

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



ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ ТОМ 2

*Геология, поиски и разведка твердых полезных ископаемых, минерагения
Минералогия и геммология, петрология и геохимия*

IX Международной научной конференции
молодых ученых
«Молодые - Наукам о Земле»

*International Scientific Conference of Young Researchers
«The Young - for the Earth Sciences»*

Партнеры конференции:



Металлоинвест



АЛРОСА

При финансовой поддержке:



MICROMINE



ВИМС



Новый Поток

23 Октября 2020 | October, 23, 2020

Москва | Moscow



СРАВНЕНИЕ КВАРЦЕВЫХ ДИОРИТОВ ВЕРШИНЫ И КВАРЦЕВЫХ ДОЛЕРИТОВ ОСНОВАНИЯ Г. АЮ-ДАГ (КРЫМ)

Юшин К.И. (МГРИ-РГГРУ, yushin-kirill@mail.ru),
Утенков В.А. (МГРИ-РГГРУ, vutenk@yandex.ru),
Туров А.В. (МГРИ-РГГРУ, avturov@yandex.ru)*

Аннотация. Петрографическое изучение кварцсодержащих пород вершины и основания г. Аю-Даг показывает существенную разницу структуры пород. Полнокристаллическая структура кварцевых диоритов вершины Аю-Дага контрастирует с присутствием стекла в составе кварцевых долеритов основания массива. Появление стекла у основания горы заменяет образование роговой обманки и биотита при сохранении только плагиоклаза и пироксена. Затвердевание в форме стекла отражает декомпрессию и разогрев расплава.

Ключевые слова. Г. Аю-Даг, кварцевый диорит, кварцевый долерит, кварц, плагиоклаз, вулканическое стекло, кальцит, фракционная кристаллизация, десиликация.

Кварцевые диориты является главной разновидностью магматических пород лакколита горы Аю-Даг [5]. Они слагают её вершину и, по-видимому, значительную часть задернованного склона. Другие разновидности изверженных горных пород представляют две дайки на склоне горы. В одной из них имеется зональность, представляющая магматическую дифференциацию. Широкий центр этой дайки сложен габбро, а периферия – кварцевыми долеритами. Другая дайка целиком сложена кварцевыми долеритами. В отличие от кварцевых диоритов массива в кварцевых долеритах даек есть элементы повторного плавления с образованием нераскристаллизованного стекла [5]. Эти дайки мощностью 1-2 и 5-7 м, несомненно, связаны с кварцевыми диоритами массива общим источником расплава и заполняют краевые трещины контракции массива. Видимая вертикальная мощность самого массива кварцевых диоритов составляет примерно 30 м.

Помимо этих данных о разных фазах внедрения расплава, в настоящее время появляются сведения о наличии более глубокой магматической дифференциации массива. Так, в работе Э.М. Спиридонова и др. [4] показано, что в основании массива г. Аю-Даг вдоль довольно протяжённого интервала береговой линии обнажаются совсем другие, более основные породы (габбро-норит-долериты). Длина их выхода вдоль берега составляет 150 м.

Нами было изучено другое крупное коренное обнажение в основании г. Аю-Даг, также находящееся в основании её склона (около уреза воды), но в 1,5 км западнее обнажения, описанного Э.М. Спиридоновым и др. Здесь скальный обрыв сложен уже не тёмноокрашенными габброидами (габбро-норит-долеритами), а более светлыми и внешне однородными кварцевыми долеритами.

В данной работе приводится сравнение близких по внешнему облику и составу кварцсодержащих пород вершины массива (кварцевых диоритов) и берегового основания массива (кварцевых долеритов).

Характеристика кварцевых диоритов вершины г. Аю-Даг, подробно изложенная в предыдущем докладе [5], сводится к следующему. Состав кварцевых диоритов (%): кварц – 10, плагиоклаз – 70, роговая обманка – 20, моноклинный пироксен – <1, биотит – <1, рудный минерал – 1-2. Структура гипидиоморфнозернистая, слабо порфиоровидная (рис. 1).



В шлифах имеются признаки фракционной магматической кристаллизации. Её результатом оказываются отдельные скопления цветных минералов, а также кварца и плагиоклаза. В первых характерно инконгруэнтное замещение рудного минерала и пироксена роговой обманкой, а во втором – смена начального плагиоклаза согласованным эвтектическим равновесием плагиоклаза и кварца. Характерно изменение состава плагиоклаза от начального лабрадора № 65 до олигоклаз-андезина № 30 в равновесии с кварцем. Подчеркнём, что в целом структура кварцевых долеритов верхней части массива достаточно однородна, несмотря на единичные крупные (2 мм) таблицы плагиоклаза.

