Записки Ленинградского орденов Ленина и Трудового Красного Знамени горного института им. Г. В. Плеханова, т. XLIII, вып. 2, 1962 г.

О РОЛИ ПОСТМАГМАТИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ В ФОРМИРОВАНИИ ИЛЬМЕНО-ВИШНЕВОГОРСКОГО ЩЕЛОЧНОГО МАССИВА НА УРАЛЕ

С. А. Руденко

I. О существенной роли постмагматических явлений в формировании щелочных горных пород свидетельствует все больше и больше фактических данных. Выясняется, что в значительной мере с постмагматическими процессами связаны те широкие вариации строения и даже состава горных пород, которые столь свойственны щелочным массивам. С этими же процессами связано образование в щелочных массивах рудных и редкометальных минералов. Однако вопрос об источнике постмагматических растворов еще не разрешен. Большинство исследователей считают источником этих растворов богатую легколетучими компонентами щелочную магму, которая заполняет соответствующую полость, т. е. описываемые в щелочных массивах постмагматические явления относятся к явлениям автометаморфизма (автопневматолиза, автометасоматоза). Процессы фенитизации пород, вмещающих массивы, относят к метасоматическим процессам магматической стадии.

В результате изучения мариуполитов нами были собраны фактические данные, свидетельствующие о том, что щелочная магма в период кристаллизации была бедна легколетучими компонентами, а постмагматические растворы поступали извне в полностью раскристаллизованные мариуполитовые тела [15, 16][1]. Однако особенно благоприятным объектом для решения поставленных вопросов является интрузия нефелиновых сиенитов (миаскитов) Ильменских и Вишневых гор на Урале, что связано с весьма специфическими условиями ее залегания.

II. Щелочная интрузия Ильменских и Вишневых гор, сложенная нефелиновыми сиенитами (миаскитами) и сопровождающими их сиенитами, имеет сравнительно простой состав. Располагаясь в пределах складчатой зоны, она по условиям залегания резко отличается от многих других щелочных массивов. Как известно, на всем протяжении от Ильменских до Вишневых гор миаскиты залегают в ядре антиклинальной складки согласно с вмещающими их метаморфическими породами. В результате исследований А. Н. Заварицкого [4], Е. А. Кузнецова [8, 9] и О. А. Воробьевой [3] установлено, что на севере (Вишневые горы) антиклиналь наклонена к востоку и погружается на север, а на юге (Ильменские горы) антиклиналь наклонена к западу и погружается в южном

[1] См. также статью С. А. Руденко «Генезис и структурные особенности мариуполитов» в настоящем сборнике.

направлении. В срединной части эта складка сильно суживается, а падение ее крыльев в определенном месте становится вертикальным. Соответственно с этим изменяются мощность и направление падения интрузии миаскитов. Характерно, что в периферических частях массива кристаллизационная слоистость миаскитов располагается согласно внешним контурам его, т. е. параллельно кристаллизационной сланцеватости вмещающих метаморфических пород, а в частях, удаленных от периферии, слоистость приобретает однообразное крутое падение и простирание, близкое к меридиональному. Следовательно, в частях, удаленных от периферии массива, не наблюдается залегания слоев, близкого к горизонтальному, что должно было бы быть при наличии куполообразного изгиба. По данным Е. А. Кузнецова, такая специфика в форме и условиях залегания миаскитов связана с тектоническими нарушениями, под влиянием которых некогда единая интрузия миаскитов была бы разобщена на два массива — Ильменогорский и Вишневогорский. Предполагается, что в срединной части миаскитовой интрузии возникли кососекущие разрывы, а затем вдоль плоскостей разрыва произошло смещение пород типа кручения. Благодаря этому смещению и последующей эрозии в настоящее время в срединной части полосы развития миаскитов оказались обнаженными корневые части главной интрузии, а на южной и северной оконечностях массива — апикальные части. Таким образом, следуя с севера и с юга к срединной части, наблюдается постепенное уменьшение мощности главной интрузии, а затем и разделение ее на ряд прерывающихся узких залежей (рис. 1).

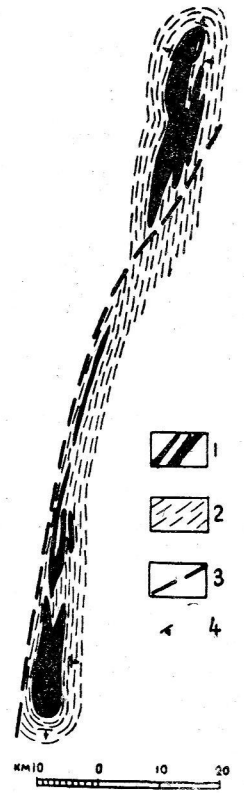


Рис. 1. Схема залегания интрузии миаскитов (Ильменские и Вишневые горы):

1 — миаскиты и щелочные сиениты; *2* — породы гнейсовой толщи; *3* — тектонический контакт; *4* — элементы залегания. Составлена по данным геологической карты Урала масштаба 1 : 1 000 000 (1941 г.) с учетом литературных данных

Главная интрузия миаскитов в северной части окаймляется маломощными, но протяженными залежами, также залегающими согласно с гнейсами. Эти залежи являются апофизами главного тела. Кроме того, миаскиты залегают в виде даек, косо секущих гнейсы вмещающей толщи (они описаны А. Н. Заварицким [4], А. А. Козаковой [6], Б. А. Березиным [1], А. И. Симоновым [17] и И. А. Малаховым [10, 11]). Среди пород, вмещающих миаскитовый массив, преобладают слюдяные гнейсы, полевой шпат которых представлен в одних случаях микроклином, а в других — олигоклазом.

