

В. А. Попов

## К ОНТОГЕНИИ МИАСКИТОВ ИЛЬМЕНОГОРСКОГО МАССИВА

V.A. POPOV. ABOUT MIASKITE ONTOGENY OF THE  
ILMENOGORSK MASSIF

Two examples of morphological analysis of the miaskite mineral aggregates are given; model of ontogeny for two types of miaskites is constructed.

Миаскиты — первые из нефелиновых сиенитов, описанных в литературе [2]. Наиболее обширные сведения о миаскитах имеются в монографиях А. Н. Заварицкого [1] и В. Я. Левина [4], в которых обращено внимание на дискуссионность ряда генетических вопросов. В петрографические словари и монографии информация о миаскитах часто попадает в несколько измененном виде, что побудило автора к морфологическому изучению их с позиций онтогении минералов в надежде получить дополнительные сведения о происхождении этих интересных и разнообразных по строению горных пород.

Для исследований отобраны образцы минимально деформированных и измененных миаскитов из керна глубокой скважины и из района копи 7 в южной части массива. Из всего изученного материала здесь рассмотрим 2 примера, далеко не исчерпывающих все многообразие биотитовых миаскитов, но дающих представление об их онтогенезе. Методика изучения заключается в морфологических наблюдениях над поверхностями и анатомическими картинками минералов в шлифах и под биноклем, гониометрических измерениях кристаллов или их частей. Главной задачей являлось выявление «истории жизни», последовательности кристаллизации минералов в агрегате. Общий

вид рассматриваемых типов миаскитов представлен на фотографиях образцов (рис. 1). Эти миаскиты образуют тела разной мощности в виде «слоев», согласных или субсогласных с общей полосчатостью массива, являющегося сложным геологическим телом.

### **Пятнистый порфиоровидный миаскит**

В обнажениях района копи 7 Ильменского заповедника встречается множество миаскитов, различающихся по составу, структуре и текстуре. Одним из них является пятнистый порфиоровидный (рис. 1 а), отмеченный, по-видимому, А. Н. Заварицким без точной привязки и без фотографии образцов. Структура породы неравнозернистая (средне-крупнозернистая), лепидо-гранозернистая, слабо ориентированная (гнейсовидная), текстура пятнистая, обусловленная однородным распределением темных скопленений биотита, магнетита и титанита. Минеральный состав (об. %): калишпат 53, нефелин 21, биотит 8, альбит 8.5, титанит 2.5, магнетит 2.5, кальцит 2, канкринит 1.5, циркон, апатит и пирит в сумме около 1.

Калишпат представлен белыми субизометричными зернами величиной 1—5 мм, содержит до 3 % пертитов распада твердого раствора. Есть участки со вторичным альбитом по периферии индивидов и по деформационным трещинам (в том числе — пертиты замещения). Встречаются участки с микроклиновой решеткой и с распадковым биотитом (рис. 2). В центральных частях зерен нефелина наблюдается множество разноориентированных мелких включений калишпата. Калишпат имеет индукционные поверхности одновременного роста с нефелином, ранним альбитом (олигоклазом), биотитом, титанитом, кальцитом, апатитом, цирконом.

Нефелин образует сероватые или красноватые изометричные зерна величиной 1—15 мм. В центральной части индивидов видны захваченные разноориентированные мелкие зерна калишпата и редкого альбита. Цвет нефелина обусловлен ориентированными включениями распадковых гематита, магнетита и биотита. Распад был многоступенчатым, сильно контролировался дислокационной структурой кристаллов, что привело к сложной картине размещения продуктов распада. В ядерной части индивидов плотность распадковых минералов больше, вследствие чего зерна нефелина иногда выглядят зональными, причем видна смена формы кристаллов от слабо удлиненных по

