

В диссертационный Совет Д 005.006.01 при  
Дальневосточном геологическом институте  
ДВО РАН, г. Владивосток.

### **ОТЗЫВ**

официального оппонента по диссертации Давыдовой Марии Юрьевны на тему:  
«Происхождение и эволюция магм вулканического центра Уксичан (Срединный  
хребет Камчатки)», представленной на соискание ученой степени кандидата  
геолого-минералогических наук по специальности 25.00.04 – петрология,  
вулканология.

Диссертация посвящена актуальным проблемам петрогенезиса магм в надсубдукционных зонах, на примере молодого вулканизма Камчатки. Исследование М.Ю.Давыдовой подкупает в первую очередь попыткой проследить эволюцию состава магм в относительно долгоживущем вулканическом центре. Хотя продолжительность жизни этого центра Уксичан и невелика по геологическим меркам (около 3.5 млн лет), однако на этот период приходится постулируемая перестройка геодинамической системы на Камчатке с откатом зоны субдукции, что отражается в составе исследуемых магм. Представляется, что систематически изложенный в диссертации материал исследования крупного вулканического центра Уксичан может быть полезен и для понимания такого общего фундаментального вопроса, как причина прекращения субдукции.

Работа в целом соответствует приоритетному направлению фундаментальных исследований РАН на 2013-2020 гг., Науки о Земле, № 67 (Обоснование петролого-геохимических особенностей и геодинамических обстановок проявления субщелочных и щелочных вулканоплутонических ассоциаций в островодужной, окраинно-континентальной и коллизионных геодинамических

обстановках. Выяснение особенностей изотопно-геохимической эволюции магматических источников). Тема диссертации соответствует её содержанию.

Рецензируемая диссертационная работа М.Ю.Давыдовой состоит из введения, пяти глав и заключения общим объемом 152 страницы, а также приложений (результаты аналитических исследований горных пород и минералов). В работе использованы 47 рисунков, 2 фотографии, 16 таблиц. Список литературы включает 175 наименований. При подготовке диссертационной работы автор опирался на оригинальный фактический материал - 30 геохимических проб, собранный самостоятельно в результате полевых работ 2009г, а также коллекцию из 156 геохимических проб, предоставленную научным руководителем диссертанта А.Б.Перепеловым. В процессе работы было описано 155 прозрачных петрографических шлифов, выполнено 240 анализов горных пород на петрогенные окислы и микроэлементы. Для 13 представительных проб вулканитов исследовался изотопный состав Sr, Nd, Pb и O. Микронзондовые исследования были проведены для 20 проб горных пород.

Приведенные описания результатов предыдущих исследователей достаточно обстоятельны, а применение современных аналитических методов делает работу соискателя полезной и своевременной.

**Главные выводы** диссертационной работы сформулированы в виде **четырёх защищаемых положений**, свидетельствующих о том, что задачи исследования, поставленные диссертантом, решены в полной мере. Результаты исследований отражены в **7 публикациях**, включая две публикации в рецензируемых изданиях, включенных в список ВАК.

Некоторые интересные результаты и выводы рецензируемой работы могут представлять научный интерес для широкого круга геологов:

- *Обоснована различная природа мантийных источников для вулканитов плиоценового и позднеплейстоцен-голоценового этапов развития вулканического центра Уксичан. Для первых предполагается*

флогопитсодержащий мантийный источник, истощенный в отношении некогерентных микроэлементов и метасоматически преобразованный в результате субдукционного процесса. Вариации изотопного состава свинца в вулканитах свидетельствуют о возможном наличии в источнике магм двух мантийных доменов (индийского и тихоокеанского MORB). При этом основным субдукционным метасоматизирующим компонентом выступал низкотемпературный водный флюид. Для позднеплейстоцен-голоценовых вулканитов реконструируется источник типа тихоокеанских MORB, также претерпевший метасоматизирующее влияние субдукционного низкотемпературного водного флюида.

