



# UNIVERSITY OF MARYLAND

DEPARTMENT OF GEOLOGY

College Park, MD 20742, USA

## ОТЗЫВ

На автореферат диссертации Асафова Евгения Владимировича

"Условия образования и кристаллизации коматиитов"

представленной на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук  
по специальности 25.00.09 - Геохимия, геохимические методы поиска полезных  
ископаемых

Работа Е.В. Асафова представляет собой важный вклад в дальнейшее изучение проблемы происхождения коматиитовых магм. Коматииты - относительно редкие (их содержание в разрезах архейских зеленокаменных поясов не превышает 10-15%) высокомагнезиальные (содержание MgO достигает 32 вес. % в первичном расплаве) вулканические породы, которые являются, наряду с гораздо менее информативными архейскими базальтами, уникальным источником информации об истории аккреции планеты, составе и скорости гомогенизации строительных блоков, участвовавших в ее формировании, а также эволюции состава и термального режима мантии Земли, особенно ее глубинных горизонтов. Кроме того, с коматиитовым магматизмом связаны крупные месторождения никеля, меди и элементов платиновой группы. В этом смысле, практическое и теоретическое значение работ, посвященных происхождению этих уникальных пород, трудно переоценить, что определяет высокую актуальность и данного исследования.

Архейский (т.е. более 2.5 млрд. лет) возраст большинства коматиитов определяет высокую степень измененности этих пород в результате вторичных процессов, включая полифазный метаморфизм, гидротермальные изменения и поверхностное выветривание. Эти процессы ведут к стиранию первичных химических и изотопных характеристик коматиитов, вплоть до полного их уничтожения, что может сделать эти породы

непригодными для вышеупомянутых исследований. В особенности это касается элементов, традиционно подвижных в ходе пост-магматических изменений, таких, как щелочи, вода, углекислота, сера, хлор, фтор, стронций, свинец, водород и ряд других. Концентрации этих элементов и их изотопный состав в первичных коматиитовых магмах и, соответственно, в их мантийных источниках, невозможно восстановить по валовым пробам пород. Требуется принципиально новый подход к изучению коматиитов, чтобы заставить их "заговорить" и "поделиться" информацией о содержании воды в мантии, балансе щелочей и летучих компонентов на ранних этапах развития планеты. И такой подход был найден в значительной степени благодаря работам академика А.В. Соболева и плеяде талантливых ученых, которые выросли в созданной им в России школе. Эта школа в настоящее время доминирует в данной области в мировой геологической науке, чем отечественная наука может по праву гордиться. Этот подход состоит в изучении включений первичного расплава в минералах, не подвергшихся вторичным изменениям и сохранивших информацию о происхождении породы-хозяина. К таким минералам относятся в первую очередь оливин и хромит. Колоссальный прогресс, наблюдающийся в исследованиях расплавных включений за последнее десятилетие связан с развитием высоко-технологичных методик точечного микроанализа с использованием ионного зонда и лазерной абляции в комплексе с индукционно-связанной плазменной масс-спектрометрией. Работа Е.В. Асафова является закономерным и достойным продолжением целой серии работ группы А.В. Соболева по данной проблеме.

В работе детально изучены расплавные включения из оливинов трех крупнейших мировых коматиитовых систем: Велтевреден (возраст 3.26 млрд. лет), Абитиби в двух типовых разрезах - Пайк Хилл и Алексо (возраст 2.72 млрд. лет) и Белингве (возраст 2.69 млрд. лет), охватывающих, таким образом, отрезок времени в 570 млн. лет в истории планеты. Научная новизна работы, которая не подлежит сомнению, состоит, в первую очередь, в определении концентраций летучих компонентов (вода, фтор, хлор, сера, углекислота) в первичных магмах изученных коматиитовых систем и реконструкции содержаний этих компонентов в мантийных источниках данных коматиитовых систем. Это позволило сделать важный вывод об относительной обогащенности архейской мантии летучими компонентами по сравнению с источниками базальтов современных срединно-океанических хребтов и океанических островов и предложить модель для объяснения этой

обогащенности, согласно которой мантийные термальные струи, или плюмы, дававшие начало коматиитовым магмам, взаимодействовали с породами переходной зоны мантии, обогащенными летучими компонентами.

Не менее важным является определение изотопного состава водорода в расплавных включениях из коматиитов. Полученные данные по изотопии водорода дали возможность исключить контаминацию коматиитовых магм гидратированной океанической корой как возможный источник летучих компонентов в изученных коматиитах и позволили выдвинуть гипотезу о глубинном происхождении этих летучих компонентов.

Весьма интересным и важным, хотя и не принципиально новым, является определение магнизиальности первичных расплавов и реконструкция физико-химических условий формирования изученных коматиитовых систем, таких, как фугитивность кислорода, степень плавления, температуры и глубины формирования и кристаллизации магм. Хотя эти параметры были уже определены для данных коматиитовых систем на основе исследования химического и изотопного состава валовых проб пород и ликвидусного оливина (например, Robin-Popieul et al., 2012a,b; Puchtel et al., 2009; Connolly et al., 2011; Puchtel et al., 2013, Nicklas et al., 2018), данное исследование позволило уточнить и существенно дополнить полученные ранее результаты. Было бы полезно, если бы автор провел сравнение своих данных с данными, полученными предыдущими исследователями с применением независимых методик.

В качестве другого замечания хотелось бы отметить использование устаревших данных по содержаниям редких элементов (Sc, Y, V) в валовых пробах исследованных коматиитовых систем из опубликованных работ 30 летней давности, для геотермометрических и геобарометрических расчетов и определения фугитивности кислорода. Гораздо более точные данные, полученные для данных коматиитовых систем с применением новейшего оборудования и методик, содержатся в работе Nicklas et al. (2018). Я надеюсь, что при публикации своих результатов автор учтет это замечание.

Различные аспекты данной работы были представлены на ряде международных и отечественных профессиональных конференций и симпозиумов, а также опубликованы в рецензируемых журналах с высокими импакт-факторами. Я лично присутствовал на последней презентации автора, сделанной на конференции Американского

Геофизического Общества (AGU) в Вашингтоне в декабре 2018 года и был весьма впечатлен высоким уровнем его профессионализма и знания предмета.

В заключение, данная работа представляет собой выполненное на высоком техническом и теоретическом уровне исследование актуальной проблемы современной геологической науки. Защищаемые положения четко сформулированы и детально обоснованы полученным автором уникальным аналитическим материалом. Работа апробирована на отечественном и международном уровне и заслужила высокие оценки экспертов в этой области знания. Автор работы несомненно заслуживает присуждения ученой степени кандидата геолого-минералогических наук.

**Пухтель Игорь Станиславович**

Doctor of Philosophy (PhD)

Research Scientist (equivalent of Full Professor)

Department of Geology, University of Maryland

8000 Regents Drive, College Park, MD 20742, USA

email: [ipuchtel@umd.edu](mailto:ipuchtel@umd.edu)

<http://www.geol.umd.edu/directory.php?id=25>

Phone: +1-301-405-4054 (office)

+1-301-706-4816 (cell)

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



30 января 2019 г.