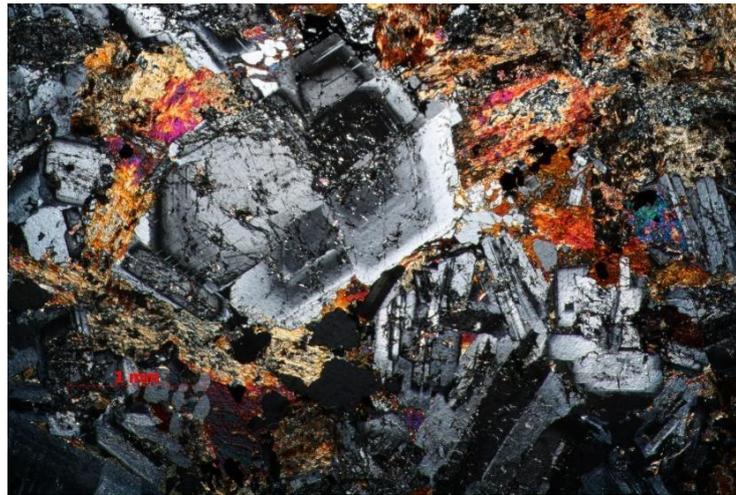


Рисунок 1. Гипидиоморфнозернистая, слабо порфирированная структура кварцевого диорита. Об. 2,5^x. С ан.

Характеристика пород основания склона оказывается отличной от кварцевых диоритов вершины, несмотря на их внешнее сходство. По структуре и наличию вулканического стекла их следует называть кварцевыми долеритами (а не кварцевыми диоритами). Кроме того, эти породы содержат много вторичных минералов. Первичный состав кварцевых долеритов (%): кварц – 10, плагиоклаз – 45-50, моноклинный пироксен – 15-20, рудный минерал – до 5, изменённое стекло – до 20. Размеры отдельных кристаллов плагиоклаза достигают 3-4 мм, пироксена – 3 мм.

Структура породы отчётливо порфировая (рис. 2). Плагиоклаз в крупных зёрнах имеет состав лабрадора № 65, в мелких зёрнах – № 55. Видно, что мелкие зёрна плагиоклаза тяготеют к краевой зоне стекла. Но внутри стекла микролитов плагиоклаза нет. Изменённое стекло заполняет промежутки между участками полной раскристаллизации и имеет вид небольших линз, пятен с неровными краями. Везде стекло замещено хлоритом часто в форме монокристаллических пластин.



Рисунок 2. Порфировая структура кварцевого долерита. Об. 2,5^x. С ан.

По поводу особенностей кристаллизации кварцевого долерита на краю основания массива Аю-Даг можно сказать следующее. Формы зёрен, их распределение в шлифах показывают начальную фракционную кристаллизацию: рудный минерал → пироксен → наиболее основной плагиоклаз → менее основной плагиоклаз + кварц → стекло. До появления стекла эта последовательность представляет фракционную кристаллизацию. Она идёт с некоторым снижением температуры из-за передачи тепла в



боковые породы, где образуются роговики. Появление стекла отражает совершенно новые условия – декомпрессию с удалением воды из расплава и адиабатический разогрев остающегося расплава [1]. Это событие объясняет отсутствие появления роговой обманки и биотита, характерных для центра массива.

Такие условия затвердевания расплава на краю лакколита, скорее всего, связаны с соотношением скорости заполнения пространства и скорости кристаллизации. Если доминирует расширение, а кристаллы не успевают его компенсировать, то расплав оказывается в условиях декомпрессии и, соответственно, разогревается и затвердевает в виде стекла. Отсутствие микролитов и признаков инконгруэнтного растворения ранних минералов показывает, что накопление остаточного расплава соответствовало декомпрессии. Это соответствует

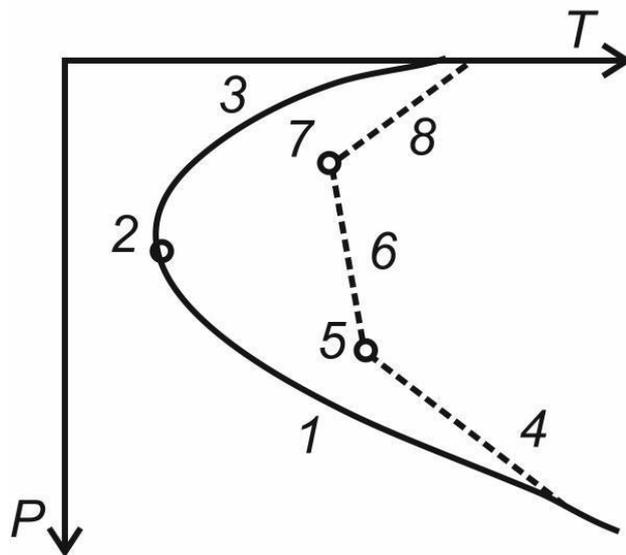


Рисунок 3. Изменение PT -условий (1-3 на кривой ликвидуса) без инконгруэнтного плавления ранних минералов (4-8)

огигающей кривой на диаграмме PT (рис. 3) [1]. Точка 1 соответствует последовательному выделению из расплава рудного минерала и плагиоклаза при некотором снижении температуры. В точке 2 к плагиоклазу добавляется кварц и параметры P и T становятся фиксированными. На отрезке 3 расплав адиабатически разогревается из-за появления трещин контракции и дегазации. Пунктирная кривая приведена для сравнения с известными случаями плавления ранних минералов [1], например, плагиоклаза в одной из боковых даек массива [5].

