

**ОТЗЫВ официального оппонента
на диссертацию на соискание ученой степени
кандидата геолого-минералогических наук
Овсянникова Георгия Николаевича на тему: «Геология, минералогия и
петрология островодужного базитового первомайско-аюдагского
интрузивного комплекса Горного Крыма» по специальностям
1.6.3. Петрология, вулканология
1.6.4 Минералогия, кристаллография. Геохимия, геохимические
методы поисков полезных ископаемых**

1. Актуальность темы диссертации

Работа посвящена одному из наиболее интересных геологических объектов Горного Крыма, который на протяжении многих лет остается в центре внимания исследователей. Габброидные и гранитоидные интрузии среднеюрского возраста, прорывающие флишевую толщу таврической серии, играют важную роль в геологическом строении полуострова и несут информацию об эволюции островодужного магматизма в регионе. Их состав затушеван постмагматическими и метаморфическими изменениями, что затрудняет реконструкцию процессов петрогенеза на магматическом этапе геологической истории. Безусловно актуальной в этой связи является задача изучения сложной минералогии пород интрузивного комплекса и выявления главных закономерностей становления и эпигенетического преобразования интрузивных тел.

2. Научная новизна

Уточнена геологическая позиция штоков, даек и силлообразных интрузивов первомайско-аюдагского комплекса, внедрение которых соискатель связывает с тектоническим импульсом, приведшем к дополнительной деформации флиша в раннем байосе.

Получены новые данные о минеральном составе магматических пород. Охарактеризована эволюция состава породообразующих минералов (пироксенов, плагиоклазов). Выявлено закономерное изменение состава габброидов и гранитоидов, обусловленное кристаллизационной дифференциацией и соответствующее реакционным сериям минералов

Боуэна. Детально описаны сопряженные с этими сериями ассоциации акцессорных и рудных фаз (хромшпинелидов, титаномагнетита, ильменита, оксидов циркония, минералов группы чевкинита, минералов группы эпидота и др.).

По данным минеральной термобарометрии и физико-химического моделирования оценены P-T условия кристаллизации базитовых магм.

Получены новые данные о стадийности образования и эволюции минерального состава продуктов низкоградного метаморфизма интрузивных и жильных пород.

3. Степень обоснованности и достоверности защищаемых положений и научных выводов диссертации.

Диссертация объемом 204 стр. состоит из введения, пяти глав, итогов исследования, заключения и списка литературы.

В 1-й главе приведен содержательный литературный обзор истории изучения магматизма Горного Крыма, дающий исчерпывающее представление о работах предшественников.

Во 2-й главе охарактеризованы фактический материал и методы исследования. В основу работы положена представительная каменная коллекция (около 130 обр.), собранная соискателем в ходе полевых работ 2017–2021 гг. Анализ вещества выполнен с помощью современных методов в лабораториях МГУ и ИГЕМ РАН. Минеральный состав пород изучен в петрографических шлифах и аншлифах. Содержание петрогенных и редких компонентов в породах определено методом рентгено-флюоресцентного анализа (10 обр.). Для исследования состава минералов использованы данные, полученные с помощью электронного сканирующего микроскопа с энергодисперсионным спектрометром (~480 анализов). Достоверность аналитических данных обеспечена использованием стандартных образцов для калибровки данных измерений.

В 3-й главе кратко описано геологическое строение района исследований (по литературным данным).