III. Все миаскитовые тела в виде оторочек окаймляются сиенитами, которые, по А. Н. Заварицкому, представляют гигантскую реакционную кайму. Такие оторочки наблюдаются и возле секущих даек миаскитов в гнейсах, причем в этом случае легко отделяются эндо- и экзоконтактовые зоны этих оторочек. Эндоконтактовые сиенитовые зоны возникают [4] как продукт кристаллизации миаскитовой магмы, изменившей свой состав за счет ассимиляции вещества гнейсовой толщи. Экзоконтактовые зоны, по А. Н. Заварицкому, являются типичными фенитами, так как они возникают за счет метасоматического изменения гнейсов, в которых исчезает кварц, а слюды заменяются эгирином или эгирин-авгитом. Труднее устанавливается граница между эндо- и экзо-

контактовыми зонами в случае согласного залегания миаскитов с гнейсовой толщей. Но и в этом случае выявляется метасоматическое образование эгирин-авгитовых сиенитов. Это доказал Б. М. Роненсон, который проследил характер изменения различных по составу пачек и пропластков гнейсовой толщи по простиранию и падению.

Таким образом, в настоящее время метасоматический способ образования экзоконтактовой части сиенитовой оторочки вокруг миаскитовых тел не вызывает сомнений. Однако еще необходимо выяснить вопросы, связанные с происхождением сиенитовых оторочек: 1) происхождение эндоконтактовой части сиенитовой оторочки; 2) место процесса фенитизации в общем процессе формирования щелочных пород; 3) источник растворов, обусловливающих фенитизацию гнейсовой толщи.

Однако прежде чем переходить к рассмотрению этих вопросов, отметим еще одну особенность развития сиенитовой оторочки. Если сравнивать мощность сиенитовых оторочек с мощностью миаскитового тела в разных частях полосы развития щелочных пород, то можно заметить, что по мере движения с севера и с юга к срединной части, это соотношение постепенно увеличивается за счет увеличения мощности сиенитовых зон. Так, на севере и на юге оно колеблется примерно в пределах от 1 : 20 до 1 : 5[1]. В срединной же части это соотношение нередко равно 1 : 1, а некоторые залежи почти целиком сложены породой сиенитового состава. Сиенитовые оторочки, окаймляющие миаскитовые дайки, секущие гнейсовую толщу, даже с учетом только эндоконтактовой их части, нередко имеют такую же мощность, как и миаскиты. Причины, с которыми связана данная зависимость, будут рассмотрены далее.

IV. Для пород миаскитового массива весьма характерны постепенные переходы от мелкозернистых разностей к крупнокристаллическим, которые с соответствующей генетической трактовкой были описаны для мариуполитов [15, 16].

Взаимные соотношения между различными по размеру зерна и структуре породами, слагающими миаскиты и мариуполиты, обнаруживают такое большое сходство, что одинаковая природа процессов их формирования не вызывает сомнений. Главное различие в условиях их формирования состоит лишь в масштабе процесса. В случае мариуполитов преобразованию подвергаются тела сравнительно маломощные. В Ильменских и Вишневых горах имеют место явления пегматитообразования, захватывающие в той или иной степени все интрузивное тело, имеющее большой размер. Это обстоятельство, усложняя задачу, дает возможность лучше проследить ход процесса пегматитообразования во времени и пространстве.

Рассмотрим некоторые особенности строения миаскитов. По периферии интрузии отчетливо наблюдается гнейсовидность, затухающая в центральной части. А. Н. Заварицкий это явление связывает с механизмом инъекции: «По всей вероятности, начало возникновения кристаллизационной слоистости миаскитов связано было еще с движениями в магме. У контактов оно регулировалось очертаниями массива и выражалось в возникновении плоскопараллельных структур. В центральной части мы видим лишь следы общего течения вдоль по оси антиклинали, в ядре которой залегают миаскиты» [4, стр. 31]. Однако явлениями движения магмы и спецификой ее кристаллизации нельзя объяснить изменение строения породы на очень небольших расстояниях. Мелкозернистые и крупнокристаллические прослои нередко одинакового минерального состава не могли, конечно, образоваться одновременно при одних и тех же физико-химических условиях. Иногда предполагают, что круп-

[1] См., например, карту Ильменских гор А. Н. Заварицкого [4].

