

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Российский государственный геологоразведочный университет  
имени Серго Орджоникидзе  
(МГРИ)



# ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

XIV Международной  
научно-практической конференции  
"Новые идеи в науках о Земле"

*XIV International Scientific and Practical Conference  
«New Ideas in Earth Sciences»*

## Том II

*«Развитие новых идей и тенденций в науках о Земле -  
минерагении, минералогии и геммологии, петрологии и геохимии»*

2-5 апреля 2019 г. | April, 2-5, 2019

Москва | Moscow

## ПОРОДЫ Г. АЮ-ДАГ (КРЫМ)

*Юшин К. И. \*, Туров А. В., Утенков В. А. (МГРИ)*

### Аннотация

Результаты исследования краевой части лакколита кварцевых диоритов горы Аю-Даг показывают наличие радиальных даек кварцевых долеритов и габбро, выходящих за пределы лакколита. Возникновение даек объясняется контракцией главного тела лакколита, образованием трещин, заполненных расплавом. Частичное плавление плагиоклаза в дайках объясняется декомпрессией и разогревом расплава

**Ключевые слова.** Лакколит, дайки, кварцевый диорит, кварцевый долерит, габбро, кварц, плагиоклаз, контракция, инконгруэнтная кристаллизация.

Г. Аю-Даг расположена на южном побережье Крымского полуострова в окрестностях поселка Гурзуф. В геологическом отношении Аю-Даг представляет среднеюрский интрузивный массив, вытянутый в северо-западном направлении на 2,5 км и возвышающийся над уровнем моря на 570,8 м, его площадь составляет около 4 км<sup>2</sup>. Несмотря на небольшие размеры, он считается самым крупным интрузивом Горного Крыма и отличается сложным, во многом еще неясным строением.

Одни исследователи рассматривают массив Аю-Дага, как классический лакколит габбро-долеритового состава. Другие считают, что он состоит из двух тесно сближенных вертикальных даек с раздутой верхней частью [2]. Обсуждается вопрос о присутствии в составе интрузива диоритов, зональном строении массива и т.д.

Массив Аю-Дага залегает среди флишевых отложений таврической серии, по которым на контакте с массивом образовалась хорошо выраженная зона экзоконтакта мощностью 10—15 м.

Проведенный авторами микроскопический анализ пород г. Аю-Даг показал, что вмещающие песчаники и алевролиты на контакте с интрузивом сильно изменены и превращены в тонкозернистые темно-серые роговики. Аргиллиты превращены в каолинит-монтмориллонитовые агрегаты, с пятнистой, иногда радиально-лучистой микроструктурой. Микропятнистая структура обусловлена скоплениями гидроксидов железа. Местами сохраняется мелкий обломочный кварц.

По нашим материалам главная порода лакколита – кварцевый диорит с моноклинным пироксеном, роговой обманки и биотитом. Минеральный состав: кварц – 10%, плагиоклаз – ~70, роговая обманка – 20%, пироксен – < 1%, биотит – < 1%, рудный минерал – 1-2%.

Структура гипидиоморфнозернистая. Есть элементы порфириовидности из-за наличия единичных крупных таблиц плагиоклаза (2 мм).

Плагиоклаз – главный минерал. В наиболее крупных таблицах его состав – лабрадор № 65 в центре и № 32 на периферии. Имеется краевая туманная зональность. Кварц сопряжен с менее крупным плагиоклазом и часто окаймляет его торцевые грани. Внутри кварца также есть мелкие таблитчатые включения плагиоклаза с зональностью (№ 40 в центре и 30 на периферии). Пироксен представлен единичными зернами внутри роговой обманки или рядом с ней. Биотит сопутствует роговой обманке, но сильнее изменен (превращен в хлорит). Рудный минерал образует скопление мелких зерен и, как правило, окружен роговой обманкой.