➤ Показано, что характер вариаций примесных элементов, изотопов Nd и кислорода в вулканических породах указывает на ведущую роль фракционной кристаллизации в петрогенезисе, особенно убедительно это показано для олигоценовой ареальной стадии вулканизма.

➤ Расчетами в среде программ Комагат и Primacal2 (Арискин, Бармина, 2000) показано, что первичные магмы плиоценовых вулканитов при подъеме вероятнее всего испытывали декомпрессионную фракционную кристаллизацию с ее завершающим изобарическим этапом в приповерхностной магматической камере. С привлечением собственных минералогических, а также литературных экспериментальных данных, предметно обсуждается происхождение высокоглиноземистых базальтов. Их генезис связывается с высоким содержанием H<sub>2</sub>O (около 2,5 мас.%) в плавящемся мантийном субстрате, тогда как умеренноглиноземистые вулканиты связываются с эволюцией относительно "маловодого" (~ 1 мас.%) исходного мантийного расплава.

➤ Установлено различие изотопно-геохимических характеристик и расчетных условий генерации магм плиоценового и плейстоцен-голоценового этапов в вулканическом центре Уксичан, эти

*изменения связываются со сменой геодинамической обстановки на Камчатке: началом этапа скольжения плит, откатом зоны субдукции и поступлением астеносферного материала в окна разрыва плиоценового слэба.*

Главные замечания и некоторые вопросы (вместе с рекомендациями), возникшие после прочтения диссертации:

1. Из текста неясно, насколько представительно отобранные и изученные образцы характеризуют Уксичан. Точек отбора образцов на рис. 2.1 и 2.2. нет. Целесообразным представляется в дальнейших публикациях сопроводить описание исследованных образцов координатной привязкой, в этом случае авторские данные могут быть интегрированы в петролого-геохимические базы данных (GEOROC, <http://georoc.mpch-mainz>; и PETRODAT).
2. В современной петрологической литературе сейчас принято приводить сокращения и обозначения минералов в унифицированной системе по (Kretz, 1983), рекомендуем автору взять это на вооружение (см. стр. 15). Что понимается по базальтами "N-типа", дано без расшифровки (стр. 16) ?
3. В Главе 2 обстоятельно описывается история изученности региона и геология центра Уксичан. Сравнивая объемы изверженных лав Уксичана из табл. 2.1 (данные: Кожемяка, 1995, 2001) с тем, что изображено на геологической карте и колонках (рис. 2.2 и 2.3) можно заметить некоторое несоответствие. Площадь выходов и мощность кислых и средних вулканитов, по-видимому, значительно больше, чем это приведено в табл. 2.1 (напр. см. знак 5 на рис. 2.2., латиты, занимающие не менее 50% всей площади вулкана Уксичан). Недооценка объема извергнутых средних и кислых по составу магм на плиоценовом этапе может в определенной степени изменить выводы по петрогенезису (в частности, при оценке роли фракционной кристаллизации).

4. При описании геологии и геохимии полезным представляется уделить больше внимания описанию вулканических пород фундамента, их возрасту и геохимии. Применяемый в диссертации термин "долгоживущий вулканический центр", по существу, относится к плиоцен-голоценовому этапу (всего около 3.5 млн лет), что по геологическим меркам совсем немного.
5. В главе 3 автор замечает, что высокоглиноземистые андезибазальты не отличаются от умеренноглиноземистых по набору и составу вкрапленников. Имеется ли минералогическое объяснение разницы в концентрации глинозема ?
6. В целом обстоятельные описания петрографии и минералогии пород целесообразным представляется сопроводить заключениями о реконструируемом в шлифах порядке кристаллизации минеральных фаз. Как объяснить, что на ликвидусе всех магм при расчете в среде "Комагмат" присутствует оливин и клинопироксен (табл. 5.4, рис. 5.15), а в шлифах (рис. 3.1 и 3.2) магнетит и плагиоклаз наблюдается в виде включений в пироксене, т.е. кристаллизуется раньше. Оливин, судя по наблюдениям в шлифах и железистому составу, явно кристаллизуется позже плагиоклаза и магнетита (известково-щелочной тренд).
7. При описании состава пироксенов в сравнительных целях приводятся вариации конечных миналов (En, Wo, Fs), что не слишком удачно. Более показательными могут быть вариации в клинопироксенах Ti и Na.
8. В Главе 4 приводится подробное и квалифицированное описание геохимии пород. Рекомендуется в терминологической части следовать международному подходу и вместо "петрогенные оксиды" и "микроэлементы" использовать термины главные и примесные элементы (major and trace elements). При описании аналитических методик определения главных и примесных элементов (Введение) не приведены

