

«УТВЕРЖДАЮ»

ВрИО Директора ФГБУН Институт геологии
рудных месторождений, петрографии,
минералогии и геохимии

Российской академии наук (ИГЕМ РАН)

д.т.н. Жариков В.А.



23 апреля 2025 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии Российской академии наук (ИГЕМ РАН) на диссертационную работу Яковлева Владислава Александровича «Раннепалеозойские минглинг дайки Эрзинской тектонической зоны Западного Сангилена (ЮВ Тува)», представленную на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.3 – «Петрология, вулканология».

Диссертационная работа Яковлева Владислава Александровича посвящена актуальной фундаментальной проблеме магматической петрологии – мантийно-коровому взаимодействию как механизму, ответственному за разнообразие магматических горных пород. В этой связи, выбранный им объект исследования – дайковые комплексы Западного Сангилена юго-восточной Тувы – открывает широкие возможности выявления характера и условий взаимодействия контрастных по составу магм мантийной и коровой природы. Их становление происходило на фоне изменчивых тектонических условий, отражающих историю аккреции/коллизии Тувино-Монгольского террейна и обрамляющих его палеоокеанических комплексов северного сегмента Центрально-Азиатского складчатого пояса. С позиции изучения геологической позиции, состава и возраста минглинг даек Западного Сангилена, которые фиксируют этап раннепалеозойского синсдвигового растяжения в регионе, поставленные в диссертационной работе задачи и результаты их решения, безусловно, является новыми и актуальными. Практическая значимость результатов исследований для выделения и корреляции магматических комплексов при определении основных этапов эволюции

аккреционно-коллизионных систем не вызывает сомнения, как для целей геологического картирования, так и поисков полезных ископаемых.

Работа выполнена на основе материала, собранного лично автором в течение нескольких полевых сезонов с 2015 по 2018 гг., на Западном Сангиле с добавлением материала коллег из ИГМ СО РАН. Объем фактического материала (количество изученных даек, образцов из них, шлифов, химических анализов и геохронологических определений), лежащего в основе диссертационной работы Яковлева В.А., кажется вполне представительным для такого рода исследований.

Работа состоит из введения, 7 глав, заключения и приложения; общий объем работы составляет 160 страниц и содержит 61 иллюстрацию и 22 таблицы. Весьма внушительный список литературы включает 233 источника, касающихся темы исследования. Большинство из цитируемых работ опубликовано в 21 веке, что отражает современный взгляд на поставленную научную проблему.

Во Введении приводятся все общие формальные сведения об исследовании.

В первой главе охарактеризованы используемые в работе методы исследования. Здесь кратко описаны как особенности геологического изучения минглинг даек, так и применяемые аналитические процедуры изучения химического состава пород и породообразующих минералов, а также особенности используемой методики геохронологических исследований методом LA-ICP-MS. По мнению Ведущей организации, все анализы являются надежными, выполнены на современном оборудовании по широко используемым в настоящее время методикам с контролем по стандартным образцам, используемым в мировой практике.

Вторая глава представляет собой обзор литературы по проблеме взаимодействия контрастных по составу магм. Здесь расшифровывается и обосновывается выбор используемой в работе терминологии. Обзор достаточно подробный и местами кажется избыточным.

В третьей главе систематизированы данные об эволюции взглядов на геологическое строение и тектонику Западного Сангилена как части Тувино-Монгольского террейна, которые привели к формированию современных представлений о геологическом строении и регионально-тектоническом положении региона. Данный обзор опирается на обилие полученных в недавнее время возрастных характеристик магматических и метаморфических комплексов изучаемого региона и источников осадочных/метаосадочных пород, которые легли в основу схемы корреляции геологических событий (Рисунок 3.3). Недостатком приводимой схемы, которая не просто

заимствована из цитируемых работ, а, как отмечается, скорректирована автором является то, что рассматривается только история одного из «коллидирующих» блоков – Западного Сангилена как части Тувино-Монгольского террейна и совершенно не рассмотрены синхронные события в другом потенциально «коллидирующем» блоке – Таннуольской островной дуге. В связи с этим, почему кембрийские события трактуются как коллизия, а не аккреция? К сожалению, автор не взглянул за пределы весьма небольшой изучаемой им площади, поэтому этап формирования минглинг даек около 490 млн лет назад представляется, исходя из рецензируемой работы, весьма локальным магматическим событием, тогда как это не так.