нокристаллические прослои возникают в виде полос за счет скопления порфировых вкрапленников в движущейся магме. В данном случае эта трактовка оказывается неприемлемой, так как такие более крупнокристаллические зоны породы нередко косо пересекают мелкозернистые, т. е. являются более поздними по времени образования. Вместе с тем прослои, которые по мере укрупнения зерна приобретают пегматоидное строение, так тесно связаны взаимными переходами с мелкозернистыми, что нет оснований рассматривать их в качестве поздних инъекций. Эти соотношения и послужили основой для известной гипотезы А. Н. Заварицкого о возникновении щелочных пегматитов Урала за счет перекристаллизации мелкозернистых пород [4, 5]. В настоящее время накопилось достаточно фактов, подтверждающих такой ход процесса. Так, отдельные крупные монокристаллы из пегматитовых жил заключают индивиды минералов миаскита в качестве реликтов. В самих пегматитовых жилах еще сохраняются полосы (рис. 2) и реликты (рис. 3) неперекристаллизованного миаскита. Те же явления перекристаллизации наблюдаются в породах сиенитовой оторочки, в частности среди фенитов.

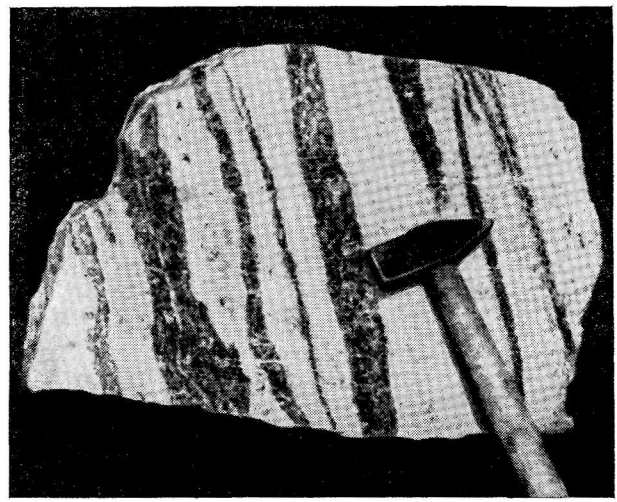


Рис. 2. Прослои миаскитов в нефелин-полевошпатовом пегматите. Вишневые горы

Несмотря на то, что существенная роль процессов перекристаллизации в формировании нефелин-полевошпатовых и полевошпатовых пегматитов Ильменских и Вишневых гор признается рядом геологов (М. Г. Исаковым, А. И. Симоновым, Н. М. Успенским), до настоящего времени она не стала общепринятой. Многие полагают, что пегматиты внедряются позже и возникают за счет кристаллизации остаточного расплава. При этом роль явлений перекристаллизации или отвергается вовсе [2, 18, 20], или признается только частично (Б. М. Роненсоном). Соответствующие возражения связаны отчасти с неясностями в происхождении реакционно сиенитовой каймы, а главным образом с некоторой спецификой взаимоотношений секущих жил щелочных пегматитов с окружающими их щелочными породами. По-видимому, необходимо выявить еще ряд явлений и фактов, которые позволят дать ответ на эти возражения. Рассмотрим поэтому некоторые ранее поставленные вопросы.

О происхождении реакционной сиенитовой каймы и пегматитовых жил полевошпатового (сиенитового) состава, залегающих в гнейсах. Как указывалось, сиенитовая кайма развита не только вокруг главного массива миаскитов, но и по периферии даек, секущих гнейсовую толщу. Природа этих кайм в обоих случаях, по-видимому, одинакова, поэтому выводы, полученные при изучении тел дайковой формы (более доступных для детального просмотра), можно распространить более широко.

Своеобразная особенность внутреннего строения многих даек состоит в резком изменении их состава при переходе от нефелино-полевошпатовой зоны к полевошпатовой (рис. 4). Эта особенность строения даек не согласуется с тем предположением, которое было выдвинуто А. Н. Заварицким в отношении образования эндоконтактовых сиенитовых зон миаскитовых даек и целиком сиенитовых даек. Если сиенитовые породы даек возникали бы путем кристаллизации магмы, имевшей состав, близкий к составу миаскита, а затем изменившей его за счет вещества гнейсов, то такая зональность в строении даек вообще была бы немыслима.

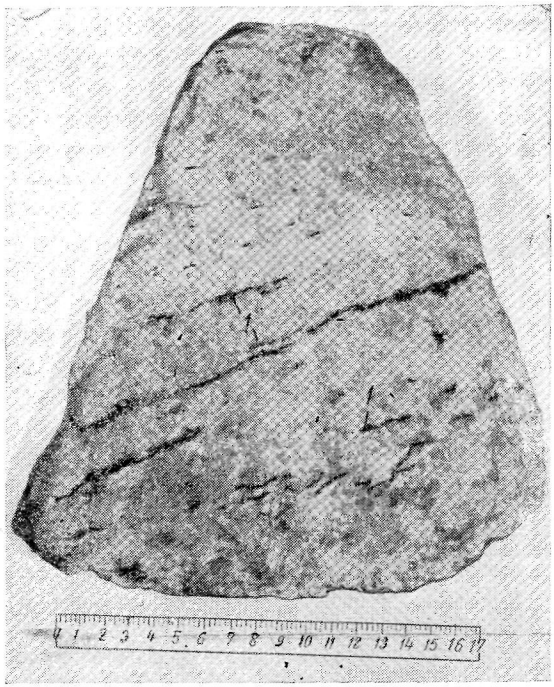


Рис. 3. Реликты мелкозернистого миаскита (*1*) в нефелин-полевошпатовом пегматите. Вишневые горы

Предположим, что бедная кремнеземом и богатая щелочами магма, продвигаясь по зонам раскола в гнейсовой толще, взаимодействует с гнейсами и обогащается кремнеземом. Естественно, что эта магма, способная ассимилировать вещество гнейсов, обладала бы довольно высокой температурой.