метрологические характеристики и погрешности при измерении стандартов. В Приложении 7 концентрации ряда примесных элементов приведены явно с избыточной точностью (один-два знака после запятой для Rb, Ba, Zr, Sr..).

9. Во втором положении и Главе 4 автор защищает идею о ведущей роли фракционной кристаллизации в эволюции одного родоначального расплава для плиоценовых лав. Однако из Рис. 5.14 видно, что для описания всего тренда фракционирования, включая кислые эффузивы, такого одного механизма недостаточно, учитывая нереально длинную степень фракционирования. Происходят ли кислые дифференциаты из иного, чем андезиты и базальты родоначального расплава или необходимо задействовать совершенно иной механизм генезиса ?
10. Автор отмечает, что изотопный состав кислорода в изученных порода варьирует слабо (стр. 11 реферат), однако для ВК-дацитов и андезитов он все же несколько повышен (до 6.1 промилле), что уже превышает мантийное значение ( $\sim 5,5$  по Taylor, 1974). Какое значение  $d18O$  у риодацитов и как оно согласуется с фракционной кристаллизацией ? Судя по рис. 5Б, обратный тренд в изотопных отношениях Nd и Sr для стратовулкана и щитового как раз согласуется с ассимиляцией, но никак не с чистым фракционированием.
11. При использовании программы КОМАГМАТ и PRIMACALC соискатель пользовался традиционным подходом подбора стартовых параметров. Для независимой оценки физико-химических параметров (P, T, кислородный буфер, концентрация  $H_2O$ ) полезным представляется оценить их с помощью методов минерально-расплавной термобарометрии, тем более что на ликвидусе исследованных вулканических пород есть и оливин и пироксен, а в основной массе имеется пара магнетит-ильменит (обр. ES-1838, Приложение 4), по которой можно оценить фугитивность кислорода и отношение  $FeO/Fe_2O_3$  в магме. Применялись ли независимые инструменты

расчета, описанные в (Albarede, 1992; Putirka, 2008; Lee et al., 2009; Herzberg, Asimow, 2008; Lindsley & Spencer, 1982) ?

12. В четвертом положении и разделе 5.7 развивается представление об образовании "астеносферных окон" при латеральном скольжении океанической плиты. Насколько нам известно из литературы (напр. Константиновская, 2003; ) после аккреции Кронцовкой дуги к Камчатке, продолжается субдукция Тихоокеанской плиты под Камчатку и около 5 млн лет назад формируется Восточно-Камчатский вулканический пояс. Реконструкция обстановки скольжения на этот интервал времени нам представляется спорной.

Высказанные замечания не отвергают возможность присуждения соискателю искомой степени, а лишь подчеркивают мой интерес к исследованию автора, рекомендации, надеюсь, будут полезны в дальнейших работах. Автореферат соответствует содержанию диссертации. Рецензируемая работа отвечает всем требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям по специальности 25.00.04 (петрология, вулканология). Соискатель – М.Ю. Давыдова, обнаружила достаточный профессионализм в области геохимии и петрологии и заслуживает присвоения ей искомой степени кандидата геолого-минералогических работ.

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

Зав. лаборатории петрологии и изотопной геохронологии СВКНИИ ДВО РАН,  
зам. директора по науке, д.г.-м. н.



Акинин В.В.

Подпись В.В.Акинина удостоверяю.  
Зав. Отделом кадров СВКНИИ ДВО РАН

А.Н.Репкина