В 4-й главе, наибольшей по объему, отражены результаты изучения соискателем интрузивных пород первомайско-аюдагского комплекса. В первых разделах главы приведены полевые описания геологического строения интрузий плагиоцелитов (Балаклава), преобладающих габбронорит-долеритов (Балаклава, шток Донузоран, силл Лебединского, Аю-Даг и др.), габбронорит-диоритов, кварцевых-диоритов и плагиогранитов (Аю-Даг, Кушнаревский-Первомайский интрузив и др.). В следующих разделах дана характеристика химического состава и подробно описаны минеральные ассоциации магматических пород; выявлены главные закономерности эволюции состава и типохимизма породообразующих, акцессорных и рудных минералов; с помощью программы Comagmat 5 для заданного интервала давлений (1 атм – 7 кбар) выполнено моделирование равновесной кристаллизации расплавов и тренда состава хромшпинелидов 2-й ассоциации. С помощью минеральных термобарометров (пироксенового, Putirka, 2008; амфиболового, Ridolfi, 2021; титаномагнетит-ильменитового, Lindsley, Anderson, 1983) оценены параметры минералообразования. Описаны субсолидусные превращения силикатов и оксидов. Изложенные минералого-петрографические данные являются оригинальными и с высокой степенью достоверности обосновывают первое и второе защищаемые положения.

В 5-й главе суммированы результаты исследований минеральных образований, возникших при региональном метаморфизме магматических пород. Эти данные положены в основу третьего защищаемого положения.

Две последние главы богато иллюстрированы фотографиями обнажений, петрографических шлифов и аншлифов, содержат аналитический материал в виде диаграмм и таблиц химических составов пород и минералов.

По теме работы опубликовано 6 статей в рецензируемых журналах, из них 5 – в журналах, рекомендованных для защиты в диссертационном совете

МГУ по специальности. Результаты диссертационного исследования неоднократно докладывались и обсуждались на конференциях.

4. Научные результаты, их ценность

На основании выполненных исследований соискатель наглядно продемонстрировал связь эволюции минерального состава серии основных интрузий с процессами кристаллизационной дифференциации родоначальных базитовых расплавов в промежуточных магматических очагах. Реакционным сериям в изученных породах, по мнению соискателя, соответствуют 7 минеральных ассоциаций.

Первая из них наблюдается, например, в плагиолерцолитах Балаклавы и включает вкрапленники кумулусного оливина I (нацело замещенного серпентином) с включениями хромшпинелидов. От центра к краям вкрапленников увеличивается хромистость хромшпинелидов, их состав меняется от хромгерцинита до алюмомагнезиохромита. Генезис этой ассоциации интерпретируется как глубинный и связывается с кристаллизацией ранней хромшпинели и оливина при давлении 9–10 кбар.

Вторая ассоциация характерна для оливиновых габбронорит-долеритов из разных интрузий; она включает оливин II (также замещенный серпентином) и анортит. С этой ассоциацией тесно связаны хромшпинелиды, состав которых изменяется от алюмохромита до хромтитаномагнетита.

Третья ассоциация включает битовнит (образующий отдельные кристаллы и каймы на анортите), авгит и бронзит, а также аксессуарные армоколлит и апатит. Перечисленные минералы слагают большую часть объема изученных габброидных интрузий, что подчеркивает островодужный характер последних (это особенно касается обилия анортита и битовнита).

Четвертая ассоциация представлена лабрадором (образующим каймы вокруг анортита-лабрадора и отдельные зональные кристаллы), железистым авгитом, геденбергитом и гиперстеном, а также аксессуарами, в число которых входят титаномагнетит I, ильменит I, минералы, содержащие цирконий (бадделеит, цирконолит) и лантаноиды [чевкинит-(Ce), перрьерит-

(Ce)]. Минералы этой ассоциации составляют существенную часть габброидных интрузивов (содержание магнетита может достигать 7 об. %).

Согласно результатам физико-химического моделирования, рассмотренные габброидные ассоциации кристаллизовались последовательно из расплава, отвечающего по составу оливиновому габбронориту в гипабиссальных условиях при давлении ~1.5 кбар.