Если учесть, что в тех глубинных условиях, где формируются пегматиты, трудно ожидать значительных перепадов температур с изменением глубины, то можно допустить, что расстояние, пройденное магмой от горизонтов, где она имела высокую температуру и растворяла боковые породы, до горизонтов, где она кристаллизовалась было значительным. Поэтому, пройдя такой путь, магма стала бы довольно гомогенной и при ее затвердевании возникла бы порода, весьма однородная по составу.

Механизм магматического способа образования эндоконтактовых сиенитовых зон даек можно трактовать и несколько иначе, полагая, что миаскитовая магма быстро заполнила соответствующие полости в гнейсах, а затем in situ происходил обмен компонентами между застывающей магмой и вмещающими гнейсами. Но и при этом трудно объяснить резкое изменение состава при переходе от нефелин-полевошпатовой зоны к зоне полевошпатовой.

Более естественно предположение, что эндоконтактовая сиенитовая зона образуется за счет преобразования миаскита — его сиенитизации. Такое предположение подкрепляется еще и тем, что наблюдаются случаи, когда в срединные части даек миаскитового состава заходят сиенитовые зоны, косо рассекающие трахитоидный миаскит. Очевидно, что эти зоны образуются в твердом сформированном миаските позже путем его замещения. Как неоднократно подчеркивал Д. С. Коржинский, резкие изменения минерального состава зональных по сложению горных пород являются одним из признаков их метасоматического образования [7].

Таким образом, сиениты, окаймляющие миаскитовые дайки, можно рассматривать как реакционные биметасоматические образования.

Процессы постмагматической сиенитизации и последующей перекристаллизации миаскитовых даек, залегающих в гнейсовой толще, протекают с различной интенсивностью. В ряде случаев зоны сиенитового состава развиваются лишь по зальбандам даек. Однако из-за малой мощности даек постмагматические растворы часто преобразуют их в такой степени, что возникают дайки сиенитового состава. Иногда в них появляется даже кварц. В отдельных случаях дайки сиенитового пегматита заключают реликты миаскитового пегматита. Иногда в дайках,

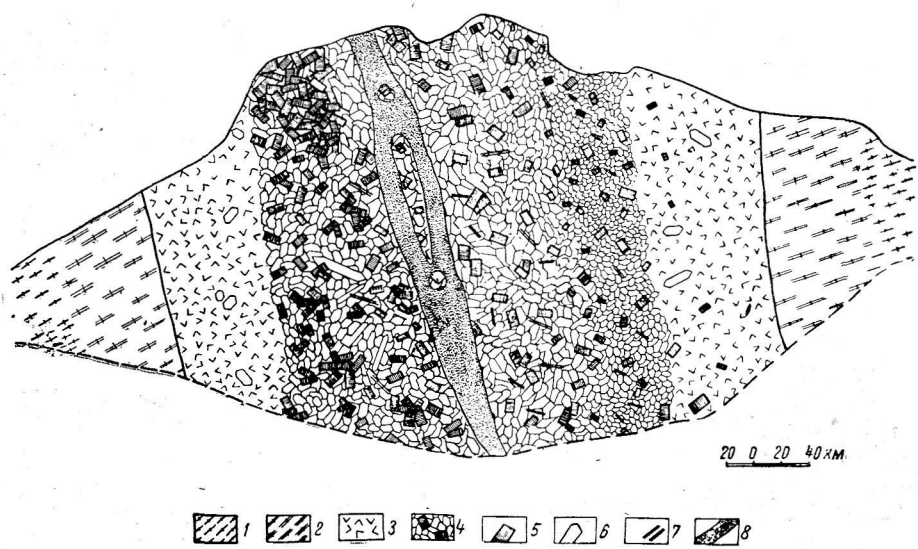


Рис. 4. Строение пегматитовой жилы, залегающей в гнейсах (копь 120):
1 — гнейс; *2* — сиенитизированный гнейс (фенит); *3* — среднезернистый сиенитовый пегматит; *4* — крупнозернистый нефелин-полевошпатовый пегматит; *5* — нефелин; *6* — микроклин; *7* — лепидомелан; *8* — зона милонитизации

сложенных пегматитом сиенитового состава, сохраняются отдельные гнезда миаскитового пегматита, а последние заключают реликты миаскита. И в этих жилах констатируется резкий переход от пород полевошпатового состава к породам нефелин-полевошпатового состава.

