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

# ГЕНЕЗИС И СТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ МАРИУПОЛИТОВ

*С. А. Руденко*

## 1. Краткое описание мариуполитов

Специфическая по составу и строению щелочная порода, названная И. А. Морозевичем [9] мариуполитом, является наиболее молодой по отношению к гранитам, сиенитам и фойяитам, слагающим Октябрьский (Мариупольский или Приазовский) щелочной массив на Украине [1, 5, 6, 16, 17 и др.].

Мариуполиты залегают среди основных пород, представляющих останец, пространственно приуроченный к зоне соприкосновения щелочных сиенитов и гранитов. Изучение естественных обнажений и стенок горных выработок показывает, что выходящая на земную поверхность верхняя часть мариуполитового тела представляет собой гигантскую эруптивную брекчию, в которой «обломками» являются основные породы и рассекающие их сиенитовые пегматиты, а мариуполит выступает в качестве как бы «цементирующего материала». Мариуполиты встречаются также в виде отдельных жил, залегающих среди основных пород, гранитов и сиенитов.

Главными минералами, образующими мариуполит, являются нефелин, эгирин и альбит. Встречаются, однако, и такие разности, где альбит заменяется микроклином.

Весьма разнообразно строение мариуполитов. Наряду с мелкозернистыми разностями, в которых отдельные минеральные индивиды различимы только под микроскопом, широко распространены крупно- и гигантокристаллические разности. Если первые внешне напоминают плотные роговики, то вторые представляют собой типичные пегматиты. В мариуполитовых телах широко распространены также породы (гнейсовидные, полосчатые и пятнистые мариуполиты), занимающие промежуточное по своему строению положение между этими двумя разностями.

Высокое содержание микроклина чаще присуще крупно- и гигантозернистым мариуполитам, которые рядом исследователей рассматривались даже как генетически самостоятельные породы, отличающиеся по времени образования от собственно мариуполитов. Эти породы в литературе называют микроклин-нефелиновыми (фойяитовыми) пегматитами.

В пределах массива, кроме мариуполитов, встречены жильные тела, сложенные микроклином, нефелином и гастингситом. И. Д. Царовский

называет эти породы микрофойяитами [18]. Они являются более древними образованиями, чем мариуполиты, так как секутся последними.

## 2. Обзор представлений о генезисе мариуполитов

При трактовке генезиса мариуполитов исследователи, естественно, прежде всего пытались объяснить причины, обусловившие возникновение резкой неоднородности в их строении. Так, Л. Ф. Айнберг, давая петрографическое описание щелочного массива, пишет: «...нередко жильный и одновременный пегматитовый характер многих разновидностей мариуполита, точно так же как и весьма неоднородная текстура и большая насыщенность щелочными летучими компонентами и редкими минералами,...говорит в пользу их возникновения в позднюю пегматитовую фазу кристаллизации щелочного комплекса» [1, стр. 85]. Генетические соотношения между мелкозернистыми и пегматитовыми составляющими мариуполита он не рассматривает.

П. И. Лебедев, подчеркивая исключительную роль летучих составных частей в окончательном формировании щелочных пород, связывает образование мариуполитов (в отличие от происхождения обычных нефелиновых сиенитов типа фойяитов) с вторичными магматическими процессами, которые обусловлены продвижением газообразных эманаций сквозь еще жидкую застывающую магму [7].

Б. М. Куплетский [5, 6] специально разобрал вопрос соотношения мелкозернистых и крупнокристаллических разностей мариуполитов и указал, «...что едва ли правильно рассматривать мариуполиты как чисто магматические образования, скорее следует смотреть на них как на аплитовую разность пегматитовой стадии образования щелочных пород» [6, стр. 139]. Сравнивая время образования мариуполитов (мелкозернистые разности) и пегматитов (крупнокристаллические разности), Б. М. Куплетский пишет: «...мариуполит плотного облика ... содержит ... ксенолиты ... кристаллов микроклина, голубого содалита и крупных нефелиновых кристаллов. Эти включения указывают как будто на то, что мариуполиты по возрасту являются или одновременными, или *даже более поздними* (подчеркнуто нами, С. Р.) образованиями, чем пегматитовые выделения, что с первого взгляда может показаться парадоксальным» [5, стр. 47]. В другом месте он указывает, что «обилие альбита в мариуполитах и лейкократовый их характер позволяют рассматривать их как аплитовую низкотемпературную фазу щелочной магмы и высказать предположение о *параллельности процессов кристаллизации* (подчеркнуто нами, С. Р.) пегматитов и мариуполитов в рассматриваемом районе» [6, стр. 144].

В. И. Лучицкий предполагал, что пегматиты образуются на последних стадиях кристаллизации мариуполитовой магмы, т. е. позже собственно мариуполитов [8]. Согласно наблюдениям В. И. Лучицкого, мариуполиты пересекаются как пегматитами, состоящими из альбита, нефелина и эгирина, так и микроклин-нефелиновыми пегматитами.

И. Д. Царовский посвятил ряд работ генезису мариуполитов. Подобно Б. М. Куплетскому, он рассматривает мелкозернистые и крупнокристаллические мариуполиты как продукт кристаллизации остаточных дифференциатов щелочной магмы, своего рода аплитов-пегматитовый этап процесса кристаллизации. Он выделяет следующие, различные по времени кристаллизации разности мариуполита: скопления крупных кристаллов микроклина и нефелина (нефелино-микроклиновый пегматит); очень мелкозернистый агрегат, сложенный эгирином, нефелином и альбитом (эгириновый мариуполит); образования, состоя-

щие в основном из кристаллов эгирина, небольшого количества кристаллов микроклина и весьма обильного альбита, выполняющего все промежутки между кристаллами эгирина и микроклина (пегматоидные выделения в мариуполите); агрегат, сложенный в основном кристаллами альбита (лейкократовая фация мариуполита).

Таким образом, утверждая, что нефелино-микроклиновые пегматиты образуются раньше эгириновых мариуполитов, И. Д. Царовский поддерживает предположение Б. М. Куплетского. Характеризуя ультращелочной период интрузивной деятельности, он определяет последовательность кристаллизации в следующем порядке: фойяит, микроклин-нефелиновый пегматит, мариуполит. Две последние породы рассматриваются как продукты отщепления, т. е. как остаточные дифференциаты.

В отличие от изложенных выше взглядов, В. И. Эльтеков (1937 г.) и Н. В. Иванов (1948 г.) считают, что в процессе образования мариуполитов автометасоматические явления играют большую роль. Так, В. И. Эльтеков выделяет магматическую и пневматолито-гидротермальную стадии формирования мариуполитов. Он считает, что в магматическую стадию образовались типичные представители нефелино-сиенитовой магмы: фойяиты, уртиты и др. В незначительной степени в эту стадию образовались и мариуполиты. После окончания кристаллизации пород магматической стадии обособился остаток (раствор), который устремился по образовавшимся в процессе формирования интрузива трещинам и, не находя выхода, начал воздействовать на породы, слагающие массив. В результате имели место явления натрового метасоматоза, которые в нефелиновых сиенитах привели к возникновению ряда новообразований и, в частности, основного количества различных мариуполитов, представляющих альбитизированные разности нефелиновых сиенитов.

Н. В. Иванов также подразделил процесс формирования мариуполитов на ряд стадий. К первой относится собственно магматическая стадия формирования мариуполитов, завершающая магматический процесс дифференциации и кристаллизации щелочной магмы. На этой стадии мариуполиты образовались из остаточного расплава, наиболее богатого щелочами, подвижными и летучими компонентами. Магматическая стадия в дальнейшем сменилась целым рядом последующих стадий (второй, третьей, четвертой), на протяжении которых происходило автометасоматическое преобразование породы под воздействием растворов, связанных с остаточной магмой. В первую стадию из магмы кристаллизуются нефелин, калиевый полевой шпат и бóльшая часть эгирина. В последующие стадии, наряду с эгирином образуется лейстовый альбит, а затем наряду с альбитом отлагается циркон. Позже образуются лепидомелан, содалит, канкринит, кальцит, цеолиты и другие минералы.

Хотя, по мнению Н. В. Иванова, микроклин-нефелиновые пегматиты и мариуполиты по времени образования и генетически тесно связаны между собой, все же микроклин-нефелиновые пегматиты образуются раньше мариуполитов.

Итак, до последнего времени большинство исследователей рассматривали микроклин-нефелиновые пегматиты как породы, образовавшиеся раньше мариуполитов. В соответствии с этим считалось, что микроклин-нефелиновые пегматиты кристаллизовались раньше мариуполитов и поэтому при интерпретации геологических данных мариуполиты изображались как секущие тела по отношению к микроклин-нефелиновым пегматитам.

В результате наших исследований сложились иные представления о генезисе мариуполитов, частично изложенные в ряде докладов и статей [13—15]. В частности, было показано, что мариуполиты и микроклин-нефелиновые пегматиты образуют единые тела, так как микроклин-нефелиновые пегматиты возникают за счет частичной перекристаллизации мариуполитов. Этот вывод поддержали некоторые геологи (например, М. И. Гутов), а в настоящее время появились новые данные, подтверждающие его. Так, в результате весьма детальных исследований, проведенных группой геологов ЦНИГРИ (М. Б. Бородаевской, С. А. Кащиным и др.), было установлено, что мариуполиты и микроклин-нефелиновые пегматиты представляют собой пологие залежи, образующие (в пределах изученной глубины) три этажа (рис. 1).

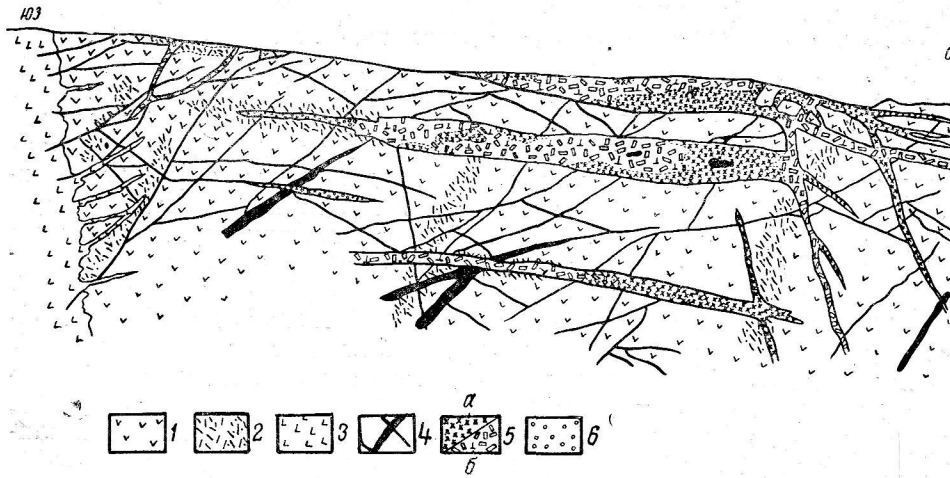



Рис. 1. Геологический разрез (по М. Б. Бородаевской, В. Ф. Гурееву и П. С. Фомину): *1* — основные породы; *2* — измененные основные породы; *3* — сиениты; *4* — жилы сиенитового пегматита; *5* — мариуполит (*а* — мелкозернистый, *б* — пегматоидный — „микроклин-нефелиновый пегматит"); *6* — альбит

Необходимо отметить, что в последних работах И. Д. Царовского возникновение мариуполитов и микроклин-нефелиновых пегматитов рассматривается не как результат кристаллизации остаточной щелочной магмы (как это мыслилось в более ранних его работах), а как перерождение микрофойяитов под влиянием пегматитового раствора фойяитовой магмы [17, 18]. Этот раствор под влиянием окружающих основных пород терял калий и обогащался натрием. Под влиянием этого раствора в пределах микрофойяитовых тел происходило перераспределение щелочей. В одних частях этих тел возникал микроклин-нефелиновый пегматит, а в других вследствие процесса альбитизации — мариуполит. Таким образом, микроклин-нефелиновые пегматиты и мариуполиты возникают согласно последним исследованиям И. Д. Царовского, одновременно в результате дифференциации микрофойяитов.

### 3. Основные черты генезиса мариуполитов

При изучении мариуполитов прежде всего было обращено внимание на соотношение между мелкозернистыми и крупнокристаллическими разностями. Распространенным случаем такого соотношения является постепенный переход мариуполита мелкозернистого в крупнокристаллический с одновременным постепенным изменением строения породы. Мелкозернистый мариуполит сменяется мариуполитом гнейсовидной тек-

стуры, который отличается от мелкозернистого нередко только более крупной величиной индивидов эгирина, ориентированных параллельно (рис. 2). Далее гнейсовидный мариуполит сменяется полосчатым, которому присущи скопления большого числа кристаллов эгирина, расположенные в виде полос. В пределах этих полос встречаются участки с радиально-лучистым расположением кристаллов эгирина. В промежутках между скоплениями эгирина располагаются весьма мелкие или более крупные индивиды нефелина и альбита. Полосчатый мариуполит сменяется мариуполитом пегматоидного строения. Здесь наблюдаются крупные идиоморфные кристаллы нефелина, окруженные почти мономинеральной альбитовой массой [1], состоящей из многочисленных лейстовидных индивидов альбита. Участками в промежутках между кристаллами нефелина группируются кристаллы эгирина, образующие спутанно-игольчатые, а иногда и параллельно или радиально-игольчатые агрегаты. Местами здесь располагаются более крупные отдельные кристаллы эгирина.

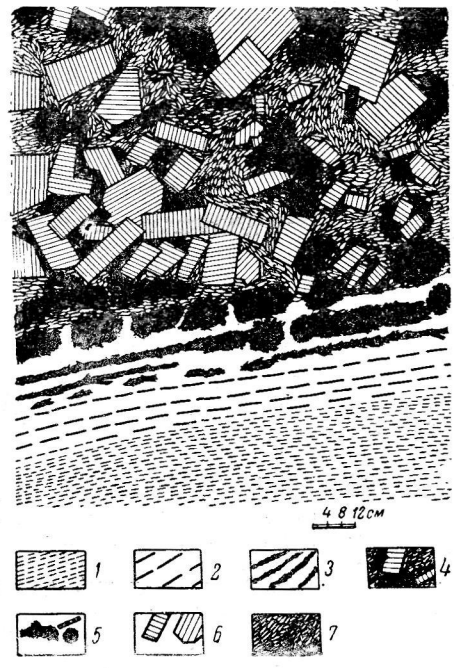



Рис. 2. Зарисовка одного из участков мариуполитового тела. Хорошо заметно постепенное изменение структуры породы от нижних участков обнажения к верхним:

*1* — мелкозернистый мариуполит; *2* — гнейсовидный мариуполит; *3* — полосчатый мариуполит; *4* — пегматоидный мариуполит; *5* — эгирин; *6* — нефелин; *7* — альбит

Характерно, что минеральный состав перечисленных разностей мариуполита как в качественном, так и в количественном отношении, как правило, совершенно тождественен. Подобные соотношения между различными по строению породами, образующими мариуполит, прослеживаются во многих обнажениях и горных выработках. Различия лишь в том, что между мелкозернистым мариуполитом и мариуполитом пегматоидного сложения располагается разное число отличных по структурным и текстурным особенностям разностей мариуполита. В иных случаях мелкозернистый мариуполит сменяется гнейсовидным, а затем полосчатым, а мариуполит пегматоидного сложения совсем отсутствует. Иногда мелкозернистый мариуполит переходит непосредственно в пегматоидный.

Каким же образом могли возникнуть такие различные по строению, но одинаковые по минеральному составу породы, образующие мариуполит? Формирование пород с резко различной текстурой должно происходить и в различных физико-химических условиях. Однако постепенная смена пород одной текстуры породами другой текстуры при отсутствии интрузивных контактов между ними (рис. 3) исключает объяснение этого явления наличием целого ряда повторных инъекций расплава. Необходимо рассмотреть более обстоятельно случаи взаимного соотно-

[1] Среди альбитовой массы встречаются в небольшом количестве единичные зерна нефелина.

шения между мелкозернистым и крупнокристаллическим мариуполитом.

На рис. 4 показаны соотношения подобного рода. Здесь среди мелкозернистого мариуполита в виде зон располагается мариуполит иного строения. Главным образом к середине этих зон тяготеют крупные кристаллы нефелина, эгирина и микроклина, окруженные сахаровидным альбитом. Между этой зоной и мелкозернистым мариуполитом широко развита разность мариуполита гнейсовидного типа. Примечательно, что смена мелкозернистого мариуполита гнейсовидным прослеживается не только вкрест простирания полосчатости пород, но и по простиранию. При этом, если не учитывать различную величину кристаллов

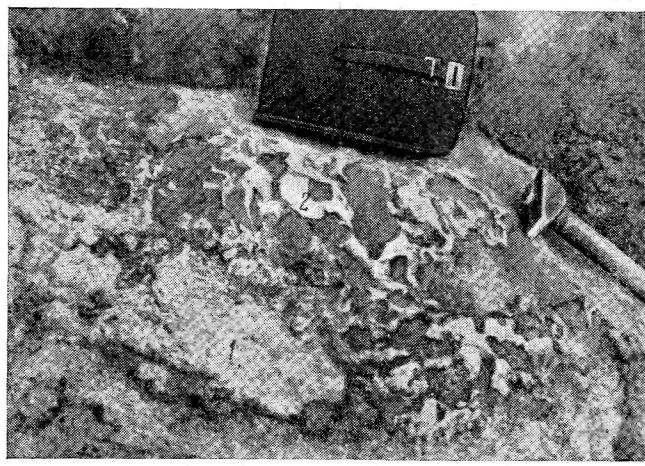



Рис. 3. Гнейсовидный (участками порфиробластовый) мариуполит (*1*) сменяется пегматоидным мариуполитом (*2*) альбит-эгирин-нефелинового состава

эгирина, то обе эти породы по всем остальным особенностям нередко почти совершенно одинаковы (см. далее рис. 10, *а*, *II* и 10, *в*, *II*), так как индивиды нефелина и альбита одного и того же размера протягиваются непрерывно из зон мелкозернистого мариуполита в гнейсовидный.

Еще более отчетливо возрастные соотношения между крупнокристаллическим и мелкозернистым мариуполитом показаны на рис. 5, где крупнокристаллический мариуполит — того же состава, что и мелкозернистый, рассекает последний в виде петлеобразных зон. Одновременное образование этих различных по строению и размеру кристаллов пород невозможно объяснить даже с физико-химических позиций. Петлеобразный же характер расположения крупнокристаллического мариуполита в мелкозернистом однозначно определяет его более позднее время формирования. Тождественный минеральный состав обеих разновидностей и отсутствие интрузивных контактов между этими породами указывают на единственно возможный вывод — крупнокристаллический агрегат образовался за счет перекристаллизации мелкозернистого.

Подобные отношения между мелкозернистыми и крупнокристаллическими разностями, показывающие их возрастное положение, наблюдаются во многих обнажениях, причем нередко в состав крупнокристаллических зон добавляется микроклин (см. рис. 4). Встречаются случаи, когда маломощные нефелино-альбитовые (иногда с эгирином и

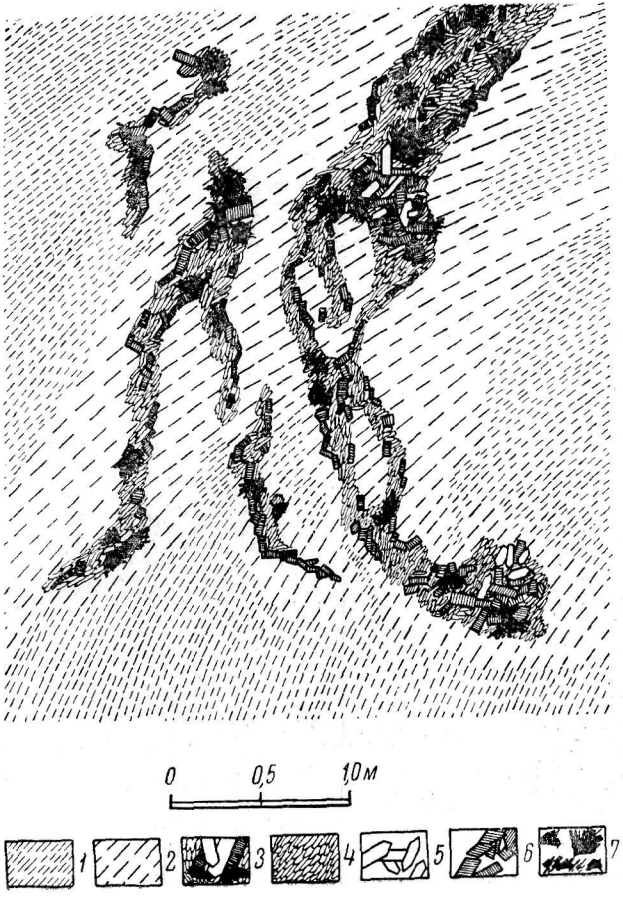



Рис. 4. Характер расположения зон, сложенных гнейсовидным и пегматоидным мариуполитом, в мелкозернистом:

*1* — мелкозернистый мариуполит; *2* — гнейсовидный мариуполит; *3* — пегматоидный мариуполит; *4* — альбит; *5* — микроклин; *6* — нефелин; *7* — эгирин

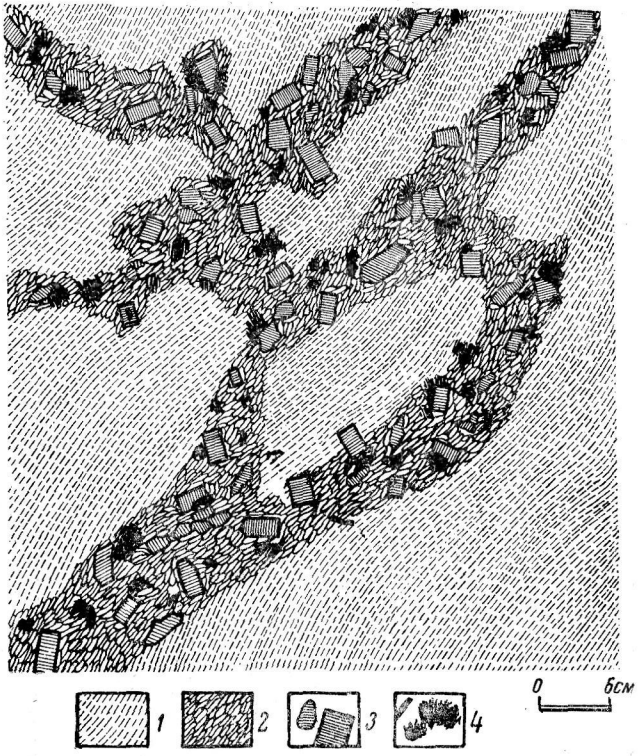



Рис. 5. Зоны, сложенные пегматоидным мариуполитом, рассекают мелкозернистый мариуполит:

*1* — мелкозернистый мариуполит; *2* — альбит; *3* — нефелин; *4* — эгирин

лепидомеланом) зоны (рис. 6) или существенно микроклиновые (частично с альбитом и нефелином) зоны (рис. 7) протягиваются в мелкозернистом мариуполите на значительные расстояния. Как же представить, что эти крупнокристаллические зоны существовали до образо-

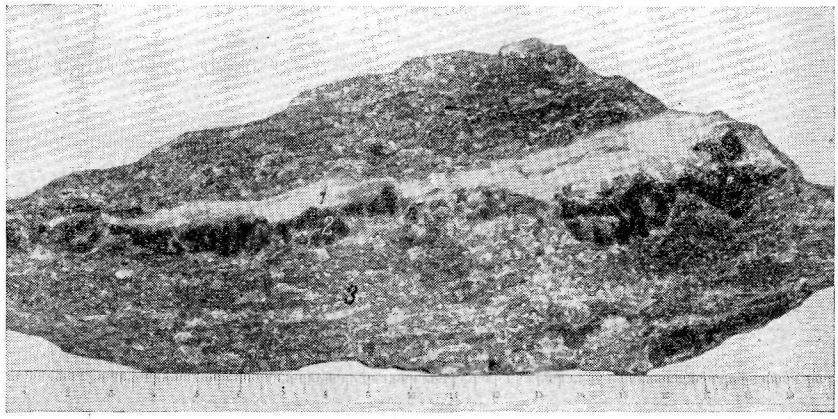



Рис. 6. Зона, сложенная альбитом (*1*) и нефелином (*2*) в мелкозернистом мариуполите (*3*)

вания мелкозернистого мариуполита? Что окружало эти зоны до образования мелкозернистого мариуполита?

Естественно полагать, что зоны крупнокристаллического мариуполита возникли за счет перекристаллизации мелкозернистого. Рассматривая особенности строения крупнокристаллических зон, можно заметить, что отдельные идиоморфные кристаллы микроклина, эгирина и нефелина резко вдаются в мелкозернистый мариуполит. Окруженные почти со всех сторон мелкозернистым мариуполитом они только одним концом соединяются с телом крупнокристаллической зоны. Иногда крупные кристаллы совсем обособляются от этих зон (рис. 8). По-видимому, такие обособленные кристаллы представляют собой порфиробласты или групповые скопления порфиробласт, которые формируются после мелкозернистого мариуполита одновременно с крупнокристаллическими зонами. Это предположение подкрепляется и тем, что порфиробласты заключают индивиды минералов мелкозернистого мариуполита в качестве реликтов.

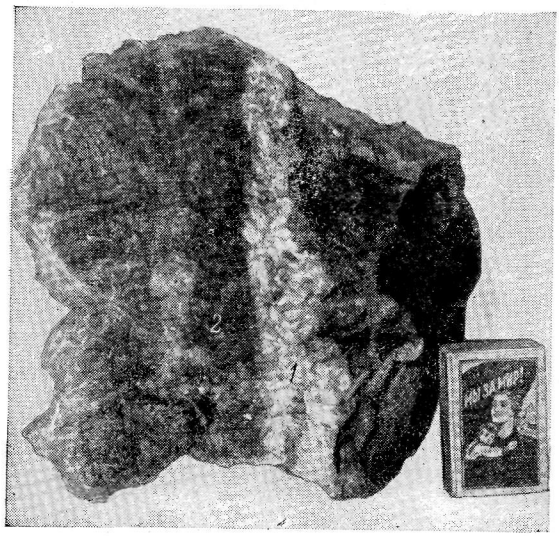



Рис. 7. Зона существенно микроклинового состава (*1*), рассекающая мелкозернистый мариуполит (*2*)

Следовательно, способом образования крупнокристаллического ма-

риуполита является собирательная перекристаллизация[1]. В этом отношении генезис мариуполит-пегматитов сходен с генезисом миаскитовых пегматитов [2]. Как указывалось [13], при анализе явлений собирательной перекристаллизации полиминеральных пород следует учитывать различную способность к перекристаллизации минералов, составляющих такие породы. Именно поэтому процесс собирательной перекристаллизации сопровождается метаморфической дифференциацией вещества. В рассматриваемом случае вследствие явления метаморфической дифференциации при преобразовании мариуполитов появляются чередующиеся прослои: лейкократовые и меланократовые, мелкозернистые (исходной неперекристаллизованной породы) и крупнокристаллические (переработанной породы), мономинеральные (существенно нефелинные, существенно альбитовые и существенно эгириновые). Послойное расположение различных по составу и строению перекристаллизованных пород зависит и от особенностей внутреннего строения исходного мелкозернистого мариуполита, возникших в период кристаллизации. Известно, что не только мариуполитам, но и щелочным породам других массивов свойственна анизотропия, обусловленная их флюидально-полосчатой или трахитоидной текстурой. Поэтому в участках интрузивных тел щелочных пород, которые подвергаются тектоническим воздействиям, на начальных стадиях постмагматического этапа возникает система трещин, ориентированных согласно трахитоидности породы. Эта тонкая трещиноватость реализуется при процессе преобразования исходных пород в пегматит под влиянием послемагматических растворов, в связи с чем зоны перекристаллизации располагаются в породе преимущественно согласно с плоскостями первичных текстур течения.

