

Отзыв официального оппонента

на диссертационную работу Пономарчука Антона Викторовича **“ХРОНОЛОГИЯ И ЭВОЛЮЦИЯ МЕЗОЗОЙСКОГО ЩЕЛОЧНОГО МАГМАТИЗМА АЛДАНО-СТАНОВОГО ЩИТА (НА ПРИМЕРЕ ЫЛЛЫМАХСКОГО, ИНАГЛИНСКОГО, ДЖЕЛТУЛИНСКОГО И ВЕРХНЕАМГИНСКОГО МАССИВОВ)**, представленной на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.3 – «Петрология, вулканология»

Щелочной магматизм принадлежит к одному из наиболее интересных и важных в научном и практическом отношении проявлений эндогенной активности Земли. Проблемам происхождения щелочных пород посвящено огромное число публикаций. Прежде всего, это связано с тем, что щелочные породы участвуют в составе разнообразных ассоциаций, с которыми сопряжено формирование месторождений разных типов полезных ископаемых: благороднометалльных (Au, Ag, Pt), редких (Nb, Ta, Zr), редкоземельных (REE) и радиоактивных, а также месторождения апатита и флюорита. Это определяет **актуальность** диссертационной работы Пономарчука А.В., которая даёт информацию об основных закономерностях развития позднемезозойских щелочных комплексов Алдано-Станового щита и связанных с ними руд. В основу работы положены результаты комплексного геологического, минералогического, петрографического, петролого-геохимического, изотопного (Sr, Nd, Pb, O) и геохронологического (Ar-Ar, U-Pb LA ICP MS и SHRIMP II) изучения Ыллымахского, Инаглинского, Желтулинского и Верхнеамгинского щелочных массивов и связанных с ними рудных метасоматитов, что позволило автору определить временные интервалы образования исследуемых объектов и дать характеристику источников вещества.

В ходе выполнения работы был проведён большой объём аналитических исследований, выполненных на современном уровне. Изучено более 80 шлифов, выполнено 300 микрозондовых анализов, более 100 определений основных компонентов и редких элементов в породах, и в минералах (методом лазерной абляции), получено более 40 определений изотопного состава Sr, Nd, Pb, O в минералах и породах, проведено более 30 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ экспериментов по определению возраста методом ступенчатого прогрева. Выполнено U/Pb датирование методами (SIMS/LA-ICP MS) более 60 цирконов из трех образцов пород.

Диссертационная работа Пономарчука А.В. состоит из введения, 6 глав и заключения. Общий объем работы 160 страниц, включая 44 иллюстрации и 23 таблицы. Список использованной литературы содержит 202 наименования.

Рассмотрим содержание работы по главам.

В 1 главе на основе анализа литературных данных представлена характеристика высокалькальных щелочных пород, включая особенности их классификации и генезиса, а также история изучения щелочных пород, тектоническое строение Алдано-Станового щита и геохронология мезозойского магматизма в его пределах. Этот обзор, выполненный на высоком уровне, необходим для понимания общих закономерностей развития щелочного магматизма.

Глава 2 посвящена характеристике методов изучения щелочных пород. Здесь рассмотрены особенности интерпретации изотопных датировок, описана методика $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ датирования по мономинеральным фракциям, U-Pb датирования (SIMS/LA-ICP MS и SRIMP-II) по циркону, исследований изотопного состава Sr, Nd, Pb и O в породах и минералах. Учитывая, что автор использовал современные прецизионные методы анализа вещества, достоверность полученных геохронологических и изотопно-геохимических данных не вызывает сомнений.

В 3 главе представлены материалы по геологическому строению, петрографической, изотопно-геохимической характеристикам пород и возрасту тех геологических объектов, которые исследовались автором. К ним относятся массив Инагли, метасоматиты Подголечного месторождения и Ыллымахский массив. Для Ыллымахского массива предложены механизмы образования и оценен состав магматического источника. Так, импульсное образование фельдшпатоидных и полевошпатовых сиенитов и гранитов с фракционированием внутри каждого импульса подтверждено петро-геохимическими и изотопными Sr-Nd данными. Автор приводит новые возрастные даты, которые позволяют провести сравнение возрастов формирования обоих массивов с периодами становления других мезозойских массивов Центрально-Алданского района.

Главе 4 посвящена результатам исследования Тыркандинского рудного района. Здесь отражены структурная позиция этого района, геологическая, петрографическая, петролого-геохимическая, изотопная (Sr, Nd) характеристики Желтулинского массива и описаны 2 типа рудной минерализации (золоторудная и U-Th-редкоземельная) в метасоматитах Желтулинской рудной площади. Приведены результаты $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ датирования магматических фаз и рудных метасоматитов. Эти данные позволили автору оценить время формирования пород Желтулинского массива, предложить механизм образования фойдитовых монзонитов и щелочных сиенитов при фракционной дифференциации из единой родительской магмы и охарактеризовать источники вещества. Присутствие кварц-нормативных субщелочных сиенитов и гранитов связывается с коровой контаминацией, которая подтверждается высокими первичными отношения изотопов стронция, но низкими величинами эpsilon неодима.

В главе 5 представлен материал для мезозойских щелочных пород Верхнеамгинского рудного района, включая его структурно-геологическую, петрографические, петро-геохимические особенности, Sr-Nd изотопные параметры, $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ (по флогопиту и калиевому полевоому шпату) и U-Pb (по цирконам) возрастные даты пород Верхнеамгинского массива. Здесь охарактеризованы рудные метасоматиты с золото-сульфидной и титан-редкоземельной минерализацией. Эти данные обсуждаются в контексте сравнения возраста и механизмов формирования массива с другими массивами Алдано-Станового щита. Автор приходит к выводу о ведущей роли кристаллизационной дифференциации всех разновидностей пород из единого щелочного расплава.

