

К. А. ВЛАСОВ

## К ВОПРОСУ О ГЕНЕЗИСЕ ПЕГМАТИТОВ

(Представлено академиком Д. С. Белянкиным 12 III 1951)

Большой фактический материал, накопившийся за последние годы по различным пегматитам, диктует необходимость пересмотра существующих теорий генезиса этих сложных горных пород. Ни теория остаточной от кристаллизации интрузий пегматитовых магм, ни теория замещения и перекристаллизации различных жильных тел: гранитов, аплитов, мелкозернистых нефелиновых сиенитов и т. д. поздними растворами и газами — не соответствуют ряду наблюдаемых фактов. Все эти теории не объясняют генезиса пегматитов и не дают научных основ для поисков, разведки и эксплуатации месторождений, связанных с пегматитами.

Чтобы выяснить генезис пегматитов, необходимо обратить внимание на их характерные свойства, которые отличают пегматиты от материнских пород.

Пегматиты отличаются от материнских пород следующими чертами: 1) более высоким содержанием по сравнению с материнскими интрузивами легколетучих соединений: воды, фосфора, серы, фтора, хлора, бора и других элементов; 2) наличием большего числа и повышенного количества редких и рассеянных элементов и их минералов; 3) сравнительно большими, часто огромными, размерами минеральных индивидов, структурой и хорошей дифференциацией, часто достигающей до появления мощных мономинеральных зон: микроклина, кварца, эгирина и др.; 4) более сильно проявленными процессами замещения, о чем свидетельствует интенсивное развитие альбита и мусковита за счет микроклина, лепидолита и альбита за счет сподумена, натролита и альбита за счет нефелина и т. д.

Остановимся на фактическом материале, характеризующем генетическую связь и пространственные взаимоотношения пегматитов с материнскими интрузиями. По форме связи с материнскими породами и геологическими условиями залегания выделяются три группы пегматитов:

1. Пегматиты, представляющие собой фации интрузий и шшировидные образования, которые имеют с главными частями интрузий постепенные структурные и минералогические переходы и не секут их.

К этой же группе относятся пегматиты, представляющие собой более или менее вертикальные ответвления — апофизы интрузий в кровле интрузий, т. е. жильные тела, не имеющие секущих контактов с материнскими породами, но секущие кровлю интрузий.

2. Жильные пегматиты, секущие одновременно как материнские породы, так и кровлю этих пород и не имеющие непосредственных переходов с материнскими породами и их фациями. Сюда относятся

пегматитовые образования, полностью залегающие в кровле интрузий, в ранних частях материнских интрузий или в тех и других одновременно.

3. Пегматиты промежуточного характера между 1-й и 2-й группами, представленные фациями или шлировидными пегматитами, от которых отходят в ранее закристаллизовавшиеся части материнских интрузий, а также другие смежные породы апофизы — жильные пегматиты.

Таким образом, по геолого-морфологическим и генетическим признакам выделяются три группы пегматитов: фациальные пегматиты, фазовые пегматиты и фациально-фазовые пегматиты.

До последних лет существовало неверное мнение о том, что пегматиты представляют собой только жильные тела, занимающие незначительное место в общем объеме материнских интрузивов. На самом же деле пегматиты представлены не только жильными телами. Пегматитовые и пегматоидные крупнозернистые фации и фазы в гранитных интрузивах, пойкилитовые нефелиновые сиениты и рисчорриты в интрузиях щелочных пород, крупнозернистые фации ультраосновных и основных интрузий — все это, по сути, те же пегматиты или переходные звенья между интрузиями и их пегматитами. Между тем, такие образования представляют собой обычное явление в интрузиях, с которыми связаны пегматитовые жильные поля, и часто имеют вместе с тем очень крупные размеры. Так например, крупные пегматитовые обособления, прорывающие кровлю гранитных интрузий, в восточном Забайкалье достигают размеров до  $0,5 \times 1$  км, являясь, собственно, пегматитовыми интрузиями. То же самое мы имеем в районе развития слюдоносных интрузий по р. Маме и во многих других районах. Пегматитовые фации представляют собой обычное явление в интрузивах, с которыми связаны поля пегматитов. В дифференцированных интрузиях щелочных пород пегматиты слагают самостоятельные горизонты, мощностью до нескольких метров и площадью иногда до нескольких сот кв. километров и т. д. Все это свидетельствует о большой количественной роли пегматитов и одновременно показывает, что между материнскими интрузиями, их пегматитовыми и пегматоидными фациями, пегматитовыми и пегматоидными фазами, шлировидными пегматитами и жильными пегматитами существует непосредственная парагенетическая и генетическая связь.

