

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА
на диссертацию Максимова Олега Александровича
на тему: "Метаморфическая эволюция Гридинского эклогитсодержащего
комплекса (Фенноскандинавский щит)»,
представленную на соискание ученой степени кандидата геолого-
минералогических наук
по специальности 1.6.3. – «Петрология, вулканология».

Диссертационная работа посвящена актуальной и остродискуссионной проблеме – времени и геодинамическим условиям формирования эклогитов в Беломорье, которые являются ключевыми породами, определяющими не только понимание палеогеодинамических аспектов эволюции Фенноскандинавского щита, но и раннедокембрийских геодинамических режимов Земли в целом.

Объектом исследований диссертанта стал Гридинский эклогитовый комплекс Фенноскандинавского щита в зоне беломорид. Основное внимание в диссертационной работе уделяется вопросу эволюции процесса метаморфизма и анализу информативных минеральных парагенезисов в ключевых объектах, которые сохранили петрологические, минералого-геохимические и изотопно-геохимические метки полихронных преобразований. В соответствии с этим основная цель диссертационной работы обозначена как: «... реконструкция условий метаморфической эволюции пород Гридинского эклогитсодержащего комплекса». Поскольку «эволюция» диссертантом рассматривается как реконструкция полного P-T-t тренда, то очевидно, что эта работа в значительной степени базируется и на результатах геохронологических построений, хотя этот аспект исследования прямо не заявляется в основной цели работы, а звучит как одна из задач (под номером 4). Помимо этой геохронологической задачи диссертант обращает свое внимание на следующие ключевые задачи: «детальное картирование ключевых участков», «минералого-петрографическое изучение пород», «оценку P-T условий формирования пород», «построение P-T-t трендов».

Раскрывает суть проведенных исследований и полученных результатов диссертационная работа объемом 178 страниц, из которых 48 страниц приходится на список литературы (20 страниц) и различные приложения - в виде таблиц (26 страниц) и пояснений методики проведения геотермобарометрических и геохронологических работ (2 страницы).

Надо отметить, что работа рационально ориентирована на достижение поставленной цели, содержит добротный фактический материал, в ней применяются необходимые и современные методические подходы.

В сравнительно небольшом разделе диссертации «Введение» (2 страницы) диссертант обращает внимание на необходимость изучения эклогитов в связи с их возможным коллизионным или субдукционным происхождением. Дается краткая характеристика своего понимания и использования в данной работе термина «эклогит».

Первая глава посвящена, в соответствии с её названием, «*Особенностям геологического строения и метаморфизма Беломорской провинции...*». Она достаточна для понимания локализации Гридинского эклогитового комплекса, т.е. основного объекта исследования, хотя большую часть этой главы занимает изложение современных взглядов на эндогенное развитие этой провинции в архее и протерозое.

Во *второй главе* дается характеристика непосредственно Гридинского эклогитового комплекса. Она сопровождается наглядными геологическими схемами и картами, другими зарисовками, а также фотографиями штуфов и обнажений, что в целом позволяет читателю получить достаточно ясную картину о структурно-вещественных особенностях изучаемого комплекса. Отдельными подразделами охарактеризованы 4 детализированных участка исследования на площади развития Гридинского комплекса.

Третья глава содержит петрохимическую характеристику пород изучаемого комплекса. Приведенный в ней материал вполне конкретен и его объем достаточен для дальнейшего минералого-петрографического анализа, чему посвящена *четвертая глава* диссертации. Материал третьей и четвертой глав позволил диссертанту перейти в следующей главе - к термобарометрическим оценкам.

В *пятой главе* приводятся результаты РТ-метрии пород и обосновываются эволюционные РТ-тренды их развития.

В *шестой главе* приводится геохронологический материал, основанный на U-Th-Pb изотопном анализе циркона из разных типов пород.

В *седьмой*, завершающей работу короткой главе, интегрируются результаты РТ-метрии пород и геохронологические данные, а также обосновываются Р-Т-*t* тренды развития эклогитов. В этой главе, а также в кратком разделе «*Заключение*» суммируются представления и выводы автора о возможных моделях формирования гридинских эклогитовых парагенезисов в архее и протерозое.

В целом, структура и содержание работы позволяют говорить о ней как о серьезном и полноценном исследовании. Диссертант непосредственно принимал участие в успешной реализации практически каждой методики исследования. Обсуждение и анализ данных основываются на детальном и глубоком изучении геологических и петрологических материалов. Указанное в полной мере оправдывает представление работы по специальности 1.6.3 – «петрология и вулканология».

Защищаемые диссертантом научные положения базируются на анализе фактических материалов и результатов исследований, приводимых в разных главах работы.

Первое защищаемое положение отражает вывод автора о существовании палеопротерозойского эклогитового метаморфизма, проявленного в локальных зонах тектонической активизации. Вывод основан на непосредственных геологических соотношениях пород, подкреплен количественными оценками параметров и времени метаморфизма. Защищаемое положение представляется обоснованным. Единственная ремарка касается утверждения о «неравновесном характере эклогитизации». Не вполне ясно, о каком неравновесии идет речь? Однако это скорее замечание редакционное, а не смысловое.

Во втором защищаемом положении диссертантом сделан акцент на выявление ранних (архейских) эклогитов и гранатовых ортопироксенитов. Ключевым моментом в обосновании этого положения являются архейские датировки циркона, содержащего более древние индикаторные-«эклогитовые» минералы в виде включений. Если это так, т.е. выявлен первичный эклогитовый минеральный парагенезис, то защищаемое положение выглядит обоснованным.

Третье защищаемое положение посвящено выделению архейской стадии гранулитового метаморфизма, более позднего по отношению к эклогитовой

стадии. Для обоснования этого положения диссертант привел петрологический материал, в частности, реакционные коронитовые сростания, использование которых позволило выявить стадийность минералообразования и оценить РТ-параметры. Защищаемое положение выглядит обоснованным.

Среди замечаний, которых немного, следует выделить следующие.

В работе диссертант несколько вольно обходится с понятиями «время» и «возраст». Если обратить внимание, что возраст может быть только у физических объектов, а не процессов, то можно было бы избежать ряда опечаток. Например, в «научной новизне» встречается оборот: «...выделены и обоснованы два разновозрастных этапа...». У «этапа» есть «возраст»? А могли быть «одновозрастные» этапы? К сожалению, приписывание «возраста» событиям, а не материальным телам, свойственно многим публикациям в геологии, чтобы осознать неверность этого, видимо, требуется время.

При термометрии по минеральной паре «амфибол-плагиоклаз» следовало бы воспользоваться более поздней калибровкой этого термометра, выполненную теми же авторами (T. Holland, J. Blundy), опубликованной в 1994 году.

Была бы одновременно решена задача и термо-, и барометрии регрессивной стадии минералообразования в гранатовых ортопироксенитах, если бы диссертант применил удачную (по моему мнению) калибровку уравнений равновесия парагенезиса трех минералов: амфибола, граната и плагиоклаза (Dale, Holland, Powell, CMP, 2000). Кроме одновременного получения Р и Т, это позволило бы также косвенно судить о степени равновесности используемых минералов. Можно предполагать, что оценка давления была бы надежнее по сравнению с примененной в работе «мономинеральной» амфиболовой барометрией.

Следует отметить, что не вполне понятно местами изложена методика расчетов, в частности, с использованием программы *Perplex_X*. На стр. 177 (приложение) написано, что «Содержание воды рассчитывалось с помощью уравнения состояния CORK (Holland, Powell, 1998)». Ведь содержание воды (в водном или водно-углекислотном флюиде) задается различными способами, а её свойства рассчитывается по указанному уравнению. Какой был состав флюида в

расчетах, мне не удалось установить. Приложенный файл с полными данными для расчетов снял бы эти и подобные вопросы.

Перечисленные замечания или дискуссионные моменты не влияют на общую высокую оценку представленной работы. Исследование О.А. Максимова еще раз демонстрирует сложность изучения метаморфических пород, применительно к которым можно вспомнить классическую фразу: «если вам кажется, что вы абсолютно все поняли, то значит, что вы чего-то не доглядели». Несмотря на то, что диссертант взялся за такой сложный объект, вокруг которого многие десятилетия не утихают научные споры, ему удалось достойно выполнить исследование и представить достигнутые результаты в наименее противоречивой на сегодняшний день форме. Поэтому, завершая отзыв, считаю необходимым подчеркнуть, что диссертационный труд О.А. Максимова вносит серьезный вклад в исследование докембрийских экстремально высокобарических пород, понимание происхождения которых не оставляет равнодушным ни одного исследователя в области Наук о Земле.

Автореферат соответствует содержанию диссертационной работы. Оформление текста диссертации и иллюстрационного материала оставляет благоприятное впечатление. Основные результаты исследований автора докладывались на научных совещаниях и конференциях и опубликованы в рецензируемых изданиях. Список публикаций по теме диссертации обширен и включает публикации как на русском, так и английском языках.

Изложенные диссертантом положения и результаты имеют и практическое значение: они могут быть использованы при разработке легенд к геологическим, тектоническим, метаморфическим картам, применяться при разработке схем эволюции эндогенных процессов на Фенноскандинавском щите.

Содержание диссертационного исследования полностью отвечает критериям пункта 9 Положения о порядке присуждения ученых степеней, утвержденного Постановлением правительства РФ от 24.09.2013 года № 842, а ее автор Олег Александрович Максимов заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.3. – «Петрология, вулканологии».

Официальный оппонент

Балтыбаев Шаукет Каимович

доктор геол.-мин. наук

Зав лаб. Перо- и рудогенеза, главный научный сотрудник

Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института геологии и геохронологии докембрия Российской Академии наук (ИГГД РАН)

Набережная Макарова, до 2, Санкт-Петербург, 199034

Тел. 8-812-327-4701

e-mail: shauket@mail.ru

Я, Балтыбаев Шаукет Каимович, даю согласие на включение персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

06 февраля 2024 г.