Информация, приведённая в главах 3,4,5 определяет **новизну** диссертационной работы и являются основой для защищаемых положений.

Глава 6 является логическим продолжением всех предыдущих глав. В ней обобщены авторские материалы о геологической позиции и возрасте щелочных ассоциаций. С учётом

данных, полученных предшествующими исследователями, автор предложил модели эволюции щелочного магматизма в контексте геодинамических сценариев мезозойской тектономагматической активизации геологических комплексов Алдано-Станового щита.

Все защищаемые положения обоснованы фактическим материалом.

Главными достижениями диссертационной работы, расширяющими наши знания о мезозойских щелочных комплексах Алдано-Станового щита, являются:

1. Применение новейших методов датирования и обоснование возрастных интервалов проявления щелочного магматизма Верхнеамгинского и Желтулинского рудных районов, возраста формирования массивов Ыллымах и Инагли.
2. Классификация, геохимическая и изотопная характеристики типов щелочных магматических пород источников.
3. Петрологическое моделирование с позиции оценки механизмов фракционной кристаллизации-ассимиляции.
4. Характеристика связей магматических, метасоматических и рудообразующих процессов.

Несомненным достоинством работы является то, что автор применяет комплексирование данных, т.е. использует результаты геологических, геохимических и изотопных исследований для оценки механизмов эволюции расплавов для конкретных магматических ассоциаций. В то же время, учитывая сложность задач, решаемых в диссертации, возникает вопрос, связанный с употребляемой терминологией. Так, автор придерживается модели, в которой эволюционный ряд пород (например, ассоциация Ыллымах: щелочно-базитовые породы – фельдшпатоидные сиениты – щелочные сиениты – граниты) рассматривается как результат эволюции сингенетичных расплавов. При этом для щелочных пород устанавливается литосферный мантийный источник, а для гранитов предполагается участие корового вещества. Для подтверждения этих выводов напрашиваются графики с отношениями несовместимых элементов и вынесенными на них составами эталонных пород мантийного происхождения и анатектических гранитов. Кроме того, если расплавы и породы имеют разный состав источников, то, вероятно, либо не следует говорить об их сингенетичности, либо расшифровать, что автор подразумевает под этим термином.

Это замечание созвучно с другим важным моментом, на который, на мой взгляд, следует обратить внимание. Он касается формирования в одной ассоциации SiO_2 -недосыщенных пород с нефелином (или лейцитом) и SiO_2 -пересыщенных пород с кварцем. Совместное нахождение таких разных по составу пород в одной ассоциации является петрологической проблемой. Например, как известно, если в момент образования нефелина существовал свободный кремнезем, он вступает с нефелином в реакцию, образуя новый минерал альбит. Альбит в этом случае можно рассматривать как непреодолимый барьер при образовании богатых кремнием пород путём фракционирования нефелин-нормативного и нефелин-модального расплава. Существуют модели ассимиляции не только коровых силикатных, но и карбонатных пород, которые позволяют объяснять такие закономерности и их, вероятно, следовало бы обсудить.

Замечания редакционного характера:

1. При описании ряда массивов нарушена общая структура подачи фактического материала. На схеме геологического строения массива Инагли вынесены точки отбора проб и номера образцов, однако отсутствуют табличные данные с петро-геохимической информацией. И наоборот, для Ыллымахского, Желтулинского, Верхнеамгинского массивов табличные данные с валовыми составами пород не привязаны к геологическим схемам. Кроме того, для Ыллымахского массива не приведены табличные данные для эгириновых гранитов (3-я группа), хотя эти породы описываются и обсуждаются с использованием геохимических диаграмм. Для Желтулинского массива на бинарных диаграммах около 80 фигуративных точек составов, хотя в таблицах только 20. Это исключает возможность оценить содержания порообразующих элементов во всех пробах, даже если в них не производились определения редких элементов методом ICP-MS.

2. Не отредактированы подписи к таблицам. Например, в таблице 9 указано ...Содержания РЗЭ..., хотя приводятся содержания и других редких элементов.

3. На некоторых фотографиях шлифов не указаны названия минералов, хотя в подписных подписях описываются минералы и их взаимоотношения, например рис. 20.

Приведённые выше замечания не влияют на главные результаты и выводы работы. Актуальность темы исследований, высокий научный уровень, показанный автором, его личный вклад в решение проблемы оценки возраста и механизмов эволюции щелочных мантийных магм Алдано-Станового щита, указывают на то, что рассматриваемая работа полностью отвечает требованиям "Положения о порядке присуждения ученых степеней" ВАК. Основные результаты исследований, позволившие сформулировать защищаемые положения, представлены в 8 статьях, опубликованных в рецензируемых (SCOPUS/WOS) журналах из списка ВАК. Содержание автореферата соответствует содержанию диссертации. Ее автор, Пономарчук Антон Викторович, несомненно, заслуживает присуждения ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.3 – «Петрология, вулканология».

Официальный оппонент

Воронцов Александр Александрович, доктор геолого-минералогических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории геохимии основного и ультраосновного магматизма Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт геохимии им. А.П. Виноградова Сибирского отделения Российской академии наук, адрес: 664033, Иркутск, ул. Фаворского, 1а, тел. 89246100559, voront@igc.irk.ru

Я, Воронцов Александр Александрович, даю согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой Диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.



Подпись

ЗА СЕРЯЮ

Зав. канцелярией
ИГХ СО РАН

Воронцов А.А.
7.04.2015