Фактический материал, характеризующий связь интрузий с их пегматитовыми и пегматоидными фациями и фазами, позволяет разработать следующую схему генезиса пегматитов.

В процессе поднятия и становления интрузий понижается растворимость газов в магме, которые вместе с свободными газами, находящимися в магме, в форме пузырьков поднимаются и концентрируются в верхних частях интрузий или их апофизах, т. е. в областях с пониженным давлением и температурой. Концентрация летучих и развитие очагов пегматитовых магм особо интенсивно происходят около крупных ксенолитов вмещающих пород, глубоко залегающих в телах интрузий и обуславливающих конденсацию летучих. Являясь высокотеплоемкими соединениями, т. е. обладая большим запасом тепловой энергии, летучие соединения, накапливаясь в верхних горизонтах (участках) магматических интрузий или их апофизах, понижают температуропроводность и температуру кристаллизации этих частей интрузий и их апофиз и тем самым обуславливают зарождение и развитие очагов пегматитовых магм. Таким образом, пегматитовая магма и очаги пегматитовых магм зарождаются и развиваются не путем отжима и локализации межзернистой жидкости в конце кристаллизации интрузий, а посредством обогащения обычной рядовой магмы летучими, в том числе и редкометалльными соединениями, эманиционным путем до начала кристаллизации интрузий.

Обогащенная легколетучими соединениями магма в этих очагах обладает иными, по сравнению с другими частями интрузий, свойствами: 1) она обладает большим запасом тепловой энергии; 2) благодаря наличию газов ей свойственна меньшая температуропроводность и медленная потеря теплоты; 3) она представляет собой более легкоплавкий и менее вязкий расплав — раствор, имеет более низкую температуру кристаллизации и характеризуется медленной кристаллизацией, что и приводит к более крупнокристаллическим образованиям; 4) наличие повышенного количества редких элементов и легколетучих соединений создает предпосылки для лучшей кристаллизационной дифференциации, развития редкометального оруденения и процессов замещения.

Таким образом, именно летучие и легкоплавкие соединения обуславливают развитие тех свойств, которые отличают пегматиты от их материнских интрузий.

Как показывают геологические наблюдения, жильные пегматиты развиваются двумя путями: 1) посредством скопления летучих в расплаве верхних частей апофиз, где и образуется пегматитовая магма, а из нее непосредственно пегматиты; 2) в результате внедрения пегматитовой магмы из-под застывшей части (коры) интрузий, где развиваются очаги пегматитовых магм.

В истории этих очагов пегматитовых магм наблюдаются два резко отличных друг от друга случая в зависимости от характера проявления тектонических процессов и особенно от появления трещин.

В одном случае эти очаги вследствие отсутствия трещин остаются на месте и кристаллизуются в виде крупнокристаллических пегматитовых или пегматоидных гранитов, крупнозернистых нефелиновых сиенитов и других магматических пород, т. е. в форме пегматитовых и пегматоидных фаций интрузивов, с которыми связаны поля пегматитов (Монгольский Алтай, Борщевочный кряж, район Черных гор в Соединенных Штатах Америки, пегматитовые поля близ Оранжевой реки и мн. др.). В этом случае в пегматитовых и пегматоидных фациях крупнокристаллические пегматиты с редкометальными минералами проявляются в виде шпировидных образований, как правило, небольшого объема, и не имеют крупного практического значения.

В другом случае наблюдаются резко отличные явления. Это отличие обуславливается появлением трещин в верхних частях интрузий и их кровле, в которые из очагов и внедряется пегматитовая магма.

С появлением трещин и заполнением их пегматитовым расплавом начинается наиболее важная и распространенная стадия образования пегматитовых тел, имеющих практическое значение.

