

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной и инновационной
деятельности Национального исследовательского
Томского государственного университета,

доктор физико-математических наук, профессор



Ворожцов Александр Борисович

« 25 » февраля 2022 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертацию Кхлифа Незара

**«МИНЕРАЛЬНЫЙ СОСТАВ И ПРОИСХОЖДЕНИЕ СРЕДНЕКЕМБРИЙСКИХ
ДИОПСИД-СОДЕРЖАЩИХ ЭФФУЗИВОВ УСТЬ-СЕМИНСКОЙ СВИТЫ
И ИНТРУЗИЙ БАРАНГОЛЬСКОГО КОМПЛЕКСА (ГОРНЫЙ АЛТАЙ)»**
на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук
по специальности 1.6.3. Петрология, вулканология

Диссертация посвящена изучению вещественного состава среднекембрийской вулканоплутонической ассоциации в Катунской аккреционной зоне Горного Алтая, представленной субщелочными диопсид-содержащими базальтами усть-семиинской свиты и комагматичными ультрамафит-мафитовыми интрузиями барангольского комплекса. Полученные минералого-геохимические данные позволяют рассмотреть принципиальную модель развития подобного магматизма и оценить рудный потенциал изверженных пород.

Актуальность, научное и практическое значение работы

Существующие представления о природе источников, геодинамических условиях генерации и эволюции высоко-Са магнезиальных базитовых (толеитовых?) магм во многом остаются дискуссионными. Главным образом, это

касается суждений о составе, P – T параметрах и степени плавления магматических протолитов, масштабах и характере фракционирования магм, участии флюидов и процессов мантийно-корового взаимодействия. В этом отношении изученная вулканоплутоническая ассоциация Горного Алтая может считаться показательным примером такого раннепалеозойского магматизма. Полученные соискателем аналитические результаты позволили: (1) выделить в составе усть-семиинской свиты т. н. анкарамиты как самостоятельную диопсид-содержащую разновидность порфировых меланократовых базальтов, (2) установить сходство комагматичных им интрузивов барангольского комплекса с платиноносными ультрамафит-мафитовыми плутонами Урало-Аляскинского типа, (3) выявить особенности петрогенезиса, (4) обосновать формирование изверженных пород в обстановке активной континентальной окраины. В итоге проведенных исследований допускается вероятность выплавления мафитовой магмы из верлитизированного субстрата литосферной мантии. Отмеченные аспекты диссертационной работы имеют важное фундаментально-научное и практическое значение для магматической петрологии.

В основу диссертации положены результаты минералого-петрографических и геохимических исследований магматических горных пород (~70 представительных образцов) усть-семиинской вулканической свиты и ассоциирующих интрузий барангольского комплекса. Их структура и состав изучены современными прецизионными методами анализа вещества (SEM, EPMA, XRF, ICP–MS, LA–ICP–MS) в Аналитических центрах ИГМ СО РАН (Новосибирск), ИГТ УрО РАН (Екатеринбург), ИМ УрО РАН (Миасс).

По теме диссертации опубликовано 5 печатных работ, в том числе 2 статьи в журналах, входящих в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук (из них 1 статья в российском научном журнале, переводная версия которого входит в Web of Science, 1 статья в зарубежном научном журнале, входящем в Scopus).

На основании полученных результатов выдвигаются три защищаемых положения:

– По совокупности минералого-петрографических особенностей и петрохимических характеристик среди эффузивов усть-семинской свиты выделяются две группы пород. Первая группа с отношением $\text{CaO}/\text{Al}_2\text{O}_3 > 1$, характеризующаяся обилием вкрапленников клинопироксена, классифицируется как анкарамиты, а породы второй группы с $\text{CaO}/\text{Al}_2\text{O}_3 < 1$ и значительной долей плагиоклаза во вкрапленниках являются диопсид-порфировыми базальтами;

– Клинопироксен из пород усть-семинской свиты и барангольского комплекса по составу основных компонентов и микроэлементов относится к одной популяции и не является ксеногенным как предполагалось ранее;

– Минералого-петрографические особенности, петрохимический и редкоэлементный состав интрузивных пород барангольского комплекса показывают их родственность вулканитам усть-семинской свиты, и свидетельствуют о субдукционно-связанной обстановке их формирования.

Исходя из содержания диссертации и опубликованных соискателем результатов, защищаемые положения выглядят обоснованными. В качестве замечания отметим, что при формулировке третьего защищаемого положения применяется термин «субдукционно-связанная» (обстановка). Очевидно, это дословный и не совсем удачный перевод на русский язык словосочетания «subduction-related». Кроме того, в автореферате нет последовательности и единого стиля изложения результатов. В разделе «Содержание работы» почему-то упоминаются только первая и вторая главы, а сведения из глав 3, 4, 5 рассматриваются уже в рамках обоснования защищаемых положений.