В шлифе наблюдается дифференциация, при которой цветные и рудный минералы образуют одни скопления, а кварц и плагиоклаз – другие. Характерно, что в первых скоплениях весьма заметно последовательное инконгруэнтное замещение рудного минерала и пироксена роговой обманкой, а во вторых – согласованная

кристаллизация начального плагиоклаза и более позднего кварца. При этом мелкий плагиоклаз оказывается включенным в монокристаллический кварц. Это означает эвтектическое завершение магматической кристаллизации.

Вторичные минералы – хлорит, эпидот, серицит, карбонат.

Ниже следует описание пород из секущих тел. В одном из двух тел широкая центральная часть сложена габбро, а внешняя – кварцевым долеритом.

Габбро из широкой части секущей дайки отличается обильными вторичными изменениями. Восстановленный первичный минеральный состав: кварц – <1%, плагиоклаз – 60-65%, роговая обманка – 10-15%, моноклинный пироксен – 5%, ромбический пироксен – 5%, рудный минерал – ≤5%.

Структура крупнозернистая, гипидиоморфнозернистая, однородная.

Плагиоклаз представлен крупными таблицами от 1 до 3 мм. Плагиоклаз почти везде превращён в псевдоморфозы, состоящие из альбита, серицита, тремолита. В более «чистых» зёрнах он раскислен до № 32. Лишь в единственном участке шлифа, где плагиоклаз сопряжён с кварцем, его состав – лабрадор № 55. Моноклинный пироксен встречается в качестве реликтов внутри роговой обманки. Ромбический пироксен находится внутри крупных зерен плагиоклаза, и им же корродируется (рис. 1). Рудный минерал обнаруживает скелетную структуру распада (магнетит – герцинит), хорошо различимую из-за вторичных изменений (рис. 2). Сохраняется магнетит, а герцинит замещается слоистым силикатом, подобным гидрослюде.

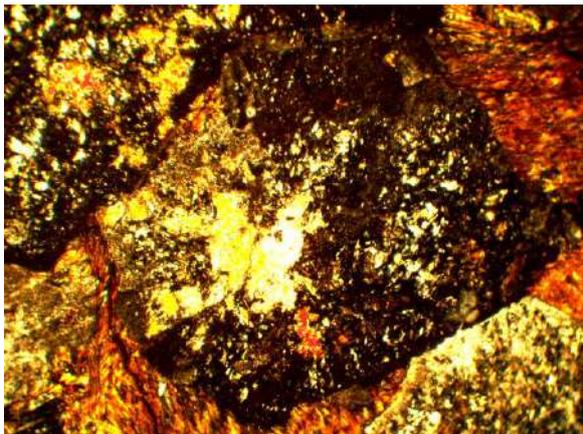


Рисунок 1. Остаток раннего пироксена (желтое) внутри таблиц измененного плагиоклаза. Ув. 4<sup>x</sup>. С ан.



Рисунок 2. Скелетная структура псевдоморфозы по рудному минералу. Ув 10<sup>x</sup>. Без ан.

Магматическая кристаллизация начинается с появления Fe-шпинелида, после которого выделяется ромбический пироксен. Далее начинает выделяться плагиоклаз, приобретающего крупные размеры. При этом он инконгруэнтно замещает ромбический пироксен. Параллельно в свободном пространстве растёт моноклинный пироксен, но затем он, также в инконгруэнтной реакции, замещается роговой обманкой. Конечная магматическая стадия проявлена чрезвычайно локально и представлена кварцем в эвтектическом соотношении с плагиоклазом № 55.

Массовые вторичные изменения (раскисление, тремолитизация и серицитизация плагиоклаза, замещение рудного минерала), завершаются появлением гнёзд хлорита.

Кварцевый долерит из краевой части той же дайки также сильно изменён. Восстановленный состав: кварц 15-20%, плагиоклаз 35-40%, моноклинный пироксен – 10%, роговая обманка – 15%, рудный минерал ~5%, стекло – до 15%.

Структура неяснопорфировая из-за наличия отдельных таблиц плагиоклаза и зёрен цветных минералов размером до 2-3 мм. Дифференциация зёрен по размеру здесь выражена ярче, чем в лакколите и, тем более, в габбро.