В четвертой главе представлен собственный авторский материал по геологическому положению, внутреннему строению и петрографии даек Западного Сангилена. На основе выявленных особенностей проведена типизация минглинг даек, обоснована синкинематическая природа некоторых из них, оценены температура и давление кристаллизации магм. Представленный в этой главе материал достаточно подробно и систематически характеризует объекты исследований. Однако неясно, почему автор считает, что снижение Al_2O_3 компоненты в плагиоклазах габбро комбинированной дайки Сайзырал (стр. 66) может быть обусловлено взаимодействием с остаточным водонасыщенным расплавом, тогда как многочисленными экспериментами показано, что увеличение концентрации воды в расплавах наоборот приводит к увеличению содержания Al_2O_3 компонента плагиоклаза? Для определения температуры и давления становления даек соискатель использует ряд геотермометров и геобарометров широко используемых в петрологии. Однако как объяснить, что оценки температуры расплавов диоритов и гранитов практически одинаковы? Не является ли это свидетельством неравновесности используемых минералов?

В пятой главе приводятся результаты геохронологических исследований минглинг даек Западного Сангилена, выполненные по акцессорным цирконам методом LA-ICP-MS. Итогом этих работ является установленный временной интервал формирования даек ~495–485 млн лет назад, который совпадает со временем становления крупных габбро-монцодиоритовых массивов в изученном регионе. По результатам этих исследований сформулировано первое защищаемое положение, к формулировке которого замечаний нет. Неясно, почему за основу схемы, иллюстрирующей глубину становления дайковых комплексов (рисунок 5.5) взята работа (Egorova et al., 2006), посвященная Башкымугурскому массиву, который формировался спустя ~25 млн лет после рассматриваемых событий и связан с иными тектоническими условиями? Т.е. во время внедрения дайковых комплексов этого массива еще не было, а уровень эрозионного среза

был другой. Использование термина «абсолютный возраст» некорректно, вместо него в контексте проведенных исследований лучше использовать «изотопный возраст».

В шестой главе приводится характеристика вещественного состава пород изученных даек. Здесь последовательно рассмотрены в едином стиле составы базитовых и гранитоидных составляющих изученных даек с использованием стандартных диаграмм и обсуждены механизмы петрогенезиса всего спектра пород. Вполне закономерно фиксируется, что источником базитовой составляющей даек является метасоматизированная литосферная мантия, аналогичная источнику крупных габброидных массивов – Баянкольского и Эрзинского. Вопросы возникают к предложенному механизму генезиса диоритов. Во-первых, связаны ли вообще диориты и габбро вещественно, учитывая, что эти породы имеют ярко выраженные геохимические различия и отличия в характере деформаций? Во-вторых, соискатель отмечает, что «нетипичные геохимические характеристики диоритов» (стр. 97) могут быть следствием насыщения этих пород апатитом и титанитом. Но почему тогда концентрации фосфора, титана, LREE и MREE в диоритах не увеличены по сравнению с габбро (табл. П14)? В-третьих, для объяснения высоких концентраций Th и HFSE в диоритах автор привлекает весьма необычный механизм диффузного фракционирования редких элементов. Однако диориты обладают геохимическими характеристиками очень близкими к OIB, тогда как габбро – типичными островодужными характеристиками (рис. 6.9). Можно ли посредством такого механизма столь значительно изменить концентрации редких элементов? Здесь стоит отметить, что породы с OIB-подобными геохимическими характеристиками зафиксированы в Западном Сангиле, например, в дайках Агардагского комплекса, т.е. изученные соискателем диориты в этом плане не уникальны, хотя и несколько древнее.