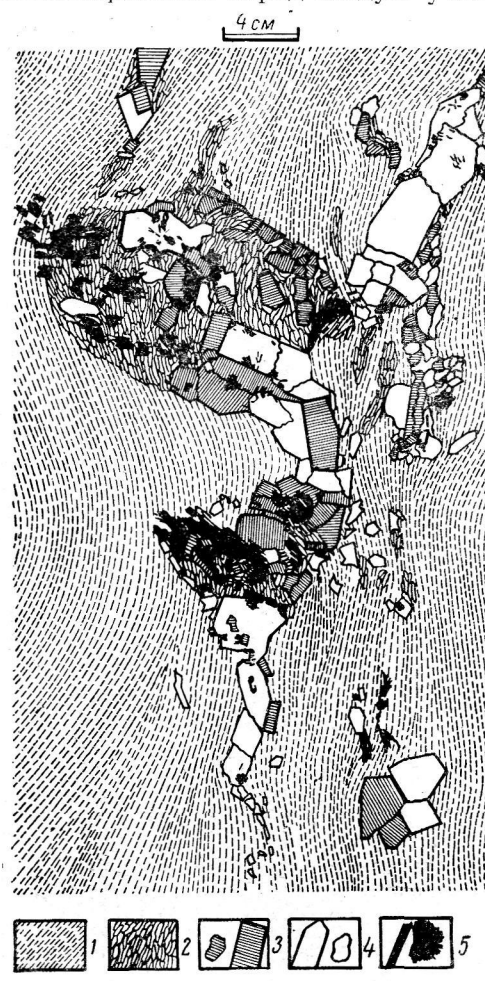



Рис. 8. Характер расположения крупнокристаллического мариуполита в мелкозернистом:
*1* — мелкозернистый мариуполит; *2* — альбит; *3* — нефелин; *4* — микроклин; *5* — эгирин

Однако согласное залегание крупнокристаллических зон в исходной породе можно рассматривать по-разному. Так, для мариуполитов взаимо-

[1] Факты, свидетельствующие о широком проявлении перекристаллизации, обнаруживаются также в развитых в Октябрьском щелочном массиве породах сиенитового состава, в фойяитах и микрофойяитах.

отношения между крупнокристаллическими и трахитоидными разностями находили двоякое объяснение. С одной стороны, предполагалось, что мелкозернистые трахитоидные породы представляют собой продукт кристаллизации расплава, внедрившегося в раздробленные крупнокристаллические породы (пегматиты), более ранние по времени образования. Основанием для такого вывода послужило предположение, будто бы мелкозернистые трахитоидные породы рассекают и це-

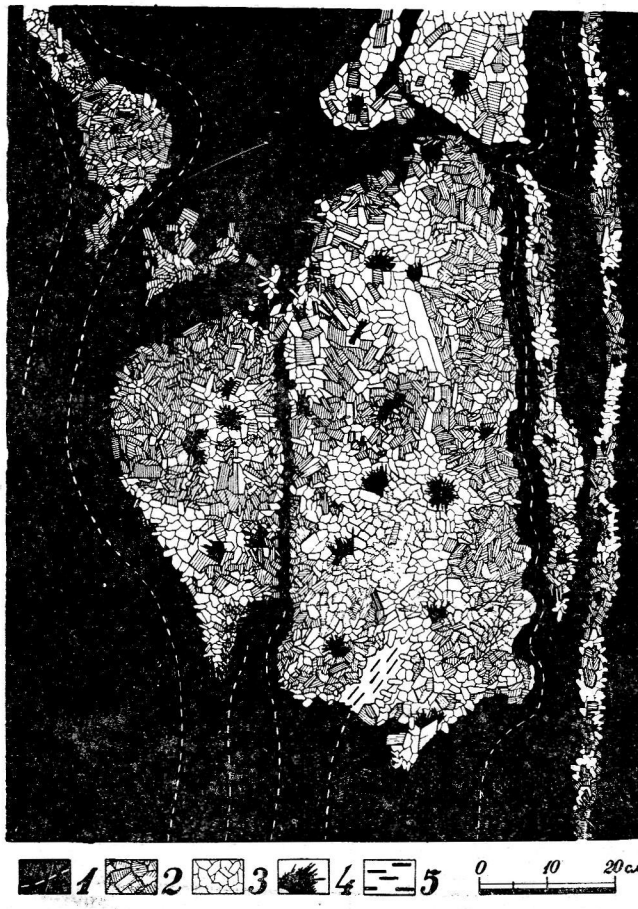



Рис. 9. Один из случаев взаимоотношения мелкозернистого мариуполита с пегматоидным:

*1* — мелкозернистый мариуполит (белые штрихи — направление трахитоидности); *2* — нефелин; *3* — микроклин; *4* — эгирин; *5* — гнейсовидный мариуполит

ментируют крупнокристаллические, образуя эруптивную брекчию. Так, в частности, объяснялись соотношения, подобные показанным на рис. 9, в средней части которого среди крупнокристаллической массы в виде жилки расположен мелкозернистый мариуполит. Однако при внимательном просмотре выясняется, что прожилки мелкозернистой породы, «секущие» пегматит, оконтурены вдоль «зальбандов» идиоморфными кристаллами нефелина и микроклина, грани которых вдаются в мелкозернистую породу, поэтому нельзя считать правильным суждение о более позднем внедрении расплава в раздробленный пегматит.

С другой стороны, многие геологи полагают, что крупнокристаллические зоны и полосы возникают вследствие скопления (скучивания) порфировых вкрапленников в движущейся магме. Однако при изучении их выясняется, что крупнокристаллические зоны располагаются в мелкозернистой «основной массе» нередко косо относительно направления ее трахитоидности, т. е. являются более поздними по времени образованиями, так как оказываются приуроченными к кососекущим трещиноватым зонам. На рис. 4 и 5 приведены зарисовки, показывающие, что согласные и секущие крупнокристаллические зоны образуют в мариуполите единую систему. Это обстоятельство в совокупности с другими признаками (наличием реликтов мелкозернистой исходной породы внутри крупных кристаллов и пр.) указывает на более позднее время образования как согласных, так и секущих крупнокристаллических зон.

Показательно, что сторонники обеих трактовок в качестве критерия используют факт «обтекания» отдельных крупных вкрапленников или отдельных граней монокристаллов крупнокристаллических зон минеральными индивидами мелкозернистой породы. Для выяснения правильности этого критерия рассмотрим возможные причины явления обтекания[1]: 1) однозначно ориентированные в движущейся магме мелкие игольчатые или пластинчатые кристаллы огибают встречающиеся по пути движения ранее возникшие порфировые вкрапленники; 2) индивиды мелкозернистой трахитоидной или сланцеватой породы меняют свою ориентировку под действием кристаллизационной силы разрастающихся мета- или бластокристаллов; 3) индивиды мелкозернистой трахитоидной или сланцеватой породы, заключающей крупные вкрапленники, меняют своею ориентировку в результате пластической деформации породы под влиянием внешних усилий; имеет место своего рода «обмятие» породы вокруг вкрапленников; 4) ориентировка индивидов исходной породы изменяется благодаря некоторой ее перекристаллизации вокруг разрастающихся мета- или бластокристаллов.

Известны примеры обтекания порфирообласт полевых шпатов мелкозернистой сланцеватой массой в гнейсах и кристаллических сланцах или метакристаллов пирита в глинистых сланцах.

Таким образом, *явление обтекания вкрапленников индивидами включающей их более мелкозернистой породы само по себе не может явиться критерием для суждения о способе и времени образования вкрапленников.* Следует учитывать дополнительные факты, свидетельствующие о способе их образования.

В частном случае мариуполитов, как показывают наши исследования, рассматриваемое явление обусловлено рядом причин. Наблюдаемое в крупном плане огибание мелкозернистой массой гнезд крупнокристаллического строения связано, по-видимому, с тем, что в местах наличия в мелкозернистой породе складок (складок течения или вторичных по происхождению) накапливается большее количество восходящих послемагматических растворов. В таких местах процесс преобразования исходной породы в пегматит протекает более интенсивно. Огибание удлиненными или уплощенными индивидами мелкозернистой породы отдельных мета- или бластокристаллов можно объяснить некоторой перекристаллизацией исходной породы вокруг этих кристаллов. Заметим, что огибание вкрапленников далеко не всегда имеет место

[1] Под обтеканием понимается такое расположение столбчатых, игольчатых или пластинчатых кристаллов мелкозернистой породы, когда они оказываются ориентированными своим удлинением параллельно внешним контурам вкрапленников.

Нередки случаи, когда мелкозернистый мариуполит срезается гранями кристаллов альбита, нефелина или эгирина.

По мере того как исходные породы с течением времени становятся все более жесткими в отношении деформаций, секущие зоны перекристаллизации в них приобретают большее развитие. Часто от нефелиновых и микроклин-нефелиновых гнезд или осей отходят секущие прожилки существенно эгирин-нефелинового (см. рис. 17) или микроклинового состава. Между этими прожилками и альбитом или мелкозернистым мариуполитом наблюдаются довольно резкие контакты, а сами прожилки, взятые в отдельности, по внешнему виду напоминают повторные инъекции. Причина подобных соотношений заключается в более интенсивной циркуляции растворов в пределах резко ограниченной трещиноватой зоны. Однако такие секущие прожилки часто составляют единое целое с типичными зонами перекристаллизации и не имеют отношения к инъекции расплава.

При установлении природы растворов, с воздействием которых связано преобразование мариуполитов, необходимо принять во внимание, что в состав крупнокристаллического пегматоидного мариуполита часто входит значительное количество микроклина — минерала, отсутствующего в исходной породе. Следовательно, микроклин накапливается здесь в период преобразования исходного мариуполита метасоматическим путем. По мере увеличения содержания в мариуполит-пегматите микроклина соответственно уменьшается содержание альбита (это подтверждается данными Н. В. Иванова, полученными при изучении крупных валовых проб породы). Таким образом, процесс преобразования мариуполита сопровождается лишь выносом ионов натрия и привносом ионов калия.