Процессы образования реакционной сиенитовой каймы вокруг главного массива миаскитов (как в Ильменских, так и в Вишневых горах) принципиально ничем не отличаются от процессов, протекающих по периферии дайковых тел. Эти процессы, несомненно, протекают под влиянием постмагматических растворов, с воздействием которых связан соответствующий привнос и вынос компонентов. Источником растворов являются не корневые части интрузии миаскитов, а тот магматический очаг, с которым связано образование самой интрузии. Доказательством этому служит то, что корневые части интрузии, обнаженные в середине полосы развития миаскитов, подвергнуты сиенитизации в значительно большей степени, чем ее апикальные части.

О взаимоотношениях секущих жил пегматитов с окружающими щелочными породами. Со свойственными щелочным породам текстурами течения, которые определяют их гнейсовидный или трахитоидный облик, связана некоторая специфика деформации этих пород в постмагматический период. В свою очередь, с различным типом деформации связано своеобразие постмагматического преобразования пород. Когда постмаг-

матические растворы просачиваются по трещинам или ослабленным зонам, ориентированным в породе согласно ее кристаллизационной слоистости, то в результате процесса перекристаллизации образуются грубополосчатые породы, занимающие по своим структурно-текстурным признакам промежуточное положение между исходной магматической породой и пегматитом. И только как конечный продукт длительного процесса преобразования возникают типичные пегматиты, в которых признаков исходной породы не сохраняется. В рассматриваемом случае имеет место постепенный переход от исходной породы к пегматиту.

Иначе протекает процесс, когда растворы просачиваются по трещинам, идущим поперек слоистости породы. Циркуляция раствора по таким трещинам осуществляется более интенсивно и только в пределах резко ограниченной трещиноватой зоны. Поэтому, а также в силу различной способности к перекристаллизации минералов исходной породы происходит резкая дифференциация вещества с образованием мономинеральных участков. В отдельности каждая зона такого происхождения, резко ограниченная от окружающих пород, по внешнему виду напоминает повторные инъекции. Однако, как правило, такие секущие зоны, особенно в начальной стадии преобразования миаскитов, не имеют самостоятельного значения, а лишь оперяют зоны перекристаллизации, идущие согласно (рис. 5).

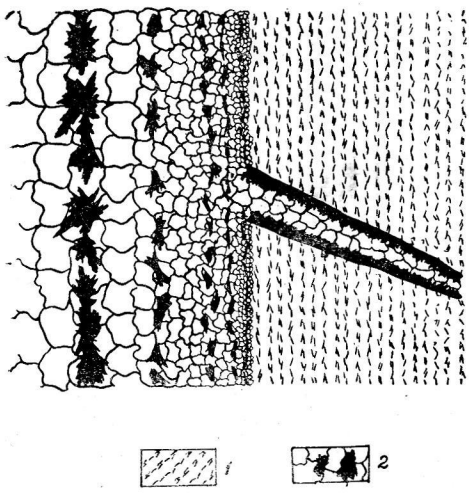


Рис. 5. Секущий прожилок, оперяющий зону перекристаллизации в эгирин-авгитовом сиените (фените):
1 — эгирин-авгитовый сиенит; *2* — пегматит состава эгирин-авгитового сиенита

В более поздние стадии преобразования, когда миаскиты выступают, как более консолидированная порода, поперечно-секущие трещины и трещиноватые зоны приобретают большее развитие. Именно в эти стадии образуются крупные секущие пегматитовые жилы, встречающиеся как в Ильменских, так и в Вишневых горах. В этот поздний период создается обстановка, благоприятная для более интенсивного продвижения восходящих постмагматических растворов вдоль секущих трещин на более значительные расстояния. С этим обстоятельством и связано то кажущееся несоответствие между минеральным составом исходных пород, подвергшихся преобразованию, и составом конечного продукта преобразования — пегматита. Так, центральные части пегматитовых жил этого типа иногда образованы породой микроклин-нефелинового состава, хотя окружающие породы представлены эгирин-авгитовыми сиенитами и другими породами, являющимися продуктом фенитизации гнейсов. Периферические части этих жил сложены полевошпатовым пегматитом, заключающим реликты неперекристаллизованного эгирин-авгитового сиенита. Здесь развит более поздний, явно метасоматический биотит. Но особенно характерно, что отходящие от этих жил «апофизы» образованы пегматитом состава эгирин-авгитового сиенита, т. е. имеют явно бластическое происхождение. Таким образом, при формировании таких жил процесс собирательной перекристаллизации, по-видимому, сопровождается

инфильтрационно-метасоматическими явлениями. Если учесть, что толща фенитизированных гнейсов, в которой залегают эти жилы, подстилается миаскитами (рис. 6), то, проходя по миаскитам, растворы насыщаются натрием, а затем попадают в толщу фенитов. Происходящий под влиянием этих растворов процесс перекристаллизации фенитов сопровождается Na-метасоматозом, в связи с чем в центральных частях жил наряду с микроклином образуется нефелин. По мере разрастания кристаллов нефелина растворы обедняются натрием и в приконтактовых частях образуется полевошпатовый пегматит, а в трещинки, опе-