Такая последовательность (рудный минерал → пироксен → плагиоклаз → стекло) отличается от полной кристаллизации расплава кварцевых диоритов вершины г. Аю-Даг, где после пироксена выделялись роговая обманка и биотит. Здесь нет дополнительного расширения пространства при кристаллизации расплава. Поэтому он не разогревается, а кондуктивно отдаёт тепло в перекрывающие породы, где образуются роговики.

Окончательное затвердевание стекла и породы основания лакколита в целом приводит к явлению контракции (уменьшению объёма твёрдых фаз в форме микротрещин) [3]. Из-за расширения трещин заполняющий их раствор адиабатически охлаждается [6]. Поэтому все метасоматические минералы образуются после затвердевания расплава при резком снижении температуры.

Сначала по стеклу образуется хлорит, который не затрагивает зёрна пироксена. Эта кислотная реакция (без участия щелочей), по-видимому, обеспечивается начальной (полной)

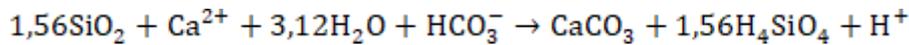


Рисунок 4. Замещение монокристаллического кварца кальцитом. Об. $10\times$. С ан.



кислотной диссоциацией угольной кислоты. При снижении температуры и неполной диссоциации угольной кислоты раствор становится щелочным. На этой стадии хлорит сменяется кальцитом, который весьма агрессивно развивается по ряду минералов – по пироксену, плагиоклазу, но особенно активно – по кварцу (рис. 4).

Реакция замещения кварца кальцитом:



Это реакция десиликации, которая протекает диффузионным способом [2]. Она рассчитана на равенство объёмов исходного кварца и замещающего кальцита, не имеющих общего катиона. Реакция имеет щелочную направленность (протон справа). Иногда кальцитом выполняются мелкие трещины внутри пластин хлорита, заместившего стекло (рис. 5). Появление этих трещин означает уменьшение объёма в реакции замещения стекла хлоритом.

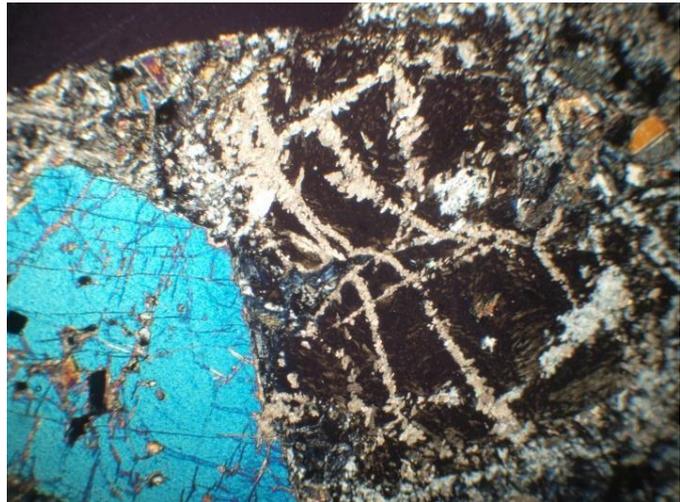


Рисунок 5. Выполнение кальцитом мелких трещин внутри монокристаллического хлорита. Рядом - кристалл моноклинного пироксена. Об. 10^x. С ан.

Наиболее поздние изменения приходятся на низкую температуру, при которой рудный минерал повсеместно замещается гидрогетитом (лимонитом). Этому процессу предшествует активизация серы, присутствие которой в растворах подтверждается наличием пирита.

Таким образом, главная роль в массовых вторичных процессах принадлежит не только воде, но и углекислоте, которая изменяет условия кислотности – щёлочности.

Оценивая вертикальную смену главных магматических пород массива, можно сказать следующее. Кварцевые долериты основания склона и кварцевые диориты вершины г. Аю-Даг представляют разновидности продуктов кристаллизации одного расплава, но в разных условиях (с дегазацией и без дегазации).

Литература

1. Кадик А.А., Луканин О.А., Лапин И.В. Физико-химические условия эволюции базальтовых магм в приповерхностных очагах. М.: Наука, 1990. 346 с.
2. Коржинский Д.С. Теория метасоматической зональности. 2-е изд., доп. М.: Наука, 1982. 103 с.
3. Осипов М.А. Контракция гранитоидов и эндогенное минералообразование. М.: Наука, 1974. 156 с.
4. Спиридонов Э.М., Путинцева Е.В., Филимонов С.В. Характер контактов габброидного интрузива Аю-Даг, Горный Крым // XIV Международная научно-практическая конференция «Новые идеи в науках о Земле»: тез. докл. – М., 2019. С. 97–100.
5. Юшин К.И., Туров А.В., Утенков В.А. Породы г. Аю-Даг (Крым) // XIV Международная научно-практическая конференция «Новые идеи в науках о Земле»: тез. докл. – М., 2019. С. 420–423.
6. Bischoff J.L., Pitzer K.S. Phase relations and adiabats in boiling seafloor geothermal systems // Earth and planetary science letters, 75 (1985). P. 327–338.