На более поздних стадиях эволюции магматической системы возникли гранитоидные ассоциации. Пятая ассоциация (андезин, биотит, кварц, амфиболы, титаномагнетит II, ильменит II, а также редкоземельные минералы группы эпидота, замещающие чевкинит и перрьерит), встречается в кварцевых габбронорит-диоритах и кварцевых диоритах, входящих в состав ряда габброидных интрузий. Шестая (олигоклаз, кварц, аннит, титаномагнетит III, фторапатит, циркон I, минералы группы эпидота) и седьмая ассоциации (альбит-олигоклаз, кварц, в том числе в составе кварц-плагиоклазовых гранофировых срастаний, аннит, циркон II, торит) распространены ограниченно и наблюдаются преимущественно в составе Первомайского интрузива, где более широко представлены габбро-диориты, кварцевые диориты и плагиограниты.

Широкое развитие в пятой и шестой ассоциациях алланита-(Ce) и более поздних алланита-(Y), редкоземельного и иттрий-содержащего эпидота, замещающих чевкинит-(Ce) и перрьерит-(Ce) четвертой ассоциации, может служить критерием отличия островодужных плагиогранитов от средне-позднеюрских после-островодужных гранитоидных пород.

В позднеюрском периоде интрузии первомайско-аюдагского комплекса подверглись низкоградному метаморфизму, который протекал в три стадии (1 – цеолитовую, 2 – пренит-пумпеллиитовую, 3 – цеолитовую) в условиях погружения и последующего воздымания территории. В ходе метаморфизма габброидные породы испытали интенсивную карбонатизацию и пиритизацию, преимущественное развитие получили минеральные ассоциации 2-й стадии с пумпеллиитом, пренитом, актинолитом (часто в

виде псевдоморфоз по ломониту и анальциму 1-й стадии), хлоритом, альбитом, стильпномеланом, псевдобрукитом и псевдорутилом (в виде псевдоморфоз по армоколиту, титаномагнетиту и ильмениту), а также 3-й стадии с разнообразными цеолитами (наиболее распространенным ломонитом, а также гейландитом, натролитом, филлипситом и т.д.), прожилками серпентина с оторочками талька, никельсодержащими сульфидами (в составе агрегатных псевдоморфоз по оливину), палыгорскитом.

5. Теоретическая и практическая значимость диссертации

Научные результаты и выводы диссертации будут способствовать развитию теории кристаллизационной дифференциации магматических расплавов. Они уточняют и развивают существующие представления о геологическом строении, минералогии, петрографии и условиях образования интрузий первомайско-аюдагского комплекса и служат дополнительным обоснованием его островодужного генезиса.

Каменный материал, собранный соискателем, пополнил коллекцию музея Крымского учебно-научного центра МГУ. Фактические данные, содержащиеся в диссертационной работе, и сделанные теоретические обобщения использованы для совершенствования учебного курса «Генетическая минералогия» и методики проведения учебной геологической практики.

6. Замечания и вопросы

При знакомстве с диссертационной работой у оппонента возник ряд вопросов и замечаний методического характера.

1. Общее замечание: для многих таблиц с данными химических анализов минералов не указаны методы расчета кристаллохимических формул. Эти методы можно «расшифровать» при детальном знакомстве с таблицами, но лучше бы такие указания присутствовали, как это принято в современных работах по минералогии.

2. Не во всех случаях выполнен пересчет анализов на кристаллохимические формулы. Пример – табл. 4.5.1.1 – 4.5.1.4. Здесь данные по составу хромшпинелидов пересчитаны только на миналы. С одной стороны такой расчет неоднозначен (например, «лидером» может быть не магнезиохромит, как указано в таблицах, но хромит), а с другой стороны формулы с распределением элементов по позициям для таких сложных соединений в минералогической работе очень желательны. Сделанное замечание касается и таблиц с анализами титаномагнетита (например, табл. 4.5.4.2 или 5.2.3) и ильменита (табл. 4.5.4.3, 4.5.5.4).

3. Для некоторых минералов химические анализы вовсе отсутствуют. Речь, в частности, идет о моноклинных и ромбических пироксенах, состав которых в работе обсуждается только со ссылкой на треугольную диаграмму En–Fs–Wo и диаграмму $Al_2O_3 - Mg\#$ (рис. 4.5.9.6). Отсутствие таких анализов (и сопутствующих термобарометрических расчетов), сказывается в частности, на достоверности утверждения, что «кристаллизация ранней хромшпинели началась при $P \sim 9-10$ кбар, судя по пироксеновому геобарометру (Putirka, 2008)» (с. 126). При отсутствии анализов пироксенов, приходится верить автору на слово.