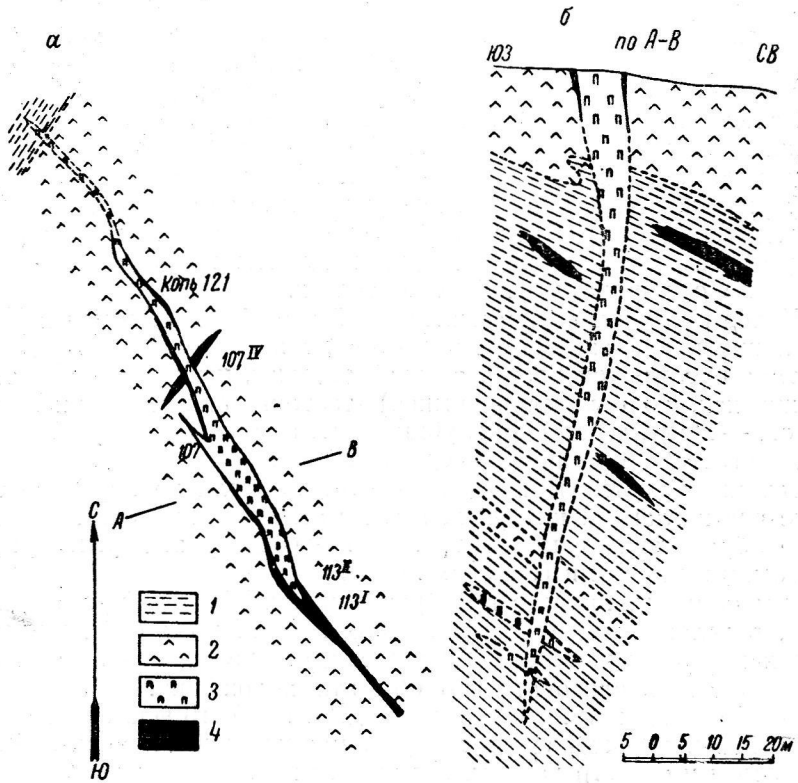


Рис. 6. Геологическая схема пегматитовой жилы, обнажающейся в копях 107, 113 и 121:

а — план; *б* — разрез (по И. А. Малахову); *1* — миаскит; *2* — эгирин-авгитовый сиенит; *3* — нефелин-полевошпатовый пегматит; *4* — полевошпатовый (сиенитовый) пегматит

ряющие главную зону трещиноватости, просачиваются растворы, еще более бедные натрием, и поэтому вдоль них эгирин-авгитовый сиенит лишь перекристаллизовывается с образованием пегматита состава эгирин-авгитового сиенита.

Следовательно, пегматитовые жилы в Ильменских и Вишневых горах возникают под влиянием постмагматических растворов в условиях системы открытого типа, что согласуется с гипотезой образования пегматитовых месторождений, предложенной В. Д. Никитиным [12, 13, 14]. На примере секущих пегматитовых жил, в частности, подтверждается положение о влиянии подстилающих пород на минеральный состав жил [14].

V. Суммируя данные о геологическом строении Ильмено-Вишневогорского комплекса и опираясь на взаимные отношения пород, образую-

щих миаскитовый массив и его приконтактовые зоны, процесс формиро вания щелочного массива в основных чертах можно представить сле дующим образом:

1. В толщу глубоко метаморфизованных (первично осадочных и ча стично изверженных) пород внедрилась интрузия щелочной магмы бедной летучими компонентами. Магма заполнила возникшую в гней совой толще полость в форме антиклинального раздува. Одновременно образовались межпластовые залежи по периферии, а также дайки суб широтного простирания, приуроченные к зонам раскола в гнейсовой толще.

Определенный период времени кристаллизация происходила в дви жущейся магме, вследствие чего миаскиты приобрели кристаллизацион ную слоистость, отчетливо выраженную в периферической части мас сива. Вследствие более быстрого охлаждения в периферических частях возникали натяжения, которые в последующем реализовались в виде разного рода тектонических нарушений. Таким образом, с самого на чала формирования в строении интрузии была заложена анизотропия, так как периферические ее части были более податливы для различ ных преобразований. Первоначально миаскиты контактировали непо средственно с породами гнейсовой толщи.

2. Далее наступил постмагматический этап формирования интрузии. Все явления преобразования миаскитов на протяжении этого длитель ного этапа были обусловлены, с одной стороны, непрерывными (то уси ливающимися, то ослабевающимися) тектоническими подвижками и, с другой, — поступлением с глубин постмагматических растворов по путям, подготовленным тектоническими подвижками.

Источником постмагматических растворов были не корневые и вну тренние части главной интрузии, а тот магматический очаг, с которым связано образование самой интрузии. По составу эти растворы, оче видно, были щелочными (богатыми натрием).

Таким образом, процесс преобразования миаскитов происходил, во первых, в условиях системы открытого типа и, во-вторых, по-разному протекал в разных частях массива и ход его изменялся во времени.

Рассмотрим последовательно оба эти положения.

3. Прежде чем вступить во взаимодействие с миаскитами, восходя щие растворы, проходя среди гнейсов, насыщались в какой-то степени кремнеземом и отчасти калием. К моменту вхождения в тело миаскитов по своему составу они были в отношении гнейсов кремнеземом и калием еще недосыщены, а в отношении миаскитов уже пересыщены. Результат же их взаимодействия с миаскитами зависел от дальнейшего пути дви жения. При движении по миаскитам корневые части последних подвер гались интенсивной сиенитизации. При этом расходовался кремнезем и отчасти калий и концентрация этих компонентов в растворе постепенно уменьшалась. В результате под влиянием такого раствора, насыщенного компонентами миаскита, последний мог только перекристаллизовы ваться. Главным образом по этой причине участки сиенитового состава в миаскитах вдали от периферии массива развиты слабо.

Однако наиболее благоприятным путем движения растворов была зона контакта массива с гнейсовой толщей. В этом случае недостаток в растворах кремнезема и калия тех компонентов, которые расходова лись в процессе сиенитизации периферической части миаскитового мас сива, быстро пополнялся за счет приконтактовой части гнейсовой толщи. Природа такого процесса весьма сходна с процессом формирования биметасоматических скарновых месторождений в трактовке Д. С. Кор жинского [7]. За счет привноса ионов Na, а частично Al и Fe, перехо-

дивших в раствор при сиенитизации миаскитов, происходило ощелачивание гнейсов (их фенитизация) с образованием эгирин-авгитовых сиенитов [1] (рис. 7).

4. Вначале затвердевший, но еще полностью не остывший щелочной массив и толща гнейсов, прогретых в приконтактовой части, выступали относительно деформаций как полупластичные массы. В этот период возникали ослабленные зоны, преимущественно согласные с плоскостями кристаллизационной слоистости миаскитов и кристаллизационной сланцеватости гнейсов. Восходящие растворы, просачиваясь по ослабленным зонам, не столько перекристаллизовывали породы, сколько преобразовывали их метасоматически. В этот период возникали лишь маломощные, преимущественно согласные пегматитовые зоны. Таким путем образовывались маломощные согласные зоны сиенитового пегматита в породах реакционной сиенитовой каймы. Дальше от периферии массива, в тех участках, куда попадали растворы, бедные кремнеземом и калием, миаскиты подвергались некоторой перекристаллизации и превращались в грубополосчатые породы, среди которых уже наблюдаются микроклин-нефелиновые жилки небольшой мощности. Характерно, что в тех местах, где ослабленные зоны не возникали, миаскиты и в настоящее время контактируют почти непосредственно с гнейсами.

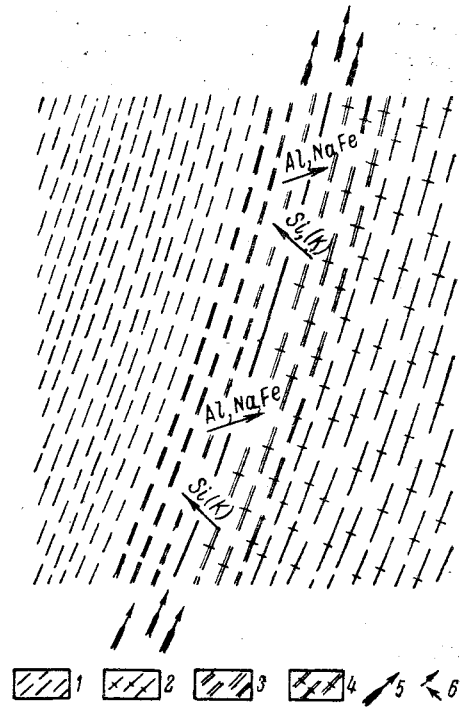


Рис. 7. Схема образования реакционной сиенитовой каймы биметасоматическим путем:

1 — миаскит; *2* — гнейс; *3* — измененный миаскит (биотитовый сиенит); *4* — измененный гнейс (эгирин-авгитовый сиенит); *5* — направление движения восходящих постмагматических растворов; *6* — направления миграции компонентов при биметасоматозе

В результате постепенного охлаждения массив в последующем выступает относительно деформаций как более жесткое тело. В начальной стадии этого периода возникают уже более резко выраженные трещины, чаще согласные и реже секущие, а затем преимущественно секущие. Такие трещины возникают как в миаскитах, так и в породах сиенитовой каймы. Растворы, просачивающиеся по этим трещинам, способствуют дальнейшему преобразованию пород, сформировавшихся на протяжении предыдущего периода. Именно в это время возникают крупно- и гигантокристаллические породы — крупные пегматитовые тела.

Так как в период формирования секущих пегматитовых жил создается обстановка, благоприятная для более интенсивного продвижения растворов по локально развитым трещиноватым зонам, то компоненты породы, которые переходят в раствор, могут переноситься на значительные расстояния. В особенно благоприятных в этом смысле условиях возникают жилы нефелин-полевошпатового состава среди сие-

[1] Имея в виду изложенные данные, своевременно высказать предположение о биметасоматическом способе образования сиенитовых зон, развитых по периферии Ловозерского, Хибинского и других массивов щелочных пород.

нитовых пород или полевошпатовые жилы среди миаскитов, являющиеся по своему происхождению не только продуктом перекристаллизации, но и в значительной степени результатом течения процессов инфильтрационно-метасоматического характера.