Содержание работы, дискуссия

Рецензируемая диссертация объемом 135 страниц состоит из введения, 5 глав, заключения, списка сокращений и списка литературы из 132 наименований, включает 30 рисунков и 9 таблиц.

В главе 1 выполнен обзор представлений о систематике и генезисе анкарамитов и соискатель достаточно ориентируется в затронутых аспектах

петрологии. Вместе с тем обзор «перегружен» деталями и повторениями и составляет почти 1/5 объема (23 страницы) содержательной части данной научно-квалификационной работы. Например, для чего здесь приведена таблица 1.1 (4 страницы) химических анализов пород, когда есть литературные ссылки и графики с данными? Также практически не уделяется внимания особенностям состава и происхождения базит-ультрабазитовых плутонов Урало-Аляскинского типа, с которыми сопоставляются изученные интрузии барангольского комплекса.

Глава 2 посвящена вопросам геологии изученных магматических проявлений. Как и представленный обзор, ее содержание основано на литературных сведениях. Учитывая тематику исследований, было бы логичным привести краткое описание стратотипа или какого-нибудь опорного разреза усть-семиной свиты (Зыбин, 2006; приведено несколько разрезов), на их примере показать распределение анкарамитов и диопсид-порфировых базальтов в объеме свиты и, тем самым, оценить эволюцию извержений магмы. Кроме того, стоило указать характер взаимоотношений между породами в массивах барангольского комплекса (например, являются ли серпентинизированные перидотиты-серпентиниты именно его производными?). По петрогеохимии эти серпентиниты соответствуют мантийным реститам, которые могут быть фрагментом офиолитового меланжа.

В главах 3 и 4 рассмотрены минералого-петрографические особенности и химизм изверженных пород. На основании вариаций $\text{CaO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ и структурных признаков проведена их типизация, а эффузивы усть-семиной свиты впервые разделены на анкарамиты и диопсид-порфировые базальты, указывающие на происходившую магматическую эволюцию. Важный акцент в исследованиях сделан на изучении вещественного состава породообразующих клинопироксенов, выявлении их зонального строения, Р–Т параметров и вероятных геодинамических условий кристаллизации.

К содержанию глав 3 и 4 есть несколько замечаний. Во-первых, в связи с принятой классификацией вулканитов следует уточнить: (1) какой критерий для анкарамитов – обилие вкрапленников, соотношение вкрапленников пироксена

и плагиоклаза или величина $\text{CaO}/\text{Al}_2\text{O}_3 > 1$ считается главным? Например, в таблице 3.5 диссертации для некоторых образцов т. н. «Di-базальтов» Бийской, Усть-Семинской, Анос-Емурлинской, Камлакской построек значения $\text{CaO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ составляют 1.2–2.5; (2) будут ли считаться анкарамидами высоко-Mg# оливин-клинопироксеновые базальты с $\text{CaO}/\text{Al}_2\text{O}_3 > 1$, имеющие афировую структуру? Ведь количество вкрапленников во многом зависит от режима кристаллизации расплава, а не только от его химизма. Кстати, соискатель пытается приравнять базальты усть-семиинской свиты к анкарамидам островных дуг по сходству включений расплава в пороодообразующем клинопироксене (стр. 105). При этом допускается возможное их несоответствие составу первичной магмы (стр. 25 и ссылки там), но тогда любая корреляция между породами и включениями будет сомнительной; (3) насколько значимым критерием для выделения анкарамидов является отношение $\text{CaO}/\text{Al}_2\text{O}_3$, учитывая влияние карбонатизации и высокие ППП в анализах изученных пород? Во-вторых, нужно пояснить причины возникновения зональности разного типа в клинопироксенах, в том числе: (1) чем вызвано увеличение содержание Al_2O_3 в краевой части вкрапленников на фоне снижения магнезиальности минерала (стр. 84)? Обычно более Mg# ранние ядра его кристаллов образуются при повышенном давлении и, соответственно, содержат больше глинозема; (2) почему в данном случае фиксируются сходные средние значения и вариации давления для зональных вкрапленников клинопироксена и в целом для его кристаллов в разноглубинных изверженных породах (табл. 4.2)? Каким образом происходило гипотетическое обогащение расплава алюминием (стр. 106)? В-третьих, распределение редких рассеянных элементов в изученных вулканитах не так однозначно, как утверждается. Например, предполагаемое сходство со спектрами РЗЭ в анкарамидах островных дуг и толеитовых базальтах Алеутской дуги не выглядит очевидным из-за широкого диапазона нормированных концентраций редких земель в этих породах (рис. 3.9а).

