные процессы наиболее интенсивно развиваются со стороны висячего бока рудных тел и в местах изгиба плоскости контакта.

Наиболее типичные околожильные процессы изменения вмещающих пород сведены в табл. 1.

Не останавливаясь на детальном описании зон околожильных изменений (которые можно найти в работах А. А. Беуса (1950) и наших), мы считаем необходимым только подчеркнуть здесь, что основным околожильным процессом изменения гранитов под влиянием пегматитов является процесс изменения биотита — переход его в мусковит. При этом процессе происходит выделение из биотита Fe, Mg и Ti, которые частично привносятся в пегматитовый расплав, а частично фиксируются в измененных вмещающих породах в виде магнетита и рутила. Детальные микроскопические исследования показывают, что при мусковитизации биотита резко уменьшается количество аксессуарных минералов (циркона, монацита и др.), обычно находящихся в биотите; по-видимому, в какой-то степени и они растворяются и переносятся. Вблизи самого контакта пегматитовых тел с гранитами обычно наблюдается концентрация турмалина, апатита, иногда интенсивно развивается альбитизация.

Главнейшим околожильным процессом, развивающимся вокруг литиевых пегматитов, залегающих в песчано-сланцевых породах, является процесс мусковитизации и турмалинизации. Мусковит развивается по биотиту и полевым шпатам, и на контакте пегматитов обычно наблюдается четко выраженная мусковитовая оторочка или кварц-мусковитовая зона. Следует подчеркнуть, что развивающийся здесь мусковит почти всегда содержит небольшое количество лития. Среди агрегата мусковита обычно наблюдаются кристаллы граната, размером до 5 см в диаметре, реже появляются апатит и топаз. Турмалин здесь встречается в изобилии и концентрируется чаще всего на некотором удалении от контакта.

Околожильные процессы, протекающие в габбро и амфиболитах, детально изучены И. В. Гинзбург. Они сводятся главным образом к развитию по роговой обманке големквистита и биотита, а по плагиокла-

Таблица

Типичные процессы изменения вмещающих пород под воздействием литиевых пегматитов

Вмещающие породы			
граниты	песчано-сланцевые породы	основные породы (габбро)	известняки, лолиты, мраморы
Мусковитизация	Мусковитизация	Биотитизация	Флогопитизация
Турмалинизация	Турмалинизация	Турмалинизация	—
Апатитизация	Апатитизация	Апатитизация	Апатитизация
—	Графитизация	—	—
—	Топазитизация	Флюоритизация	Флюоритизация
Образование литиевого биотита, циннвальдита	Образование литиевого мусковита	Образование гольмквистита	—
—	Образование граната типа алмадина	Образование граната типа алмадина—пирона	Образование граната типа андрадита
Окварцевание	Окварцевание	—	—
Альбитизация	Альбитизация	—	—
—	Образование кордиерита, андалузита, силлиманита, кианита, дюмортьерита	Образование актинолита, клиноцоизита, цоизита, эпидота	Образование скаполита, везувiana, волластонита, диопсида
Каолинизация	Серцитизация	—	—
—	Хлоритизация	Хлоритизация	—

зам — цоизита и клиноцоизита. Характерна высокая концентрация на контакте апатита.

Несмотря на то, что околожилльные процессы изменения вмещающих пород необычайно разнообразны и зависят от многих факторов, подробное изучение их позволяет установить некоторые общие закономерности развития обменных реакций, которые происходят между пегматитами и вмещающими их породами.

Эти закономерности заключаются в следующем.

а) Почти во всех случаях удается установить вынос во вмещающие породы в первую очередь щелочей: лития, калия и в значительно меньшей степени натрия. Эти щелочи дают начало минералам новообразований (биотит, мусковит, гольмквистит, альбит), интенсивно замещающим породообразующие минералы боковых пород, либо в небольшом количестве изоморфно замещают другие элементы в составе этих же минералов. В обоих случаях мы можем говорить о развитии щелочного (литиевого, калиевого, натриевого) метасоматоза вмещающих пород. Так, например, выносимый из пегматитов литий будет в первую очередь замещать Mg и Fe в биотите боковых пород, вследствие этого в зоне экзоконтакта пегматитовых тел образуется литиевый биотит, протолитионит или даже циннвальдит. Если пегматиты залегают в основных породах, то роговая обманка боковых пород около контактов будет переходить в литиевую роговую обманку — гольмквистит. Этот своеобразный процесс литиевого метасоматоза — гольмквистизация распространяется в некоторых случаях на расстояние нескольких метров от контакта и является харак-

тернейшим околожильным процессом (А. И. Гинзбург и И. В. Гинзбург, 1951). Аналогично и мусковит, развивающийся вокруг литиевых пегматитов, близ контактов с ними часто содержит некоторое количество лития.