5. Формированием крупных пегматитовых тел процессы преобразования миаскитов не заканчиваются. В постпегматитовый период имеют место различные по времени проявления и разнообразные по конечным результатам процессы. К ним прежде всего относятся явления образования миароловых пустот и занорышей. Миароловые пустоты в миаскитах и фенитах (как мелкозернистых, так и пегматоидных) возникают в результате воздействия на эти породы постмагматических растворов, протекавших по трещинам [1]. Эти растворы выщелачивали из перечисленных пород те компоненты, которыми растворы были не насыщены, поэтому в породах возникали пустоты. На стенках пустот в случае миаскитов дорастали лишь кристаллы полевых шпатов, а нефелин практически отсутствовал, а в сиенитах, наряду с полевым шпатом, иногда нарастали кристаллы кварца.

Затем к ним принадлежат явления альбитизации, биотизации и карбонатизации пород, описываемые с различной степенью детальности большинством исследователей. Образование сфена и редкометальных минералов происходит после карбонатизации пород, причем совершенно определенно устанавливается, что между периодом массовой карбонатизации и периодом образования сфена и редкометальных минералов существует разрыв во времени. Образованию метакристаллов сфена и редкометальных минералов предшествует процесс метасоматического разрастания апатита в биотит-кальцитовых и кальцитовых зонах. После разрастания сфена и редкометальных минералов образуются сульфиды, поздняя генерация кальцита и натролитовые жилки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Березин Б. А. Нефелино-полевошпатовые пегматиты в области гранито-гнейсов Ильменских гор. Зап. Всесоюз. минерал. об-ва, 1940, № 1.

2. Бурьянова Е. З. О последовательности образования минералов в нефелин-сиенитовых пегматитах Вишневых гор на Урале. Минерал. сб. № 13. Изд-во Львовского ун-та, 1959.

3. Воробьева О. А. Основные структурные черты щелочной интрузии Вишневых гор. Изв. АН СССР. Серия геол., 1947, № 6.

4. Заварицкий А. Н. Геологический и петрографический очерк Ильменского минералогического заповедника и его копей. Изд-во Глав. упр. по заповедникам, 1939.

5. Заварицкий А. Н. О пегматитах как образованиях промежуточных между изверженными горными породами и рудными жилами. Зап. Всесоюз. минерал. об-ва, 1947, № 1.

6. Козакова А. А. К минералогии элеолито-полевошпатовых пегматитов Ильменских гор. Тр. Ильменского заповедника, Уральск. филиал АН СССР, 1936.

7. Коржинский Д. С. Очерк метасоматических процессов. Сб. «Основные проблемы в учении о магматогенных рудных месторождениях». Изд-во АН СССР, 1953.

8. Кузнецов Е. А. Щелочные породы южной части Кыштымской дачи. Тр. Ин-та прикладной минералогии, 1930, вып. 48.

9. Кузнецов Е. А. Развитие взглядов на тектонику Урала от А. П. Карпинского до наших дней. Изв. АН СССР, 1937.

10. Малахов И. А. Трещинная тектоника юго-восточной части Ильменогорского щелочного комплекса. Тр. Горно-геол. ин-та, Уральск. филиал АН СССР, 1958, вып. 34.

11. Малахов И. А. О возрастных взаимоотношениях миаскитовых, сиенитовых и гранитных пегматитов в Ильменских горах. Тр. Горно-геол. ин-та, Уральск. филиал АН СССР, 1959, вып. 32.

[1] На приуроченность миароловых пустот к трещинам в миаскитах обратил внимание еще В. В. Чесноков [19].

12. Никитин В. Д. Процессы перекристаллизации и метасоматоза в слюдоносных и керамических пегматитах. Зап. ЛГИ, 1952, т. XXVII, вып. 2.
13. Никитин В. Д. К теории генезиса пегматитов. Зап. ЛГИ, 1955, т. XXX, вып. 2.
14. Никитин В. Д. К дискуссии о влиянии вмещающих горных пород на тип минерализации эндогенных месторождений. Зап. Всесоюз. минерал. об-ва, 1959, вып. 5.
15. Руденко С. А. О способе и механизме образования кристаллов циркона в мариуполите. Зап. Всесоюз. минерал. об-ва, 1957, № 4.
16. Руденко С. А. О природе циркона щелочных пегматитов Приазовья. Зап. ЛГИ, 1958, т. XXXIII, вып. 2.
17. Симонов А. И. Пегматиты южной части Ильменских гор. Минералогия Урала, т. I. Изд-во АН СССР, 1954.
18. Ферсман А. Е. Пегматиты Урала. Минералогия Урала, т. I. Изд-во АН СССР, 1954.
19. Чесноков Е. В. Об ориентировке кристаллов полевого шпата на стенках трещин в миаскитах Вишневых гор на Урале. Тр. Свердловск. горн. ин-та, 1956, вып. 24.
20. Щербина В. В., Овчинников Л. Н. Месторождения миаскитовых пегматитов Курочкина лога Вишневых гор. Минералогия Урала, т. I. Изд-во АН СССР 1954.