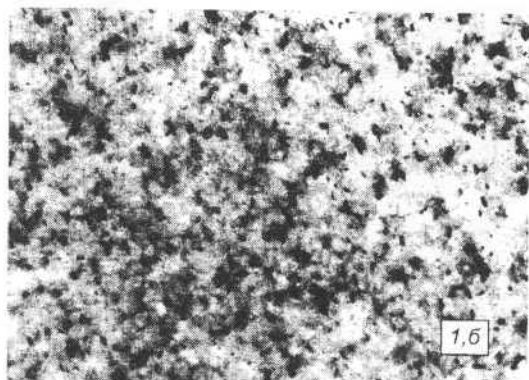
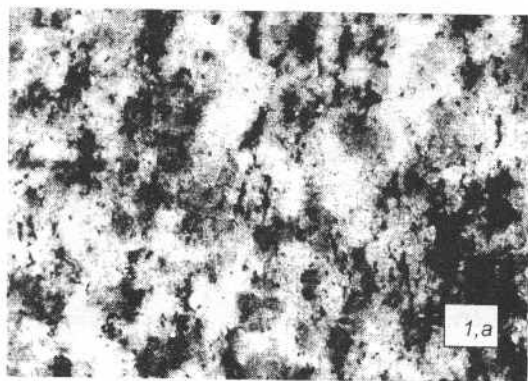


Рис. 1. Структура и текстура изученных миасцитов южной части Ильменогорского массива: а — порфировидный пятнистый, из района копи 7; б — однородный, из керна скважины ИС-1, глубина 1701 м. Косое освещение шлифованных образцов. Увел. 1.3.

оси шестого порядка к изометричным. Ближе к периферии в нефелине появляется мелкий пластинчатый биотит, который на периферии становится таблитчатым и даже толстотаблитчатым. Судя по распределению индивидов нефелина в породе, он имел небольшое количество зародышей, которые росли быстрее многочисленных зародышей калишпата и создали порфировидность в этом типе миаскита.

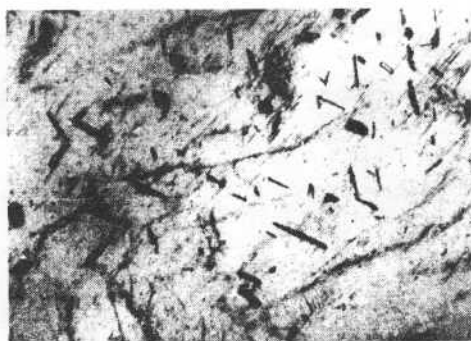


Рис. 2. Распадовый биотит в калишпате. Копь 7. Шлиф, проходящий свет, без анализатора, увел. 900.



Рис. 3. Скопление титанита, биотита и магнетита в миаските. Копь 7. Шлиф, проходящий свет, без анализатора, увел. 400.

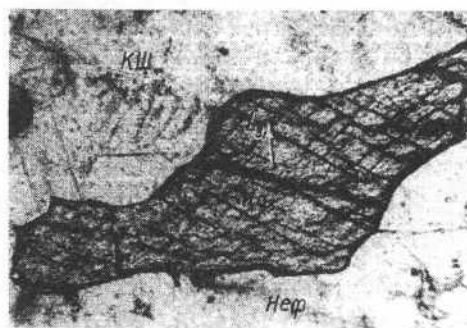


Рис. 4. Форма зерен кальцита в миаските. Копь 7. Шлиф, проходящий свет, без анализатора, увел. 900.

Биотит — черные таблитчатые индивиды величиной 0.3—3 мм. Очень мелкие зеленые ориентированные пластинки биотита наблюдались в калишпате и в нефелине как продукты распада твердого раствора. Всюду видны следы пластической деформации — плоскости спайности активированы, угасание блочное, местами пластинки отслоены и изогнуты. Ранние вросстки биотита в нефелине — мелкие и пластинчатые, а поздние — толстотаблитчатые и крупные. Последние имеют индукционные поверхности со всеми первичными минералами агрегата (рис. 3).