Пегматитовая магма, обогащенная летучими, в том числе и редкометальными соединениями, заполняет большие более или менее вертикальные трещины. В пегматитовой магме, заполнившей трещины, происходят те же самые явления, которые мы наблюдаем в интрузиях и пегматитовых очагах, т. е. концентрация летучих — теплоемких соединений в верхних частях формирующихся жильных тел. Происходит очередная перегонка летучих, в том числе и редкометальных соединений, в верхние части жильных тел, что впоследствии приводит к возникновению крупнозернистых хорошо дифференцированных и богатых летучими соединениями участков, которые залегают, как правило, в наиболее удаленных от материнских интрузий горизонтах.

При прочих равных условиях можно в общей форме наметить пять случаев образования различных типов пегматитов и других жильных тел в зависимости от стадии развития пегматитовых очагов и времени внедрения их расплавов — растворов в трещины интрузивов и их кровли. Схема дается, главным образом, применительно к гранитным пегматитам и их текстурно-парагенетическим типам (2).

1. Инъекция происходит в начальные стадии зарождения пегматитовых очагов — имеем развитие жильных гранитов или мелкозернистых простых пегматитов. Дифференцированные и замещенные типы пегматитов отсутствуют.

2. Инъекция происходит в более поздние стадии эволюции пегматитовых очагов, однако до стадии значительного обогащения пегматитовой магмы летучими в пределах очага — в пегматитовом поле — получают развитие, в основном, графические и блоковые пегматиты. Появляются начальные стадии процесса замещения.

3. Инъекция происходит после значительной концентрации летучих соединений в очагах пегматитовой магмы — пегматитовое поле характеризуется развитием полнодифференцированных типов пегматитов, где полевые шпаты и кварц образуют самостоятельные зоны. Процесс замещения усиливается.

4. В случае более позднего появления трещин и более высокой концентрации летучих образуется наиболее развитый тип пегматита — редкометалльно-замещенный, характеризующий наиболее сильно проявленный процесс дифференциации и замещения.

5. В случае позднего появления трещин после того, как пегматитовые очаги в большей своей части раскристаллизовались в виде пегматитовых и пегматоидных фаций и алюмосиликаты выпали в твердую фазу, из поздних растворов образуются вместо пегматитов грейзеновые месторождения и различные кварц-берилловые, кварц-касситеритовые и другие жилы.

Таким путем в результате эманационного процесса в отдельных частях интрузивов и их апофизах накапливаются летучие, теплоемкие, в том числе и редкометалльные соединения, благодаря чему зарождаются очаги пегматитовых магм и развиваются пегматиты. Пегматитовые магмы, образующиеся в самих интрузиях, а не в их апофизах, в случае нормального развития пегматитового процесса выполняют трещины в верхних частях интрузий и их кровле. В расплавах — растворах, выполнявших трещины, происходит перегруппировка летучих соединений и очередная перегонка и концентрация их в верхних частях, чем обуславливается образование более развитых типов пегматитов в участках скопления этих летучих. На определенной стадии начинается процесс кристаллизации, в результате которого развиваются и окончательно формируются различные текстурно-парагенетические типы в зависимости от разнообразного проявления и сочетания ряда факторов: объема, формы пегматитовых тел <sup>(1)</sup>, элементов залегания, характера и длительности связи жил с пегматитовым очагом, характера вмещающих пород и др. В случае отсутствия трещин из этих очагов развиваются пегматитовые или пегматоидные фации и шлировидные пегматиты. Типы пегматитов в конечном счете зависят от характера сочетания и проявления двух процессов: эманационного и кристаллизационного, в свою очередь обусловленных рядом факторов.

В заключение следует отметить, что пегматитовый процесс развивается только в строго определенных условиях глубинности и давления; он не может проявиться в обстановке больших глубин и давлений, где не может происходить выделение из магмы летучих соединений. В равной мере этот процесс не может развиваться в условиях малых глубин и малых давлений, где летучие уходят из магмы за ее пределы.

Поступило  
24 II 1951

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> К. А. Власов, ДАН, 41, № 9 (1943).    <sup>2</sup> К. А. Власов, ДАН, 53, № 9 (1946).