В главе 5 обсуждаются результаты проведенных исследований. Применение новых аналитических данных позволяет соискателю существенно модернизировать петрологическую концепт-модель кембрийского мафитового магматизма в регионе.

Выделим ее главные тезисы: (1) вулканыты усть-семиной свиты и плутонические породы барангольскогo комплекса формировались из родоначальной анкарамитовой магмы в обстановке субдукции и сопровождающих ее процессов; (2) глубинные комагматы являются аналогами ультрабазит-базитовых интрузий Урало-Аляскинского типа; (3) для выплавления анкарамитовой магмы в условиях «надсубдукционного клина» необходима предварительная верлитизация мантийного субстрата под воздействием $\text{CO}_2\text{-H}_2\text{O}$ флюидов. В диссертации предполагается, что их вероятными источниками являются либо карбонатные осадки, зятянутые в зону субдукции, либо производные плюмового карбонатитового магматизма. Очевидно, для подобного вывода о происходившем мантийно-коровом взаимодействии в работе не хватает изотопных данных. Кроме того, в работе применяется термин «островодужные магматические камеры» (стр. 112, 116). Что он означает, где такие камеры располагаются, ведь островные дуги могут быть не только океаническими, но и континентальными?

Заключительный раздел диссертации отражает главные результаты проведенных исследований, а также их научную новизну и ценность.

Общие замечания и рекомендации

Наряду с уже высказанными замечаниями обращаем внимание на следующее:

1. В диссертации предложена принципиальная модель формирования изученной вулканопутонической ассоциации Горного Алтая (стр. 108). По нашему мнению, это является одним из главных научных результатов проведенных исследований и не совсем понятно, почему не нашло должного отражения в виде защищаемого положения.

2. Экспериментальные данные по проблеме происхождения анкарамитов рассмотрены в работе достаточно детально (стр. 27–32). Однако в своих выводах соискатель не указывает, какой механизм/параметр магмогенерации он считает наиболее предпочтительным (например степень плавления протолита).

3. Научная новизна исследований не вызывает сомнений, однако следовало бы ограничиться только основными результатами. Отмечаемое соискателем

определение микроэлементного состава минералов и пород современными методами является только новым инструментом для достижения цели работы.

4. В разделе «Заключение» диссертации необходимо указывать только оригинальные данные и выводы, показывающие квалификацию соискателя. Поэтому пункты 4–7, 11, констатирующие результаты других исследователей, указывать не обязательно.

5. Графические изображения, например диаграммы распределения химических элементов, явно перегружены деталями, что затрудняет восприятие информации. При таком разнообразии данных не следовало сравнивать все подряд на одном рисунке.

Заключение по диссертации

Автореферат и опубликованные материалы отражают основное содержание диссертации. Уровень проведенного научного исследования соответствует современным квалификационным требованиям. Диссертационная работа «Минеральный состав и происхождение среднекембрийских диопсид-содержащих эффузивов усть-семинской свиты и интрузий барангольского комплекса (Горный Алтай)» удовлетворяет требованиям п. 9–11, 13, 14 действующего Положения о присуждении ученых степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а сам автор Кхлиф Незар заслуживает присуждения ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.3. Петрология, вулканология.

Отзыв подготовлен заведующим кафедрой динамической геологии Национального исследовательского Томского государственного университета, доктором геолого-минералогических наук, доцентом Врублевским Василием Васильевичем, заведующим кафедрой петрографии Национального исследовательского Томского государственного университета, доктором геолого-минералогических наук, профессором Чернышовым Алексеем Ивановичем, доцентом кафедры петрографии Национального исследовательского Томского государственного университета, кандидатом геолого-минералогических наук, доцентом Гертнером Игорем Федоровичем.

Отзыв на диссертацию Кхлифа Незара рассмотрен и одобрен на совместном расширенном заседании кафедры динамической геологии и кафедры петрографии геолого-географического факультета Национального исследовательского Томского государственного университета 22 февраля 2022 года, протокол № 54.

Заведующий кафедрой динамической геологии
Национального исследовательского
Томского государственного университета,
доктор геолого-минералогических наук
(25.00.04 – Петрология, вулканология),
доцент



Врублевский Василий Васильевич

заведующий кафедрой петрографии
Национального исследовательского
Томского государственного университета,
доктор геолого-минералогических наук
(25.00.04 – Петрология, вулканология),
профессор



Чернышов Алексей Иванович

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Томский государственный университет»

Адрес: 634050, г. Томск, пр. Ленина, 36.

Тел.: (382-2) 529-585. E-mail: rector@tsu.ru. Сайт: <http://www.tsu.ru>



ПОДПИСЬ УДОСТОВЕРЯЮ
ВЕДУЩИЙ ДОКУМЕНТОВЕД
УПРАВЛЕНИЕ ЦЕГМ

 В. В. АНРИЕНКО