Альбит образует редкие мелкие (до 1 мм) изометричные зерна (первичные), тонкие распадовые пертиты в калишпате, а также пертиты замещения и каемки у зерен калишпата. Пространственное размещение метасоматического альбита неоднородное, соответствует деформационной картине.

Титанит — слабо вытянутые по призме  $n \{111\}$  коричневатые кристаллики величиной 0.4—4 мм. Он имеет индукционные поверхности одновременного роста с поздними калишпатом, нефелином, а также с биотитом, магнетитом, апатитом.

Магнетит сконцентрирован большей частью в меланократовых обособлениях, где он образует изометричные зерна величиной 0.3—4 мм. Магнетит имеет индукционные поверхности одновременного роста со всеми первичными минералами породы. Небольшие фрагменты идиоморфной поверхности зерен магнетита соответствуют октаэдру  $\{111\}$  и частично — ромбододэкаэдру  $\{110\}$ . Есть очень немного мелкого распадового магнетита в нефелине в виде иголок, вытянутых параллельно оси шестого порядка.

Кальцит представлен толстотаблитчатыми индивидами величиной 0.3—1 мм (рис. 4). В индивидах кальцита видны редкие деформационные двойники. По фрагментам идиоморфной поверхности форма кристаллов кальцита соответствует комбинации спайного ромбоэдра и пинакоида. Кальцит имеет индукционную поверхность со всеми первичными минералами миаскита — нефелином, калишпатом, биотитом и другими.

Канкринит образует мелкие выделения вдоль трещинок в нефелине.

Апатит — удлинено-призматические бесцветные кристаллики величиной 0.2—1 мм. Поверхность индивидов

апатита — индукционная с небольшими фрагментами идиоморфной.

Циркон — короткопризматические желтоватые кристаллики величиной 0.02—0.2 мм, вросшие в другие породообразующие минералы, с которыми циркон имеет индукционные поверхности с фрагментами идиоморфных поверхностей.

Рестаурированная форма кристаллов минералов данного пятнистого порфириовидного миеаскита может быть представлена в виде схемы (рис. 5). Онтогенез этой горной породы в общих чертах выглядит так. В кристаллизационной камере из магмы первыми начали выделяться кристаллы калишпата (много зародышей в единице объема) и нефелина (редкие зародыши, относительно калишпата значительно больше скорость роста кристаллов). Разрастание этих минералов (с очень редкими зернами альбита) привело к порфириовидности породы за счет редких крупных индивидов нефелина и к гломеровым срастаниям зерен калишпата в участках без зародышей нефелина. В середине роста к калишпату и нефелину присоединился мелкий и редкий пластинчатый биотит. Названные минералы постепенно захватили большую часть объема каме-

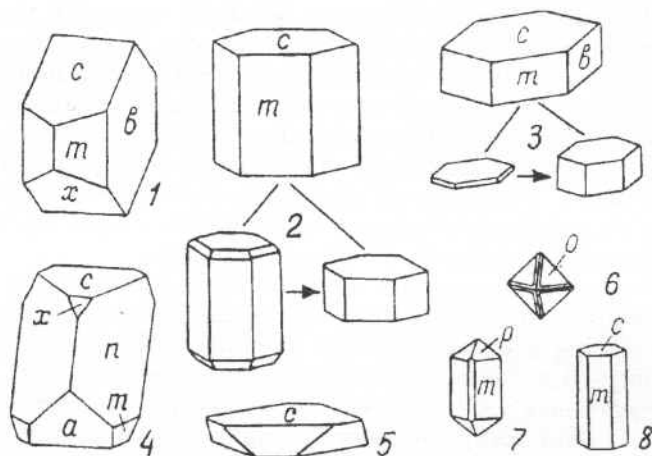


Рис. 5. Соответственные формы кристаллов минералов пятнистого порфириовидного миеаскита: 1—калишпат, 2—нефелин, 3—биотит, 4—титанит, 5—кальцит, 6—магнетит, 7—циркон, 8—апатит.

ры, а магма изменилась по составу таким образом, что в промежутках между порфиловыми выделениями нефелина и гломеровыми сростаниями калишпата началась эвтектическая кристаллизация всех минералов — продолжался рост нефелина, полевых шпатов и биотита и к ним присоединились титанит, апатит, кальцит, магнетит, циркон. Поскольку многие минералы эвтектики являются темноцветными, то, при заполнении небольших оставшихся участков в общем объеме породы, они создают пятнистую текстуру (см. рис. 1, а). В процессе кристаллизации изменялся также состав минералов — в центральных частях кристаллов нефелина и калишпата больше продуктов распада твердого раствора, менялась форма кристаллов нефелина (короткопризматический → изометричный) и биотита (пластинчатый → толстотаблитчатый). После полной кристаллизации породы минеральный агрегат многократно испытал слабые пластические и хрупкие деформации. Пластические деформации способствовали распаду твердых растворов в калишпате и нефелине, распад был многоступенчатым с выделением биотита, гематита и магнетита, также альбита в калишпате. В последнем видны явления перехода моноклинной модификации в триклинную (образование микроклиновой решетке, а затем — мелких пор на месте напряжений, связанных с усадкой решетки). Пластические деформации вызвали неоднородное распределение и крупность пертитов распада. Хрупкие деформации определили пути наложенных метасоматических процессов — слабых альбитизации и канкринитизации. По-видимому, два этих процесса не синхронны — они проявлены в несколько различных системах трещиноватости. Относительный возраст их в изученных образцах установить не удалось. Нет приуроченности канкринита к зернам кальцита.

#### **Однородный миаскит**

В керне скважины на глубине 1701 м наблюдается весьма однородный миаскит, имеющий средне-крупнозернистую (неравнозернистую), лепидо-гранозернистую неориентированную структуру (рис.1, б). Минеральный состав горной породы (об. %): калишпат 52, нефелин 30, альбит 7, биотит 6, кальцит 2, ильменит 1.5, канкринит 0.6, магнетит 0.5, апатит 0.4, циркон 0.05.

Калишпат образует изометричные зерна величиной 0.3—4 мм, их размещение достаточно однородно. Микропертиты и пертиты распада распределены неоднородно, со-

гласно пластическим деформациям зерен калишпата. Встречаются карлсбадские двойники. Кроме пертитов распада наблюдаются пертиты замещения и каемки замещения по периферии зерен калишпата. В центральных частях индивидов нефелина есть многочисленные мелкие округлые разноориентированные вростки калишпата. В участках и полосах деформации видны скопления мелких пор, блокование слабо выражено, рекристаллизация отсутствует. В некоторых зернах есть распадавый гематит (солнечный камень).

Нефелин представлен изометричными розоватыми или сероватыми зернами величиной 0.5—3 мм. Цвет нефелина обусловлен распадowymi выделениями гематита, магнетита и биотита. Их больше в центральных частях крупных индивидов, где кроме мелких зерен калишпата встречаются единичные включения альбита. При большом увеличении в нефелине видны нитевидные полые каналы, параллельные оси шестого порядка. Встречается слабое бегущее угасание, но блокивания и рекристаллизации нет.

Биотит образует черные таблитчатые индивиды величиной 0.2—2.5 мм. Плоскостная ориентировка его очень слабая, но пластические деформации он все же претерпел — плоскости спайности активированы, угасание блочное бегущее. Биотит имеет индукционные поверхности одновременного роста со всеми первичными минералами агрегата (рис. 6).

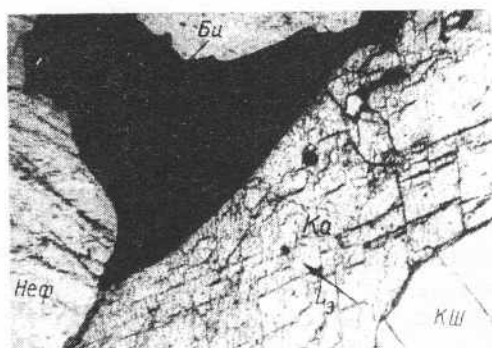


Рис. 6. Характер границ зерен между кальцитом, биотитом, калишпатам и нефелином, соответствующий индукционным поверхностям между ними. Шлиф 1701/6, проходящий свет, без анализатора, увел. 900.



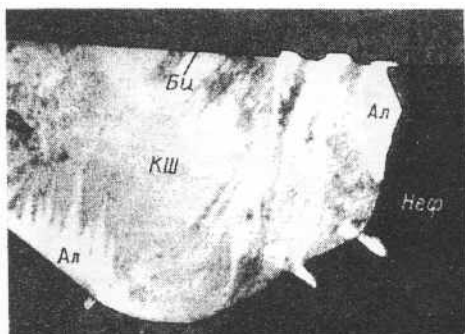


Рис. 7. Эпитаксическое нарастание альбита на пертиты распада с метасоматическим развитием его в биотите, нефелине и калишпате. Шлиф 1701/6, проходящий свет, с анализатором, увел. 900.

Альбит представлен несколькими генерациями: 1 — мелкие (до 0,8 мм) ранние изометричные зерна, иногда включенные в нефелин; 2 — пертиты распада в калишпате; 3 — пертиты замещения, каемки вокруг зерен калишпата и эпитаксические дорастания пертитовых тел (рис. 7). Последняя генерация образована телами, развитыми по калишпату, нефелину, биотиту, кальциту и ильмениту (рис. 8), а также в тонких щелях отслоения в агрегате при деформациях. Почти весь альбит сдвойникован, кроме тел пертитов распада.

Кальцит выделился в виде толстотаблитчатых зерен величиной 0,5—1,5 мм. В нем видны редкие деформационные двойники. Кальцит имеет индукционные поверхности одновременного роста со всеми первичными минералами агрегата (см. рис. 6). По фрагментам идиоморфных поверхностей можно восстановить его форму как комбинацию спайного ромбоэдра и пинакоида.

Ильменит — толстотаблитчатый, величиной 0,05—1 мм. Он имеет индукционные поверхности одновременного роста со всеми первичными минералами агрегата (рис. 9), лишь вторичный альбит местами замещает его (рис. 8, б). Небольшие фрагменты собственной огранки позволяют установить форму кристаллов как комбинацию пинакоида и двух ромбоэдров.

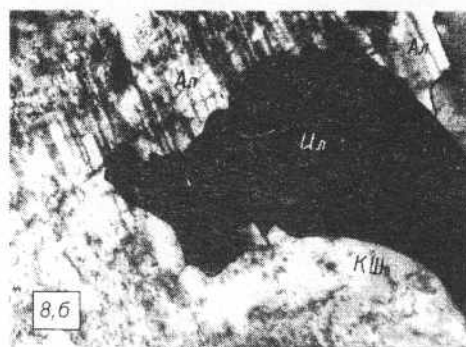
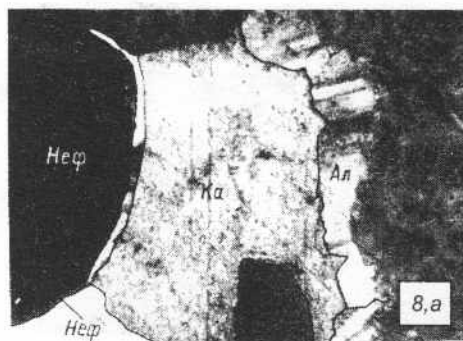


Рис. 8. Примеры метасоматического развития альбита: а — по кальциту и нефелину; б — по ильмениту. Шлиф 1701/6, проходящий свет, с анализатором, увел. 900.