Основные породы, среди которых залегают мариуполит-пегматиты (см. рис. 1), не могли быть источником привноса калия. Однако надо принять во внимание, что в центральной части щелочного массива широко развиты сиениты. По-видимому, процесс преобразования мариуполитов происходил под влиянием восходящих послемагматических растворов, которые, *просачиваясь сквозь толщу сиенитов, обогащались* калием. Благодаря воздействию этих растворов в мариуполитах накапливался микроклин, а за счет выноса ионов натрия видоизменялись более древние породы, вмещающие мариуполитовые тела. Основные породы превращались при этом в альбиты и альбито-слюдистые породы. Граниты, сиениты, фойяиты и микрофойяиты подвергались альбитизации, а часто и эгиринизации. Это изменение пород, вмещающих мариуполитовые тела, мы относим к явлениям фенитизации. Таким образом, фенитизация является метасоматическим процессом постмагматической, а не магматической стадии формирования щелочных пород.

Как уже указано, жилы мариуполит-пегматитов встречаются и в других местах массива, залегая среди сиенитов и гранитов. Последний случай представляет интерес для выяснения особенностей преобразования мариуполитов в этих специфических условиях. В жилах, залегающих в гранитах на значительном расстоянии от сиенитов, пегматоидные разности имеют альбит-микроклиновый состав. Следовательно, вынос натрия происходил за счет исчезновения в составе породы нефелина, а не альбита, т. е. имел место привнос не только ионов калия, но и кремнезема. Характерно, что в жилах, залегающих также в гранитах, но близ сиенитов, сохраняется еще значительное количество нефелина. Это и понятно, так как чем больший путь послемагматические растворы проходят по гранитам, тем больше они насыщаются не

только калием, но и кремнеземом, поэтому в жилах, залегающих вдали от сиенитов, в составе конечных продуктов преобразования сохраняется не нефелин, а альбит, т. е. минерал, более богатый кремнеземом.

Итак, приведенный фактический материал свидетельствует о том, что процесс перекристаллизации мариуполитов происходил под влиянием восходящих послемагматических растворов и состав мариуполит-пегматитов находится в зависимости главным образом от состава подстилающих пород, через которые просачиваются послемагматические растворы.

Приведенные данные показывают, насколько широкое значение имеет выдвинутое Д. С. Коржинским [4], а затем всесторонне обоснованное В. Д. Никитиным [10—12] положение, согласно которому пегматиты формируются в условиях системы открытого типа. Подтверждается также предположение, что состав пегматитов находится в зависимости от состава подстилающих пород [10].

## 4. Классификация пород, слагающих мариуполит

Классификация пород, образующих мариуполитовые тела, учитывает рассмотренные нами особенности генезиса мариуполитов.

Целесообразно выделить три главных типа пород, слагающих мариуполит: 1) мелкозернистый (исходный) мариуполит; 2) породы, возникающие на начальной и промежуточной стадиях перекристаллизации мелкозернистого мариуполита; 3) мариуполит пегматоидного строения.

### *Мелкозернистый мариуполит*

Мелкозернистый мариуполит представляет собой плотную темно-серую, иногда зеленоватую породу, структура которой под микроскопом близка к трахитовой (рис. 10, *а*).

#### *Породы, возникающие на начальной и промежуточной стадиях перекристаллизации мелкозернистого мариуполита*

Такие породы возникают в результате процесса собирательной перекристаллизации, сопровождаемого метаморфической дифференциацией вещества. В зависимости от характера изменения физико-химических условий этот процесс может протекать с различной интенсивностью. Кроме того, механизм явления сегрегации минералов в ходе этого процесса может быть также различным. Все это обусловливает большое разнообразие типов пород.

**1. Гнейсовидный мариуполит** в отличие от мелкозернистой разности характеризуется наличием значительно более крупных кристаллов эгирина (рис. 10, *б* и *в*).

Характерной особенностью этой разности является параллельная, как и в мелкозернистом мариуполите, ориентировка кристаллов эгирина. Структура и размер кристаллов лейкократовой части породы иногда почти не отличаются от мелкозернистого мариуполита (ср. рис. 10, *а, II* и 10, *в, II*). В некоторых же случаях строение лейкократовой части породы аналогично строению лейкократовой части полосчатого мариуполита.

**2. Полосчатый мариуполит** возникает в результате процесса собирательной перекристаллизации непосредственно из мелкозернистого или из гнейсовидного мариуполита. Для него характерно наличие более или менее параллельно ориентированных зон, в пределах которых концентрируются кристаллы эгирина (рис. 10, *г*).

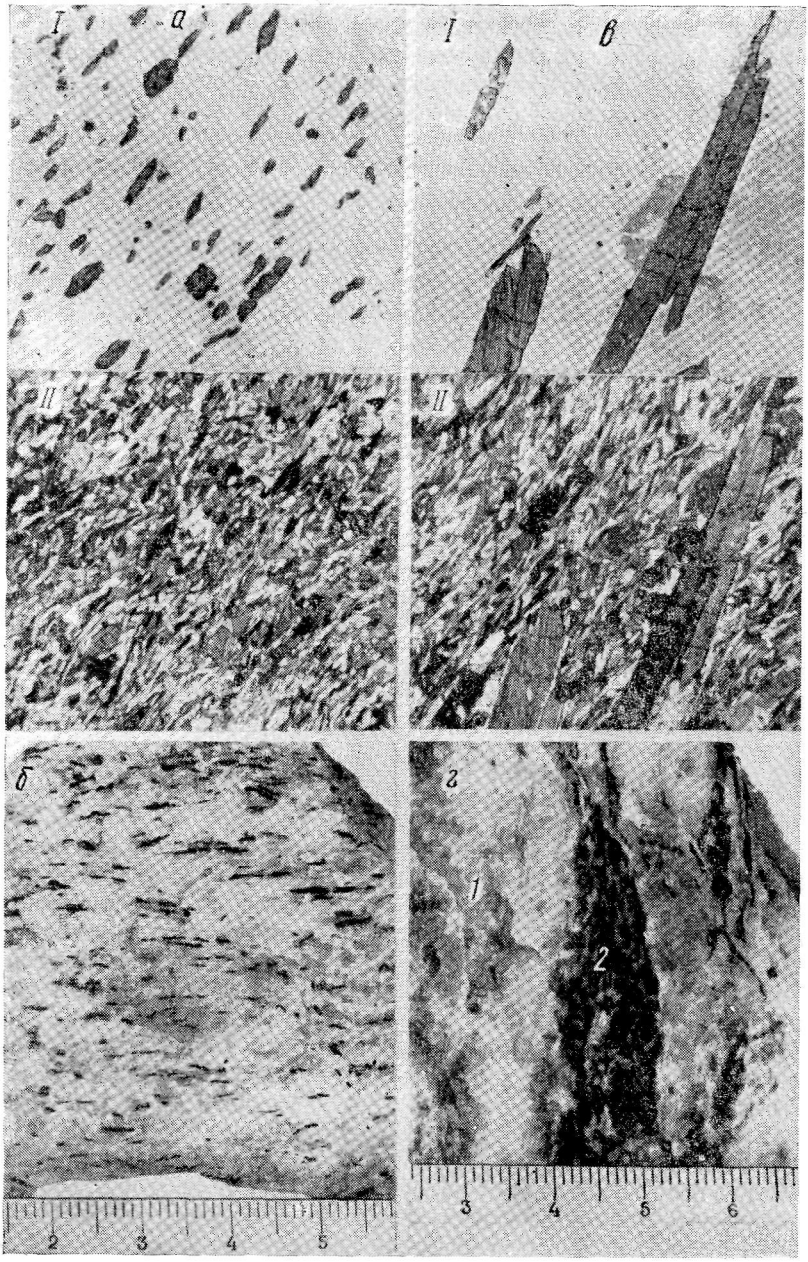
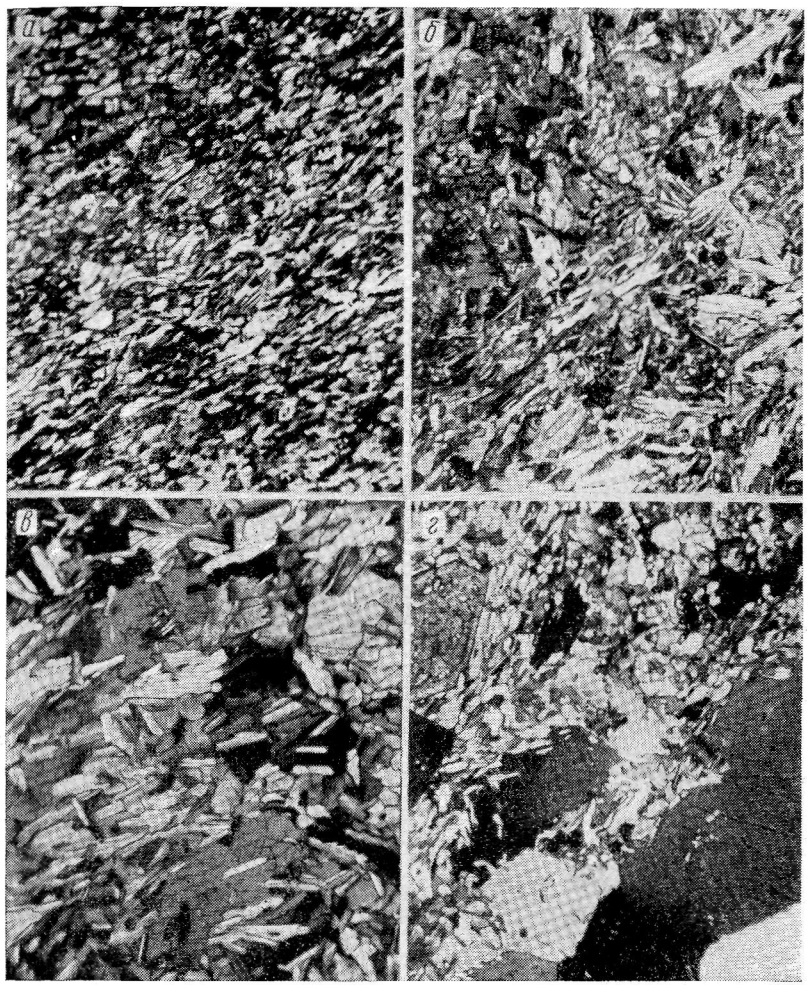