Калиевый метасоматоз проявляется в основном в виде интенсивной мусковитизации гранитов, песчано-сланцевых толщ и в биотизации основных пород, а натриевый метасоматоз — в незначительной альбитизации боковых пород.

Таким образом, вокруг литиевых пегматитов во вмещающих породах наблюдается своеобразный ореол с повышенным содержанием некоторых щелочей. При этом характерно, что литиевый метасоматоз в некоторых случаях распространяется на значительно большее расстояние от контакта, чем калиевый, а калиевый на большее расстояние, чем натриевый. Литиевые ореолы вокруг пегматитов в некоторых случаях могут быть использованы при проведении поисковых работ (геохимическая съемка), в частности, при отыскании слепых рудных тел.

б) Почти всегда четко фиксируется вынос во вмещающие породы некоторых летучих — минерализаторов, в частности F, P и V. Фтор входит в состав слюд, интенсивно развивающихся в приконтактных зонах пегматитовых тел, в состав топаза, флюорита (в случае появления основных пород или известняков), реже триплита (Туркестанский хребет), но в целом роль фтора в околожильных процессах здесь несравненно меньше, чем в гидротермально-пневматолитовых образованиях. Фосфор входит в состав главным образом апатита, весьма широко распространенного близ самого контакта большинства пегматитовых тел. В тех случаях, когда кальция во вмещающих породах очень мало, вместо апатита образуется магниотриплит (Туркестанский хребет). Бор фиксируется в основном в турмалине, реже — в джумортьерите; при этом количество борсодержащих минералов в экзоконтактных зонах больше в тех случаях, когда вмещающими породами пегматитов являются глинистые сланцы и глинистые песчаники. Это связано, по-видимому, с частичным извлечением бора из самих сланцев, как это утверждают В. М. Гольдшмидт и К. Петерс (1938).

в) Во всех случаях наблюдается привнос в пегматиты из вмещающих пород Fe, Mg, Ti, Ca, иногда (при залегании пегматитов в основных породах) в небольшом количестве V, Cr, Ni, Co, а также Ba и Sr.

Необходимо указать, что характер этих обменных реакций и степень ассимиляции вмещающих пород пегматитами при прочих условиях в значительной мере зависит от глубинности формирования пегматитовых тел.

В том случае, когда последние залегают в древних метаморфических толщах и образованы на значительной глубине, процессы ассимиляции пегматитами вмещающих пород протекают весьма интенсивно. Мощные пегматитовые тела в этом случае в значительной степени образуются путем поглощения пегматитовым расплавом вмещающих пород — различных гнейсов. Измененные остатки этих пород — ксенолиты в изобилии появляются в пегматитах, причем сохраняют свое первоначальное положение и свою сланцеватость (слудоносные пегматиты Мамского района и др.).

Пегматиты, формировавшиеся в менее глубинных условиях и приуроченные к четко выраженным тектоническим зонам, в целом характеризуются незначительной ролью процессов ассимиляции вмещающих пород. Влияние последних сказывается в основном на периферических зонах пегматитовых тел.

При сравнении процессов изменения вмещающих пород под воздействием пегматитов и аналогичных процессов, протекающих вокруг рудных жил, обращает на себя внимание следующее.

а) Вмещающие породы на контакте с пегматитами изменены в значительно меньшей степени, чем на контактах с рудными пневматолитогидротермальными телами, где они часто нацело изменены и превращены в грейзен.

б) В экзоконтактных зонах пегматитовых тел никогда не встречаются рудные минералы (касситерит, танталит, сподумен, берилл и др.); боковые породы пегматитов всегда безрудные, в то время как в пневматолитогидротермальных образованиях вмещающие их породы во многих случаях бывают оруденелыми.

в) В процессах изменения боковых пород под воздействием пневматолито-гидротермальных образований большую роль играют F, Cl, S, As, а в околожильных процессах, развивающихся вокруг пегматитов, эти элементы особенно большого значения не имеют.

г) При развитии околожильных процессов вокруг пегматитовых тел происходит не только изменение вмещающих пород, но и изменение состава пегматитов, особенно в контактных зонах. На состав пневматолитогидротермальных рудных тел вмещающие породы оказывают значительно меньшее влияние (за исключением известняков).

#### ЛИТЕРАТУРА

- Б е у с А. А. О природе аплитовидной зоны гранитных пегматитов. Тр. Минер. ин-ста, вып. 2, 1950.
- Г и н з б у р г А. И., Г и н з б у р г И. В. О гольмквистите. Докл. АН СССР, т. LXXIV, № 6, 1951.
- Ф е р с м а н А. Е. Пегматиты. Изд-во АН СССР, 1940.
- Г о л ь д ш м и д т В. М. и П е т е р с К. К геохимии бора. В кн.: «Геохимия редких элементов». ГОНТИ, 1938.