Плагиоклаз в наиболее крупных таблицах имеет состав битовнита № 75 (в мелких таблицах он представлен андезином № 45). Кварц образует более мелкие зерна с неровными краями. Размер зёрен варьируется от 0,1 до 1 мм. Кварц нередко примыкает к неровным границам плагиоклаза, но включений плагиоклаза он практически не содержит. Ромбический пироксен там, где он не превращён в псевдоморфозы, содержит фрагменты структур в форме тонких параллельных пластин моноклинного пироксена. Моноклинный пироксен (скорее всего, авгит) образует более чёткие призмы, чем гиперстен. Роговая обманка имеет плеохроизм в зелёных тонах. Она активно корродирует пироксен на магматической стадии вплоть до образования псевдоморфоз. Биотит, активно корродирующий роговую обманку, большей частью хлоритизирован. Рудный минерал образует многочисленные зерна в ассоциации с цветными минералами. Поведение стекла пассивное, так как в нём нет признаков растворения плагиоклаза и других минералов.

В породе прослеживается чёткая стадийность кристаллизации цветных минералов (гиперстен → клинопироксен → роговая обманка → биотит). Совместная кристаллизация цветных и бесцветных минералов отчётливо фиксируется, начиная с роговой обманки и мелких таблиц плагиоклаза. Кварц – наиболее поздний в ряду кристаллизации. Стекло затвердевает уже после образования кварца. Его фиксация без кристаллов означает потерю воды и быстрое затвердевание расплава. Отличительная черта породы заключается в отсутствии конечного равновесия кварца и плагиоклаза.

Изначально расплав содержал много воды, из-за чего возникло много вторичных водных минералов. В их число входят идингсит (по гиперстену), агрегат сосюрита, серицит, хлорит. Местами появляется основной скаполит, замещающий кварц. По стеклу образуется каолинит.

Кварцевый долерит мелкозернистый, отобранный из отдельной не зональной секущей дайки. Восстановленный состав: кварц – 20%, плагиоклаз – 50%, пироксен – 5%, роговая обманка – 5%, биотит – <5%, рудный минерал – 1-2%, стекло – ~20%. Это в целом лейкократовая порода.

Структура породы псевдопорфировая. Её общий рисунок определяют кварц и плагиоклаз. Кварц, как правило, крупнее плагиоклаза. Его размер 1-2 мм, поэтому он производит ложное впечатление вкрапленников.

Кварц образует крупные бесформенные зёрна с монокристаллическим строением и частыми включениями таблиц плагиоклаза (рис. 3). Плагиоклаз внутри кварца и за его пределами идиоморфен. По составу это лабрадор № 52. Цветные минералы образуют отдельные кристаллы, превращённые в псевдоморфозы. Мало изменена только роговая обманка. Биотит хлоритизирован, а пироксен, имеющий призматическую форму, замещён карбонатом и хлоритом. Размер зёрен плагиоклаза и псевдоморфоз по цветным минералам 0,5-2 мм.

Кристаллизация начинается с мелкого рудного минерала, после которого выделяются пироксен, амфибол и биотит. Далее кристаллизуется плагиоклаз, к которому присоединяется кварц. Размер кварца, содержащего включения плагиоклаза, достигает 3 мм, из-за чего возникает ложное впечатление порфировидности. Совместная кристаллизация кварца и плагиоклаза представляет температурный минимум, а слоевой рост отображает стабильные *PT*-условия.