Магнетит — изометричные зерна 0.05—0.5 мм, имеющие индукционные поверхности со всеми первичными минералами агрегата.

Канкринит слабо развит вдоль трещинок в нефелине.

Апатит представлен бесцветными удлиненно-призматическими кристаллами величиной 0.1—0.5 мм, имеет индукционные поверхности со всеми первичными минералами горной породы. В ограничении участвует гексагональная призма и пинакоид.

Циркон — бесцветные слабо удлиненные кристаллы величиной 0.03—0.1 мм. Наблюдались индукционные по-

верхности одновременного роста с калишпатом, нефелином, биотитом, ильменитом. В биотите нет плеохроичных двориков вокруг кристаллов циркона. По фрагментам идиоморфных поверхностей в его огранении участвует тетрагональная призма  $\{100\}$ , дипирамида  $\{111\}$  и  $\{311\}$ . Таким образом, по морфологическим признакам данный миаскит сложен в основном синхронно выросшими минералами. Полевые шпаты и нефелин начали расти немного раньше остальных минералов, а кинетика кристаллизации характеризовалась большим количеством зародышей калишпата, очень редкими зародышами альбита и редкими и относительно быстро растущими кристаллами нефелина. После некоторого подрастания кристаллов нефелина и калишпата (сброс сверхэвтектики) к ним присоединились остальные первичные минералы породы — биотит, кальцит, ильменит, магнетит, апатит, циркон (собственно эвтектика), соответственные формы которых показаны на рис. 10. Распад калишпата с образованием микропертитов произошел до альбитизации, поскольку метасоматические пертиты нарастают на мелкие эпитаксически и местами включают их, а альбитовые эпитаксические наросты на калишпате (фактически на пертитовом альбите) выходят за пределы бывшего индивида калишпата, развиваются по другим минералам, усложняют идукционную макроповерхность калишпата идиоморфной микроповерхностью альбита (см. рис. 7 и 8). С очевидностью следует, что альбитизация была в твердой породе, поскольку метасоматический альбит распределен соответственно трещинам деформации. Канкритизация не синхронна с альбитизацией (другая система

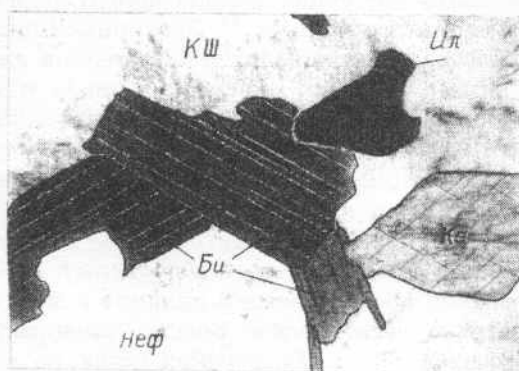


Рис. 9. Срастания ильменита, биотита и кальцита в миаските. Шлиф 1701/6, проходящий свет, без анализатора, увел. 400.

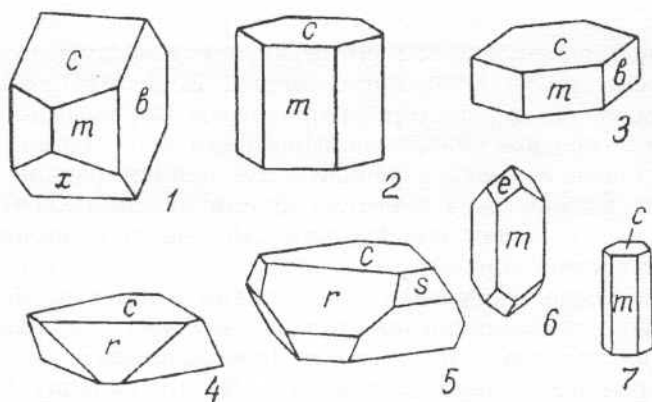


Рис. 10. Соответственные формы кристаллов минералов в однородном миаските: 1—калишпат, 2—нефелин, 3—биотит, 4—кальцит, 5—ильменит, 6—циркон, 7—апатит.