Значительный раздел шестой главы посвящен генезису гранитоидных составляющих даек. Здесь закономерно обосновываются различные коровые протолиты как источник гранитоидных расплавов. Автор широко использует оценки температур расплавов по насыщению цирконом (но не цирконием, как пишет автор), но не приводит свидетельств того, что расплав достиг этого насыщения и использует наиболее раннюю модель этого термометра (Watson, Harrison, 1983), тогда как имеется ряд современных моделей (например, Crisp, Berry, 2022). Однако наиболее важно, что для таких пород абсолютно неправомерно использовать термометры по насыщению расплавов цирконом. Эти породы изобилуют ксеногенными цирконами, и это было показано в главе 5, поэтому полученные оценки температуры неадекватны. На рис. 6.19 и 6.22 показаны составы гранитоидов на диаграмме Qz-Ab-Or, которые группируются вблизи температурных

минимумов этой системы при низком давлении, которые на рисунке не показаны. Как это объяснить, учитывая предполагаемое давление становления даек около 4 кбар?

В седьмой главе на основе обобщения комплекса геолого-структурных, петрогеохимических, минералогических и геохронологических данных рассматриваются модели образования минглинг даек Западного Сангилена. По материалам глав 6 и 7 сформулированы второе и третье защищаемые положения. Ко второму положению замечаний нет. Третье защищаемое положение посвящено петрогенетическим механизмам формирования даек. При этом вторая часть положения, в основу которой положен материал по дайке диоритов, представляется недоказанной, в связи с высказанными выше замечаниями.

В заключении кратко сформулированы основные выводы диссертационной работы.

Несмотря на высказанные замечания, представленная работа выполнена на высоком научном уровне и является законченным исследованием, а ее автор, Яковлев Владислав Александрович, показал себя сложившимся специалистом в области магматической петрологии. Работа аккуратно оформлена, грамотно проиллюстрирована с минимальным количеством технических ошибок. Основные положения работы опубликованы в 6 публикациях в журналах из перечня ВАК. Тема и содержание диссертации соответствует паспорту научной специальности 1.6.3 – Петрология, вулканология. Содержание автореферата соответствует диссертации.

Диссертация «Раннепалеозойские минглинг дайки Эрзинской тектонической зоны Западного Сангилена (ЮВ Тува)» отвечает требованиям и критериям, установленным в «Положении о присуждении ученых степеней», утвержденном постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г., №842 для ученой степени кандидата наук, а ее автор Яковлев Владислав Александрович заслуживает присуждения ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.3 – Петрология, вулканология.

Козловский Александр Михайлович

к.г.-м.н., ведущий научный сотрудник лаборатории редкометального магматизма

ФГБУН Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии Российской академии наук (ИГЕМ РАН);

Адрес: 119017 Москва, Старомонетный пер., дом 35

e-mail: amk@igem.ru

тел. +7 (917) 510-78-75

Я, Козловский Александр Михайлович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

17 апреля 2025 г

Носова Анна Андреевна

д.г.-м.н., главный научный сотрудник, заведующий лабораторией петрографии
ФГБУН Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии Российской академии наук (ИГЕМ РАН);

Адрес: 119017 Москва, Старомонетный пер., дом 35

e-mail: nosova@igem.ru

Я, Носова Анна Андреевна, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

17 апреля 2025 г

Отзыв на диссертационную работу Яковлева Владислава Александровича заслушан и одобрен в качестве официального на совместном заседании лаборатории редкометального магматизма и лаборатории петрографии ИГЕМ РАН, протокол №8 от 17 апреля 2025 г.

Зав. лабораторией редкометального магматизма

д.г.-м.н. академик

В.В. Ярмолук

Зам зав. лабораторией петрографии

к.г.-м.н.

А.В. Каргин

Подпись руки *Козловского А.М.*
удостоверяется. *Носовой А.А.*
Ярмолук В.В.
Каргин А.В.
Заведующий канцелярией Федерального государственного
бюджетного учреждения науки Института геологии рудных
месторождений, петрографии, минералогии и геохимии
Российской академии наук МИНОБРНАУКИ России