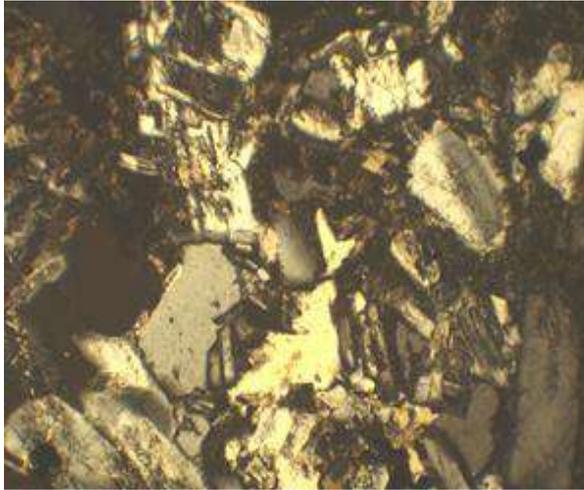
Стекло (изменённое) распределено неравномерно. Есть участки, где в нём много микролитов плагиоклаза № 32-35. Кроме того, в стекле растворяется ранний крупный плагиоклаз (рис. 4). Это происходит вследствие адиабатического разогрева из-за дегазации (падения водного давления).

Таким образом, две последние породы более кремнекислые, чем вмещающие кварцевые диориты лакколита. В них содержание кварца достигает 20%, тогда как в

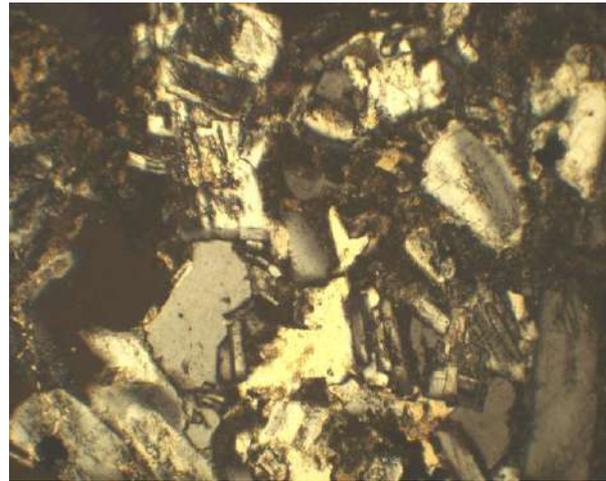
лакколите – 10%. По-видимому, повышение доли кварца сопряжено с дифференциацией расплава и сопутствующим появлением габбро с незначительным присутствием кварца и, соответственно, более низким содержанием  $\text{SiO}_2$ .

Для всех пород характерны фракционная кристаллизация и инконгруэнтные явления, когда цветные минералы ранней стадии частично растворяются в расплаве и замещаются более поздними цветными минералами. Фракционирование расплава с меланократовым началом и лейкократовым завершением кристаллизации согласуется с близповерхностным разделением расплава на основной и кислый [1].

Дайкообразное положение тел кварцевых долеритов (в том числе и вместе с



**Рисунок 3.** Идиоморфные таблицы плагиоклаза внутри кварца. Ув.  $10\times$ . С ан.



**Рисунок 4.** Частичное растворение плагиоклаза в стекле (темное). Ув.  $10\times$ . С ан.

габбро), пересекающих внешнюю границу лакколита, прямо указывает на его контракцию – уменьшения объема при затвердевании. Подобная радиальная контракция рассматривалась М. А. Осиповым [3] применительно к гранитам, где такие трещины обычно залечиваются жилами пегматитов.

Можно сделать вывод о том, что условия затвердевания лакколита и даек были разными. Расплав лакколита кристаллизовался при отводе тепла в боковые породы, на что указывают роговики. Для даек, заполняющих развивающиеся трещины усадки (контракции) в горячем лакколите, нет отвода тепла. Поэтому их кристаллизация идет со щелевой декомпрессией и разогревом остаточного расплава вплоть до повторного адиабатического плавления [1]. Изучение пород г. Аю-Даг показывает взаимосвязь контракции и плавления на завершающей стадии формирования лакколита.

#### Литература

1. Кадик А.А., Луканин О.А., Лапин И.В. Физико-химические условия эволюции базальтовых магм приповерхностных очагах. М.: Наука, 1990. 346 с.
2. Муратов М.В. Геология Крымского полуострова // Руководство по учебной геологической практике в Крыму. Т. 2. М., Недра, 1973. 192 с.
3. Осипов М.А. Контракция гранитоидов и эндогенное минералообразование. М.: Наука, 1974. 158 с.