4. Для других минералов, кроме таблиц с химическими анализами, было бы желательно использовать классификационные диаграммы. Например, в случае амфиболов (табл. 4.4.5.2), для обоснования выделения минеральных видов – таблицы (Leak et al., 1997).

5. В таблице 4.5.5.3 с анализами биотита указано: «числа атомов в формуле в расчете на 10 атомов кислорода». Должно быть «на 11 атомов кислорода».

Высказанные замечания касаются формы представления аналитических данных; к самим расчетам претензий нет, они выполнены правильно и без ошибок.

Другие замечания.

6. Для хлоритов было бы хорошо привести таблицу (Heu, 1954) с точками анализов, а не только ссылаться на нее. Полезны были бы и более современные диаграммы для иллюстрации химизма этой сложной группы минералов. Хлоритовая термометрия в настоящее время – один из наиболее хорошо разработанных и эффективных инструментов количественной оценки температуры низкоградного метаморфизма (см. работы: De Caritat et al., 1993; Cathelineau, 1988; Vidal et al., 2001, 2005; Inoue et al., 2009; Bourdelle et al., 2013; Lanary et al., 2014, и др.). Соискатель фактически не использовал этот инструмент, ограничившись качественными утверждениями об условиях кристаллизации хлоритов (стр. 146, 158).

7. Во втором защищаемом положении говорится о том, что «в послеинтрузивных гидротермальных метасоматитах редкоземельные минералы группы эпидота замещены монацитом и ксенотимом». Однако, в диссертации нет текстовых описаний или микрофотографий, которые бы иллюстрировали это замещение (как, например, проиллюстрировано замещение чевкинита-(Ce) и перрьерита-(Ce) алланитом). Утверждается лишь, что «метасоматиты ... содержат заметное количество новообразованных монацита и ксенотима». Поэтому данное утверждение нельзя считать доказанным.

8. В диссертации детально описаны выделения цеолитов в низкоградных метасоматитах 3-й стадии, но, к сожалению, отсутствуют данные по диагностическим свойствам и химическому составу этих минералов.

Высказанные замечания не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы, которая написана хорошим литературным языком и читается с интересом, что свидетельствует о высокой научной квалификации автора. Диссертация Г.Н. Овсянникова является законченным исследованием и отвечает требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В. Ломоносова к работам подобного рода. Содержание диссертации соответствует специальностям

1.6.3. Петрология, вулканология, 1.6.4 Минералогия, кристаллография. Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых (по геолого-минералогическим наукам), а также критериям, определенным пп. 2.1-2.5 Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова. Диссертационное исследование оформлено согласно требованиям Положения о совете по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова.


Таким образом, соискатель Овсянников Георгий Николаевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальностям 1.6.3. Петрология, вулканология, 1.6.4 Минералогия, кристаллография. Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых.

Официальный оппонент:

доктор геолого-минералогических наук,
заведующий кафедрой минералогии, кристаллографии и петрографии
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет
императрицы Екатерины II»

Гульбин Юрий Леонидович

29.04.2026

Контактные данные: тел.: +7(921) 921-yul @pers.spmi.ru

Специальность, по которой официальным оппонентом защищена
диссертация: 25.00.05 – Минералогия, кристаллография

Адрес места работы:

199106, г. Санкт-Петербург, 21 линия, д. 2 Федеральное государственное
бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-
Петербургский горный университет императрицы Екатерины II», кафедра
минералогии, кристаллографии и петрографии, тел.: (812) 3 288 247; e-mail:
msr@spmi.ru

Подпись сотрудника СПГГИ
Ю.Л. Гульбина удостоверяю:

