

**Отзыв**  
официального оппонента на диссертацию  
**Озерова Алексея Юрьевича**  
**“Динамика эруптивной деятельности, эволюция магм и модели**  
**базальтовых извержений (на примере Ключевского вулкана)”,**  
представленную на соискание ученой степени  
доктора геолого-минералогических наук  
по специальности 25.00.04 – петрология, вулканология.

Академик Владимир Иванович Смирнов, многие десятилетия возглавлявший данный Учёный совет, любил ставить вопрос – обоснованы ли претензии на учёную степень доктора геолого-минералогических наук. Претензии Алексея Юрьевича Озерова вполне обоснованы. Это опытный полевой геолог, внёсший существенный вклад в изучение крупнейшего базальтового вулкана континентов Земли – Ключевской сопки и иных молодых вулканов Камчатки, извергающих как базальтовые, так и андезитовые расплавы. Это широко эрудированный специалист по геологии, геофизике, петрографии, минералогии и геохимии Камчатки и ряда иных вулканических областей нашей планеты. Это высококлассный учёный, работы которого по динамике вулканических извержений и по их экспериментальному моделированию широко известны в Мире. Это наблюдательный и вдумчивый петрограф, понимающий «душу» камня и владеющий современными методами исследования горных пород и слагающих их минералов. Это руководитель успешно работающей лаборатории Института вулканологии и сейсмологии РАН, организатор и руководитель летней вулканологической школы для студентов и аспирантов.

Диссертация Алексея Юрьевича посвящена всестороннему изучению островодужного базальтового вулканализма. Её первая часть – глава 1, занимающая половину объёма диссертации вместе с приложениями, посвящена особенностям химического и минерального состава вулканитов

Ключевской сопки и процессам их формирования. Скрупулёзно описаны сами вулканиты и методы их исследования. При этом, постоянно отмечаются достижения предшествующих исследователей и аккуратно представлены собственные данные, обширные и убедительные. А.Ю. Озеров создал стройную, достаточно убедительную и реально сложную картину образования дифференцированной серии ключевских лав – от двупироксен-оливиновых меланобазальтов до лейкобазальтов. Весьма информативны данные по распределению главных породообразующих минералов базальтов – плагиоклаза, авгита, оливина, ромбического пироксена, пижонита, хромшпинелидов, титаномагнетита, по их геохимии. Большой интерес представляет обсуждение эволюции состава всех породообразующих минералов полной дифференцированной серии лав и генетическая интерпретация выявленных трендов. Кроме того, представлены результаты ЭВМ-моделирования процессов магматической дифференциации лав Ключевского вулкана, полученные расчётные данные достаточно убедительно коррелируют с природными. Всё это приводит А.Ю. Озерова к обоснованию первого защищаемого положения.

Обсудим некоторые вопросы. О наименовании вулканитов. Лейкократовые базальты в диссертации именуются андезибазальтами по формальному признаку – содержанию кремнезёма; однако валовый состав плагиоклаза этих пород – лабрадор и по данному – ведущему критерию их надо именовать базальтами. О ЭВМ – моделировании и о времени кристаллизации плагиоклаза. Результаты ЭВМ-моделирования хорошо согласуются с природными данными по составу оливина, авгита и ромбического пироксена, но не плагиоклаза. Расчётный состав раннего плагиоклаза – An70, природного – An85. Столь высоко кальциевый плагиоклаз вряд начал кристаллизоваться на столь поздней стадии эволюции базальтовой магмы Ключевского вулкана, как это дано в диссертации. Кроме того, лавы многих вулканов Курило-Камчатской дуги, включая Ключевской, содержат включения алливалитов, Это агрегаты анортита и оливина,

вероятно, продукты ранней кристаллизации базальтовых магм, свидетельство справедливости вилки Н.Л. Боуэна. Как быть с алливалитами? Ответа нет. Процессе формирования высоко глинозёмистых лейкобазальтов. Это основной тип вулканитов Ключевской сопки. Чтобы они возникли из предполагаемой мантийной меланобазальтовой (пикробазальтовой) магмы, близкой по составу к наиболее магнезиальным ключевским оливиновым базальтам, А.Ю. Озеров предложил механизм массовой кристаллизации высоко магнезиальных оливина и клинопироксена в глубинных условиях, далее отсадку продуктов кристаллизации с обособлением огромных масс верлитов. Интересная гипотеза, но далеко не бесспорная. О линейных связях содержаний компонентов в лавах. В диссертации показаны близкие к линейным связи содержаний большинства макро- и микрокомпонентов ключевских базальтов. Конкретно такого типа связи характерны для аортозитовой тенденции магматической дифференциации (Спиридовон, 1971). Это свидетельствует о преобладающем значении процессов однотипной кристаллизационной дифференциации как в подводящем магматическом канале, так и в лавовых потоках, и о том, что валовый состав плагиоклаза одинаков в мелано-, мезо- и лейкоократовых базальтах Ключевской сопки.

Замечания и пожелания к 1 части диссертации. Раздел 1.2 весьма выиграл, если бы автор диссертации учёл подсчёты распространённости магматических пород на Земле, которые сделал известный геохимик А.А. Ярошевский (2004). В разделе 1.6 формулировка гипотез формирования высоко глинозёмистых базальтов могла быть более внятной; к приведенным гипотезам стоило добавить и вероятность прямого выплавления высоко глинозёмистых базальтовых магм при повышенном давлении паров воды. Не увидел смысла в нормировании содержаний микроэлементов в ключевских базальтах по наиболее магнезиальным из ключевских базальтов. Раздел 1.15 «Закономерности поведения силикатных минералов пород Ключевского вулкана» возможно стоило именовать иначе – «Распределение и геохимия

минералов – силикатов в породах Ключевского вулкана». Бедный кальцием пироксен микролитов, отвечающие по составу пижониту, не стоит относить к ромбопироксенам. Не может существовать тренда от бронзита до пижонита, – существует смена бронзита пижонитом. Структурные соотношения вкрапленников плагиоклаза и пироксенов и их микролитов = минералов цементирующей массы ключевских базальтов делают невероятным вывод об одновременной кристаллизации вкрапленников и микролитов плагиоклаза (стр. 122). Дискуссионно мнение А.Ю. Озерова о том, что причиной резкого снижения содержания алюминия в клинопироксенах авгитового ряда стала массовая кристаллизация плагиоклаза. Если это так, то почему в самом начале такого тренда, т.е. при кристаллизации наиболее богатого алюминием плагиоклаза, кристаллизовались авгиты, максимально богатые алюминием. Более вероятная причина того, что наиболее железистые авгиты бедны алюминием, в том, что они кристаллизовались при существенно более низком давлении, т.е. при всплытии расплава. На схеме эволюции парагенезов минералов ключевских базальтов (рис. 1-34) показано перекрытие времени кристаллизации хромшпинелидов и титаномагнетита, что невероятно.

В 1 части имеются не совсем удачные и излишние термины. Таковы «генетическая петрология» (стр. 33); «кислые породы» (стр. 37) вместо кремнекислых; «магнезиальный побочный прорыв» (стр. 40) вместо прорыва магнезиальных базальтов из побочного кратера; «субфенокристаллы» (стр. 56) вместо мелких вкрапленников; «средне форстеритовый» оливин (стр. 60); «магнетит» (стр. 87 и далее по тексту) вместо титаномагнетита; «примесные элементы» (стр. 90, рис. 1-15) вместо микроэлементов; «кислый лабрадор» (стр. 101) вместо натрового лабрадора; «низкофорстеритовые хризолиты» (стр. 102) вместо железистого хризолита.

Выдающаяся по научному интересу вторая часть диссертации включает главу 2 («Периодичности в динамике извержений Ключевского вулкана» с блестящим рассмотрением явлений вулканического дрожания и

периодичностей в эруптивной деятельности Ключевской сопки и вторым защищаемым положением), главу 3 («Комплекс аппаратуры для моделирования базальтовых извержений и предпосылки его создания» с замечательным обзором предшествующих исследований и исследовательской аппаратуры, с описанием принципиально новой схемы режимов течения двухфазных газово-жидких смесей в вертикальных колоннах, имитирующих процессы в подводящем канале стратовулканов и третьим защищаемым положением), главу 4 («Механизмы пульсирующего фонтанирования, стромболианских взрывов и периодического фонтанирования (экспериментальное моделирование)» с синтезом всего ранее изложенного и сопоставлением обширных экспериментальных данных, полученных с помощью самостоятельно разработанной и построенной А.Ю. Озеровым установки, имитирующей процессы газовыделения из магм и процессов движения газо-магматических смесей различного типа к поверхности, т.е процессов извержений, и реальных вулканологических данных»). Глава 4 завершается четвёртым защищаемым положением, в котором суммированы механизмы извержений базальтовых магм, причины и природа их действия. Вторая часть диссертации Алексея Юрьевича могла быть защищена как самостоятельная докторская работа.

Список литературы обширен и хорошо увязан с текстом диссертации.

Вне сомнения, диссертация А.Ю. Озера отвечает всем требованиям, которые предъявляются к работам, представляемым на соискание учёной степени доктора геолого-минералогических наук. Содержание автореферата полностью соответствует содержанию диссертации.

Алексей Юрьевич Озеров заслуживает присвоения учёной степени доктора геолого-минералогических наук по специальности 25.00.04 – петрология, вулканология.

В заключение хочу поздравить Институт вулканологии и сейсмологии РАН в г. Петропавловске-Камчатском, где выполнено это замечательное научное исследование.

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

Доктор геолого-минералогических наук  
Профессор  
Кафедра минералогии  
Геологический факультет  
Московский государственный университет  
имени М.В. Ломоносова

Спиридонов  
Эрнест Максович  
12 мая 2016 г.

Адрес: 119991, Москва, ГСП-1, Ленинские горы, д. 1, Геологический факультет  
Телефон: 8 495 939-49-58  
E-mail: [ernstspiridon@gmail.com](mailto:ernstspiridon@gmail.com)