трещин), но их относительный возраст и в этой породе выяснить не удалось. Кальцит, ильменит, апатит, магнетит и циркон являются в данной породе первичными минералами, образовавшимися одновременно с поздними зонами роста калишпата и нефелина (в эвтектической части кристаллизации).

#### Некоторые петрологические следствия

1. В Ильменогорском щелочном массиве имеются не только гнейсовидные миаскиты с ориентированной структурой, но и миаскиты без существенной ориентировки минералов, однородного сложения. А. Н. Заварицкий писал об этом [2], но иллюстраций однородных миаскитов в литературе практически нет. Слабо деформированные и почти неизменные породы представляют петрологический интерес как эталоны для сравнения.

2. В отличие от представлений А. Н. Заварицкого [2] и В. Я. Левина [4] о вторичности кальцита, найдены морфологические признаки существования первичного кальцита в миаскитах. Количество его достигает 2—3 % в изученных образцах. Магматический кальцит в миаскитах может указывать на генетическое родство сиенитового и карбонатитового процессов в Ильменских горах, на что обратил внимание А. Г. Жабин в Вишневых горах [1].

3. А. Н. Заварицкий [2] считал альбит позднемагматическим или даже постмагматическим минералом в миаскитах. По нашим данным, олигоклаз-альбит выделялся как в начальные моменты кристаллизации (редкие включения в центральных частях зерен нефелина), так и при метаморфизме — распад твердого раствора (пертиты), метасоматическое эпитаксическое развитие на пертитах почти по всем первичным минералам породы.

4. Два рассмотренных типа миаскитов близки по соотношению породообразующих минералов, но отличаются по второстепенным минералам, по структуре и текстуре породы. Последнее вызвано различием хода кристаллизации магмы: в порфириновидном пятнистом миаските ярче проявился начальный период роста крупных индивидов нефелина и гломеровых агрегатов калишпата, а для меланократовой эвтектической части остались небольшие участки объема, которые выглядят темными пятнами на светлом фоне породы. Такое более контрастное разделение продуктов ранней и поздней стадий кристаллизации магмы может привести при сдавливании камеры кристаллизации к возникновению меланократовых пород, подобных наблюдающимся в керне глубокой скважины жилам и шширам апатит-кальцит-титанит-биотитовых пород с небольшим количеством калишпата и нефелина.

5. В пятнистом порфириновидном миаските довольно ярко проявлено изменение формы минералов в процессе кристаллизации магмы. Ранний нефелин слабо удлинен по [0001], а поздний — изометричный или даже толстотаблитчатый. Растущий с ним вместе биотит изменяется от пластинчатого до толстотаблитчатого. Судя по ранее установленным закономерностям [5], такое изменение формы минералов соответствует увеличению щелочности среды кристаллизации. Об этом же говорит таблитчатый в конце кристаллизации габитус кристаллов кальцита.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант 95-05-14047).

## Литература

1. *Жабин А. Г.* Сингенез и метаморфизм карбонатитов. М. Наука. 1971. 160 с.
2. *Заварицкий А. Н.* Геологический и петрографический очерк Ильменского минералогического заповедника и его копей. Изд-во Главн. Упр. по заповедн. 1939. 318 с.
3. *Заварицкий А. Н.* Изверженные горные породы. Изд-во АН СССР. 1961. 479 с.
4. *Левин В. Я.* Щелочная провинция Ильменских-Вишневых гор. М. Наука. 1974. 223 с.
5. *Попов В. А.* Практическая кристалломорфология минералов. Свердловск: УНЦ АН СССР. 1984. 190 с.