Рис. 10. Мариуполит:

*а* — мелкозернистый (*I* — снято без анализатора, ×32; *II* — снято с анализатором, ×32); *б* — гнейсовидный (фото образца); *в* — гнейсовидный (*I* — снято без анализатора, × 32; *II* — снято с анализатором, ×32); *г* — полосчатый (*1* — альбит-нефелиновая часть породы, *2* — существенно эгириновый прослой)

Таким образом, характеризуя мариуполит этой текстуры, можно говорить, как это делается при описании гнейсов, с одной стороны, о меланократовых прослоях, а с другой, — о лейкократовых. В отличие от гнейсовидного мариуполита в рассматриваемом случае строение лейкократовой части породы значительно более изменчиво. Эта изменчивость связана с тем, что при формировании полосчатого мариуполита в процесс сегрегации вовлекаются в той или иной мере все минералы




896999

Рис. 11. Текстуры лейкократовых прослоев:
*а* — параллельно-лейстовая; *б* — спутанно-лейстовая; *в* — массивная; *г* — полосчатая. Снято с анализатором, × 32

породы. Целесообразно выделить следующие специфические типы пород, образующих лейкократовые прослои:

*Породы, обладающие параллельно-лейстовой текстурой.* Строение породы определяется субпараллельной ориентировкой лейст альбита. Несколько вытянутые зерна нефелина заполняют все промежутки между лейстами альбита (рис. 11, *а*). Наблюдается сходство со строением основной ткани гнейсовидного мариуполита (ср. рис. 11, *а* и 10, *в, II*).

*Породы, обладающие спутанно-лейстовой текстурой.* Параллельный характер ориентировки лейст альбита нарушается (рис. 11, *б*).

*Породы, обладающие массивной текстурой.* Порода сложена зернами (бластокристаллами) нефелина, заключающими отдельные лейсты альбита. Лейсты альбита располагаются также на стыках зерен нефелина (рис. 11, *в*).

Мариуполит перечисленных трех типов внешне несколько напоминает роговик или фонолит.

*Породы, обладающие порфиробластовой структурой при параллельно-лейстовой текстуре основной ткани.* Среди существенно альбитовой основной ткани породы, характеризующейся более или менее параллельной ориентировкой лейст альбита, располагаются порфиробласты или групповые скопления порфиробласт нефелина. Иногда к нефелину добавляется микроклин.

*Породы, обладающие порфиробластовой структурой при спутанно-лейстовой текстуре основной ткани.* В отличие от предыдущего типа здесь для существенно альбитовой основной ткани характерно нарушение параллельной ориентировки лейст альбита.

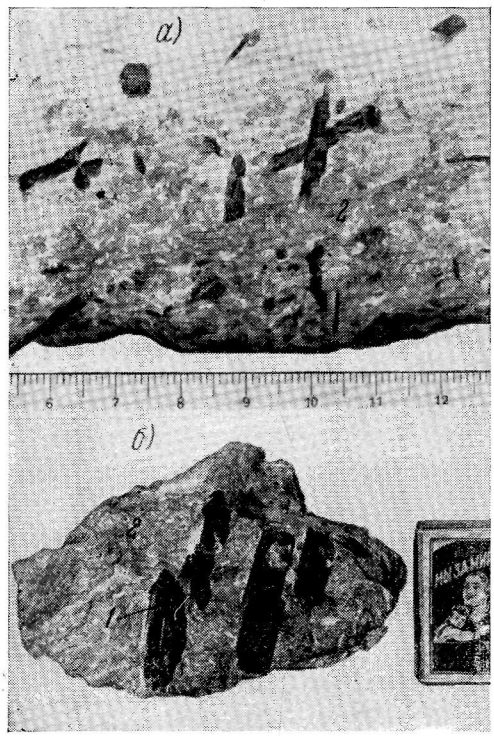



Рис. 12. Порфиробласты эгирина (1):
*а* — в альбит-нефелиновой массе (*2*); *б* — в мелкозернистом мариуполите (*2*)

*Породы, обладающие полосчатой текстурой при параллельно-лейстовой текстуре основной ткани.* Для породы такого строения характерно наличие более или менее протяженных полос, сложенных сравнительно крупными зернами (бластокристаллами) нефелина, в промежутках между которыми располагается существенно альбитовая масса. Иногда наряду с нефелином присутствует микроклин.

*Породы, обладающие полосчатой текстурой при спутанно-лейстовой текстуре основной ткани,* отличаются от предыдущего типа лишь нарушением параллельной ориентировки лейст альбита (рис. 11, *г*).

В лейкократовых прослоях порфиробластового и полосчатого строения размер бластокристаллов или мономинеральных зон часто достигает такой величины, что они хорошо различаются невооруженным глазом.

**3. Полосчато-пятнистый и пятнистый мариуполит.** Для этих пород характерно частичное или полное отсутствие правильности в пространственном размещении темноцветного минерала (эгирина). Кристаллы эгирина концентрируются в породе в виде темных пятен, в пределах которых кристаллы эгирина располагаются нередко параллельно друг другу или образуют радиально-лучистый агрегат. Строение лейкократовой части породы, как и в предыдущем типе мариуполита, весьма изменчиво — можно встретить все разновидности, свойственные лейкократовой части мариуполита полосчатого строения. Однако чаще

встречаются разновидности, имеющие порфиробластовое и полосчатое строение. При этом размер монокристаллов или мономинеральных зон позволяет значительно чаще, чем в предыдущем случае, различать их на глаз.

Формирование мариуполита пятнистого строения происходит в тот период общего процесса собирательной перекристаллизации, когда явление сегрегации проявляется с большой интенсивностью, в результате чего нередко нарушаются элементы первичной полосчатости породы.

**4. Мариуполит порфиробластовой структуры** может возникать двумя путями, а поэтому можно выделить две ее разновидности. Иногда мариуполит такого строения сходен с гнейсовидным. Различие состоит в том, что призматические кристаллы эгирина, расположенные среди мелкозернистой лейкократовой массы, не ориентированы параллельно, а представлены различно ориентированными порфиробластами, размер которых значительно превышает величину индивидов альбита и нефелина окружающей их породы (рис. 12, *а*). Таким образом, мариуполит описываемого типа, подобно гнейсовидному, возникает на ранних стадиях перекристаллизации.

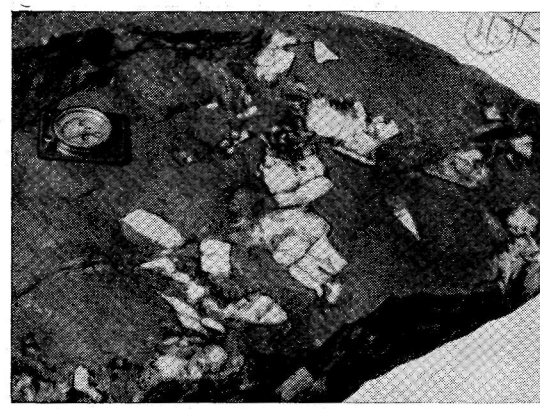


Рис. 13. Метакристаллы микроклина в мелкозернистом мариуполите

Второй тип мариуполита не имеет самостоятельного значения. Это обычный мелкозернистый (исходный) мариуполит, заключающий нередко весьма крупные, зачастую вполне идиоморфные вкрапленники микроклина (рис. 13), нефелина и эгирина (см. рис. 12, *б*). Такой мариуполит обычно располагается по периферии (чаще на продолжении) пегматоидных зон, заключенных среди мелкозернистого мариуполита, и, следовательно, крупные порфиробласты перечисленных минералов развиваются в мелкозернистом мариуполите на последних стадиях перекристаллизации — одновременно с формированием мариуполита пегматоидной структуры.

## Пегматоидный мариуполит

Пегматоидный мариуполит — конечный продукт процесса перекристаллизации. На этой последней стадии происходит наиболее полное обособление минералов с образованием мономинеральных или почти мономинеральных зон. Характерной особенностью пегматоидного мариуполита является идиоморфизм крупных кристаллов минералов (нефелина, микроклина и эгирина), образующих породу. В зависимости от специфики процесса преобразования мелкозернистого мариуполита в различных участках мариуполитового тела возникает два типа пород пегматоидной структуры, отличающихся друг от друга по составу: альбит-нефелин-эгириновые и микроклин-нефелин-эгириновые породы.

**1. Альбит-нефелин-эгириновый пегматоидный мариуполит** характеризуется наличием отдельных идиоморфных кристаллов нефелина или

групповых скоплений кристаллов в виде нефелиновых гнезд или осей (см. рис. 2—5, 8, 14), окруженных белым сахаровидным альбитом Отдельные кристаллы и групповые скопления кристаллов эгирина (иногда в виде параллельно-шестоватого или радиально-лучистого

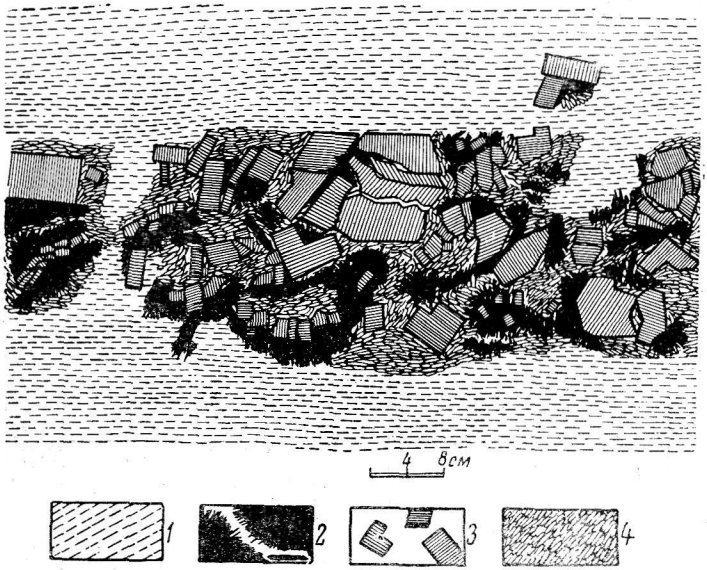



Рис. 14. Среди мелкозернистого мариуполита (*1*) пегматоидный мариуполит, образованный крупными кристаллами эгирина (*2*), нефелина (*3*) и альбита (*4*)

агрегата) чаще приурочены к альбитовой массе (см. верхнюю часть рис. 2). На рис. 15 показаны структурные особенности альбитовых участков мариуполита пегматоидной структуры.

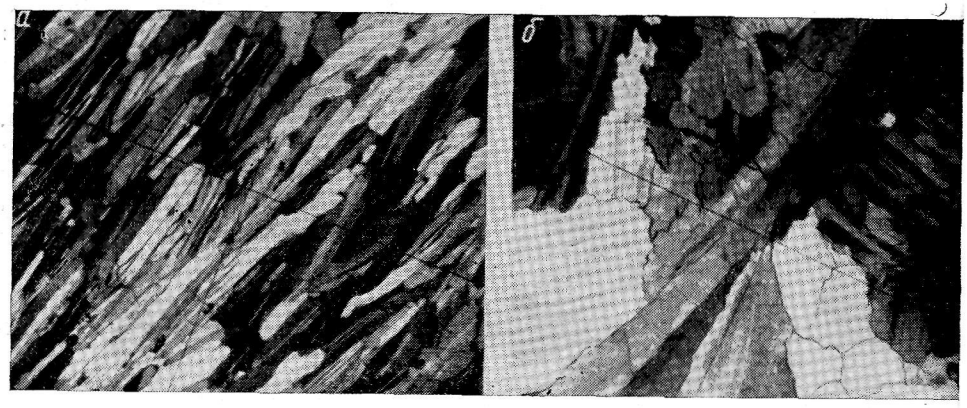



Рис. 15. Различные по размеру зерна́ и строению альбитовые участки мариуполита пегматоидной структуры. Снято с анализатором, ×32

**2. Микроклин-нефелин-эгириновый пегматоидный мариуполит** сложен в основном микроклином, нефелином и эгирином. Микроклин здесь нередко представлен идиоморфными кристаллами. Встречаются случаи, когда микроклин ксеноморфен относительно нефелина. Иногда эти соотношения проявлены особенно отчетливо, и микроклин выполняет ту же

роль, что и альбит в предыдущей разновидности (рис. 16). По-видимому, рост кристаллов нефелина и микроклина, происходящий в разные периоды формирования мариуполита пегматоидной структуры, протекает в изменяющихся физико-химических условиях, с чем и связана различная степень идиоморфизма этих двух минералов относительно друг друга. В случае пространственного разобщения участков породы, сложенных нефелином и микроклином, скопления кристаллов эгирина чаще приурочены к микроклиновой массе.

Имея в виду наличие двух разностей пород пегматоидной структуры, не следует, однако, противопоставлять их друг другу, так как имеет место постепенный переход от одних к другим, связанный с метасоматическим способом накопления микроклина в мариуполите.

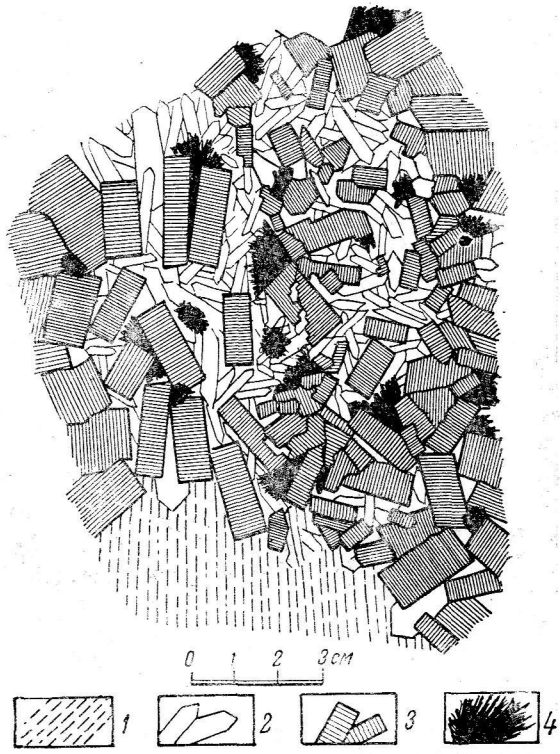



Рис. 16. Пегматоидный мариуполит микроклин-эгирин-нефелинового состава:
*1* — мелкозернистый мариуполит; *2* — микроклин; *3* — нефелин; *4* — эгирин

### 5. Роль метасоматических явлений в формировании мариуполит-пегматитов и их систематика

В состав минералов, образующихся среди мариуполит-пегматитов метасоматическим путем, входят как компоненты, заимствованные из вмещающих пород, так и компоненты, выносимые растворами из магматического очага. Данные, полученные при изучении мариуполит-пегматитов, свидетельствуют о большом разнообразии метасоматических явлений начальных, срединных и конечных стадий постмагматического этапа.

**1. Метасоматические явления начальной стадии.** К ним относятся явления, протекающие *сингенетично с перекристаллизацией исходной породы*. Типичным примером данного типа явлений может служить накопление в мариуполите микроклина. Метакристаллам микроклина в мариуполите свойственны те же признаки, что и бластокристаллам нефелина и эгирина: наличие реликтов исходной мелкозернистой породы, весьма высокая степень идиоморфизма, довольно равномерное (при достаточном количестве) распределение кристаллов в преобразованной породе и т. п. В зависимости от частных условий формирования породы метакристаллы микроклина могут быть более или менее идиоморфны относительно бластокристаллов нефелина. Эти особенности свидетельствуют о том, что механизм роста метакристаллов микроклина и бластокристаллов нефелина совершенно тождественен. Разница заключается лишь в том, что компоненты, входящие в состав разрастающихся бластокристаллов нефелина, заимствуются целиком из исходной породы,

а компоненты, необходимые для разрастания метакристаллов микроклина, частично привносятся раствором (имеется в виду калий). Таким образом, о метасоматическом способе образования микроклина можно судить только на основании сравнения минеральных составов исходной породы и продуктов ее преобразования. Естественно, что такие метасоматические явления более трудны для изучения.

Как уже показано, процесс преобразования мелкозернистого мариуполита сопровождается метаморфической дифференциацией вещества, что приводит к возникновению мономинеральных зон. В частности, создаются мономинеральные или почти мономинеральные альбитовые гнезда или зоны. Такие альбититы относятся к образованиям сегрегационного типа. Характерным признаком, отличающим типичные сегрегационные альбититы от альбититов, более поздних по времени образования, является факт пересечения их отходящими от нефелиновых гнезд или осей прожилками альбит-нефелин-эгиринового состава (рис. 17).

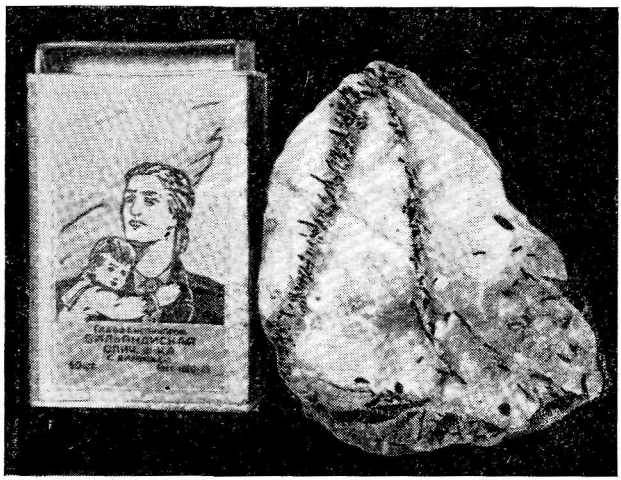


Рис. 17. Зоны существенно эгирин-нефелинового состава, рассекающие сахаровидный альбит

Однако сегрегационные альбититы широко не распространены, так как в большинстве случаев процесс перекристаллизации мариуполита сопровождается калиевым метасоматозом. *Поэтому в составе мариуполит-пегматита чаще преобладает микроклин*, а не альбит.

Как уже указывалось, накопление микроклина в мариуполит-пегматитах связано с привносом ионов калия растворами и соответственным выносом ионов натрия во вмещающие породы. В воздействии растворов, выходящих из мариуполитовых тел, — главная причина альбитизации сиенитов и сиенитовых пегматитов, а также превращения основных пород в альбититы и альбито-слюдистые породы. Таким путем возникают метасоматические альбититы во вмещающих породах.

Таким образом, альбитизация вмещающих пород происходила главным образом в период преобразования мариуполитов, а не накладывалась на вполне сформированные мариуполит-пегматиты вместе с вмещающими их породами. Этот вывод подтверждается тем, что кристаллы микроклина, образующие сиениты и сиенитовые пегматиты, всегда интенсивнейшим образом альбитизированы. Вместе с тем кристаллы микроклина мариуполит-пегматитов или совсем не альбитизированы, или альбитизированы в меньшей степени.

**2. Метасоматические явления срединной стадии.** К ним относятся явления эпигенетического типа. Те минеральные агрегаты, которые возникают в результате этих явлений, являются наложенными как на мариуполит-пегматиты, так и на вмещающие их породы.

В мариуполит-пегматитах таким путем образуются более поздние метасоматические альбититы. Альбититовые прожилки такого происхож-

дения рассекают монокристаллы микроклина и нефелина, а также участки, образованные альбититом сегрегационного типа.

Типичным минералом этой стадии является лепидомелан. Он часто развивается избирательно, замещая эгирин. В одних случаях лепидомеланом замещаются отдельные монокристаллы эгирина в виде псевдоморфоз, в других — крупные кристаллы лепидомелана разрастаются, используя вещество многих растворяющихся кристаллов эгирина. На рис. 18 показана зона концентрации кристаллов лепидомелана, по бокам окаймленная лейкократовым мелкозернистым мариуполитом, лишенным эгирина. Лейкократовый альбит-нефелиновый мелкозернистый мариуполит не содержит пустот за счет ушедших кристаллов эгирина. Следовательно, рассматриваемый процесс сопровождается некоторой перекристаллизацией мелкозернистого мариуполита.

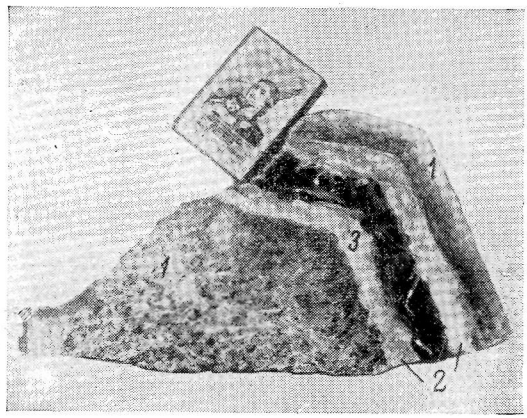



Рис. 18. Прожилок, сложенный лепидомеланом и окаймленный зонами «осветленного» мариуполита:
*1* — мелкозернистый (эгириновый) мариуполит; *2* — лейкократовый (безэгириновый) мариуполит; *3* — лепидомелан

На протяжении рассматриваемой стадии метасоматоза образуются содалит и канкринит, кальцит, апатит и флюорит.

**3. Метасоматические явления конечной стадии.** К ним относится метасоматическое образование магнетита, циркона, беккелита и пирохлора.

Формирование кристаллов магнетита, подобно лепидомелану, нередко происходит за счет ионов железа, освобождающихся при разложении эгирина. В таких случаях вокруг кристаллов магнетита в эгириновом мариуполите образуется пространство, свободное от эгирина (рис. 19), тем большее по размеру, чем крупнее размер кристаллов магнетита [1].

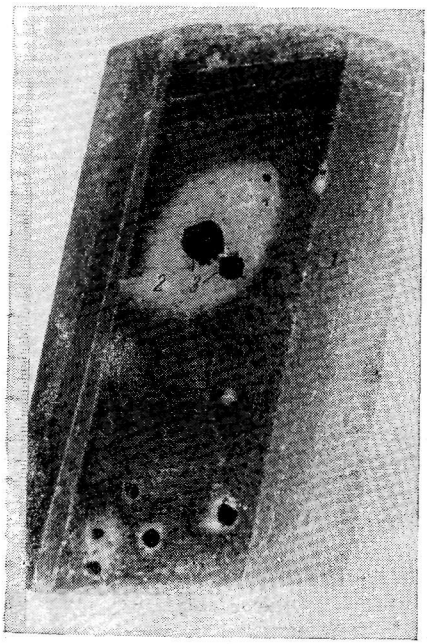



Рис. 19. Осветление породы вокруг вкрапленных кристаллов магнетита:
*1* — мелкозернистый (эгириновый) мариуполит; *2* — мелкозернистый лейкократовый (безэгириновый) мариуполит; *3* — кристаллы магнетита

Механизм разрастания метакристаллов циркона, беккелита и пирохлора, наиболее достоверно выявленный для циркона, был уже детально рассмотрен [14, 15]. Отметим, что вокруг идиоморфных метакристаллов циркона иногда наблюдается некоторая перекристаллизация

[1] Подобный способ образования магнетита за счет разложения роговой обманки гнейсов ранее установлен В. Д. Никитиным (устное сообщение).

породы, которая выражается в том, что лейсты альбита и индивиды других минералов обтекают метакристаллы. Таким образом, и при метасоматических явлениях эпигенетического типа возможна некоторая перекристаллизация замещаемой породы.

Метасоматические явления конечной стадии завершаются образованием цеолитов и сульфидов. Общая схема процесса формирования мариуполит-пегматитов приведена в таблице.

**Схема процесса формирования мариуполит-пегматитов**

| Минералы | Этап магматической кристаллизации | Постмагматический этап | |
|---|---|---|---|
| | | стадия перекристаллизации и калиевого метасоматоза | метасоматическая стадия |
| Альбит | ——— | ≈≈≈ | = |
| Нефелин | ——— | ≈≈≈ | |
| Эгирин | ——— | ≈≈≈ | |
| Микроклин | | = | |
| Лепидомелан | | | = |
| Содалит | | | = |
| Канкринит | | | = |
| Кальцит | | | = = |
| Магнетит | | | = |
| Циркон | | | = |
| Беккелит | | | = |
| Пирохлор | | | = |
| Сульфиды | | | = |
| Цеолиты | | | = |

——— кристаллизация минералов из расплава.
≈≈≈ образование минералов путем собирательной перекристаллизации.
= образование минералов метасоматическим путем.

## Выводы

1. Мариуполитовые тела возникали путем кристаллизации бедной летучими компонентами щелочной магмы. Первоначально мариуполитовые тела были целиком сложены мелкозернистым исходным мариуполитом.

2. В дальнейшем происходило преобразование мариуполита в условиях системы открытого типа. Все разнообразие пород, присущее мариуполит-пегматитам, связано с этими процессами преобразования.

3. Конечным продуктом преобразования мариуполитов явились так называемые микроклин-нефелиновые пегматиты — пегматоидные мариуполиты. Именно поэтому мариуполиты и микроклин-нефелиновые пегматиты образуют единые тела.

4. Рудные и редкометальные минералы в мариуполит-пегматитах и вмещающих их породах разрастаются метасоматическим путем на поздней стадии процесса.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Айнберг Л. Ф. Приазовский щелочный массив. Тр. Всесоюз. геол.-развед. объединения, 1933, вып. 196.

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

3. Заварицкий А. Н. Граниты и аплиты. Зап. Всесоюз. минерал. об-ва, 1950, вып. 2.

4. Коржинский Д. С. Петрологический анализ флогопитовых и мусковитовых месторождений Восточной Сибири. Сб. «Слюды СССР», Изд-во ЦНИГРИ, 1937.
5. Куплетский Б. М. Щелочные пегматиты Мариупольского района. Тр. Петрографич. ин-та АН СССР, 1932, вып. 3.
6. Куплетский Б. М. Формации нефелиновых сиенитов СССР. Петрография СССР. Серия II, 1937, вып. 3.
7. Лебедев П. И. Петрография Украины. Петрография СССР. Серия I, 1934, вып. 3.
8. Лучицкий В. И. Структурные особенности щелочных пород Восточного Приазовья. Тр. Петрографич. ин-та АН СССР, 1938, вып. 13.
9. Морозевич И. А. Об одном крайнем члене семейства элеолитовых сиенитов — мариуполите и связанных с ним породах Мариупольского уезда. Зап. СПб Минерал. об-ва, 1902, т. XXXIX, вып. 2.
10. Никитин В. Д. К теории генезиса пегматитов. Зап. ЛГИ, 1955, т. XXX, вып. 2.
11. Никитин В. Д. Процессы перекристаллизации и метасоматоза в слюдяных и керамических пегматитах. Зап. ЛГИ, 1952, т. XXVII, вып. 2.
12. Никитин В. Д. Особенности процессов формирования минералов при метасоматических явлениях. Кристаллография (Тр. Федоровской сессии 1953 г.), 1954, вып. 4.
13. Руденко С. А. О генезисе циркона мариуполитов. Зап. Всесоюз. минерал. об-ва. Хроника, 1956, вып. 4.
14. Руденко С. А. О способе и механизме образования кристаллов циркона в мариуполите. Зап. Всесоюз. минерал. об-ва, 1957, вып. 4.
15. Руденко С. А. О природе циркона щелочных пегматитов Приазовья. Зап. ЛГИ, 1958, т. XXXIII, вып. 2.
16. Царовский И. Д. Типы геологических структур щелочных пород УССР. Изв. АН СССР. Серия геол., 1954, № 4.
17. Царовский И. Д. О дифференциации, связанной с пегматитовым процессом нефелиновых сиенитов. АН УССР, 1956, № 3.
18. Царовский И. Д. О соотношении мариуполитов с нормальными породами фойяитового ряда. Геол. журн. АН УССР, 1957, т. XVII, вып. 1.