

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Дугушкиной Ксении Анатольевны «Включения и ксенолиты в обыкновенных и углистых хондритах», представленной на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.4. – Минералогия, кристаллография. Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых

Диссертационная работа К.А. Дугушкиной посвящена минералогии и выяснению последовательности и характера процессов формирования минерального вещества включений и ксенолитов в обыкновенных и углистых хондритах, а также изучению структурных, минералогических и химических особенностей хондритов, представленных различного рода аккреционными брекчиями.

В результате исследований получены следующие новые данные: методом EBSD изучены богатые форстеритом включения в некоторых углистых и обыкновенных хондритах; установлено, что клиноэнстатитовая кайма в таких включениях имеет реакционную природу и, возможно, сформировалась в результате взаимодействия с небулярным веществом в протопланетном диске; впервые изучен уникальный ксенолит в метеорите Челябинск, сложенный исключительно колосниковыми оливиновыми) хондрами и их фрагментами; уточнена классификация метеорита Северный Колчим как НЗ.4, в нем изучены класт, сложенный хондритом НЗ.9, богатые форстеритом включения, Al-обогащенные хондры и богатые SiO₂ компоненты. В целом, работа выполнена на очень хорошем уровне. Однако у рецензента есть несколько критических замечаний и вопросов.

Обратимся к первому защищаемому положению - *Образование клиноэнстатитовой каймы в богатых форстеритом включениях в хондритах происходило за счет замещения форстерита по периметру в результате реакционного взаимодействия с небулярным веществом.*

Автор утверждает, что клиноэнстатитовая кайма сформировалась в результате замещения форстерита клиноэнстатитом в результате реакционного взаимодействия с внешней средой, при этом нигде не указывается какого состава должна быть эта среда, чтобы образовался низкокальциевый Mg-пироксен (по-видимому, обогащена SiO₂ ?). Следует отметить, что простой вариант, когда кристаллизация низкокальциевого пироксена происходила за счет пространственного и температурного перераспределения вещества в пределах самого обособления (хондры) и без реакционного взаимодействия с внешней средой, даже не рассматривается.

В результате EBSD исследований автор выявила, что «пироксеновая кайма в этих включениях сложена преимущественно клиноэнстатитом. В кайме одного из включений установлено небольшое количество (менее 10%) ромбического энстатита, который, по всей видимости, псевдоморфно замещает клиноэнстатит». К сожалению, в автореферате нигде не описана методика различения клиноэнстатита и ортоэнстатита по EBSD данным. А вариант сосуществования двух модификаций энстатита все-таки следовало бы привести в автореферате. И в каком метеорите это выявлено? Какие другие методы еще использовались для идентификации двух модификаций такого пироксена?

Честно говоря, не совсем понимаю, зачем нужно было выделять «богатые форстеритом включения» в особую группу. Ведь по петрографическому описанию и составу оливина они очень похожи на порфиновые хондры в метеоритах НЗ-L3-LL3. В них также наблюдается резкий контраст по составу оливина от центра к краю. При этом возникает вопрос, как состав форстерита в изученных включениях (обособлениях) соотносится с составом оливина из обыкновенных хондритов недавно выделенной группы G?

Теперь обратимся ко второму защищаемому положению - *Необычный по строению ксенолит в метеорите Челябинск образовался в результате аккреции твердых и частично*

раскристаллизованных хондр в области формирования колосниковых оливинных хондр (ВО) и может рассматриваться как макрохондра.

В целом, я не заметил особой проблематики в этом защищаемом положении. Да, выявлено очень крупное обособление, которое почему-то особо классифицируют как ксенолит, ну и что. Я сам видел очень крупные хондры (размером более 2 см) и их скопления в одном из фрагментов метеорита Челябинск, но по строению и составу они мало чем отличаются от других хондр этого метеорита. Автор в итоге констатирует точно такой же результат. Но при этом следует признать, что это образование (ксенолит) достаточно хорошо изучено различными методами. Опять-таки идут рассуждения об энстатитовой кайме, которая, увы, плохо выражена.

В тексте есть неточности, иногда значительные. На Рисунке 2в зерна металла (или троилита), яркие на BSE фотографии, указаны как хлорапатит. И следовательно, текст «Ксенолит содержит многочисленные зерна апатита, расположенные в интерстициях между зернами оливина как внутри хондр, так и в пространстве между хондрами (Рис. 2, а,в)» немного не соответствует действительности. Теперь про хромит – «Местами в оливине наблюдаются структуры распада с ламелями хромита (Рис. 2, г).Такой же состав имеет хромит, находящийся в виде редких зерен в матрице вмещающего хондрита». К сожалению, я не увидел структур распада в оливине, а вот вторичные цепочки зерен хромита, залечивающие трещинки в оливине, хорошо видны. И таким образом, все рассуждения по поводу распада оливин-хромит, увы, некорректны.

Третье защищаемое положение - *Метеорит Северный Колчим относится к классу НЗ.4, содержит класт хондрита НЗ.9 и может быть дополнительно классифицирован как геномиктовая брекчия.*

В представленном материале для метеорита Северный Колчим опять-таки описываются «богатые форстеритом включения обломочной формы с содержанием FeO 0.5-1.0 мас.%, по краям зерен, возрастающим до 5-9 мас.%, а также родительские хондры богатых форстеритом включений (Прил. 1, Рис. 2, а-в)». Рассмотрение рисунков выявляет, что и здесь порфиновые хондры рассматриваются как «включения, богатые форстеритом».

Несмотря на высказанные замечания классификационного и описательного характера, диссертационная работа К.А. Дугушкиной выглядит достаточно цельным произведением с большим количеством аналитического материала и выполнена на высоком квалификационном уровне

В целом, представленная работа К.А. Дугушкиной соответствует требованиям Положения о присуждении ученых степеней в МГУ имени М.В.Ломоносова, предъявляемым к работам на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук. Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 1.6.4. – Минералогия, кристаллография. Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых, а ее автор, Дугушкина Ксения Анатольевна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата геолого-минералогических наук.

Шарыгин Виктор Викторович
д.г.-м.н., с.н.с., лаборатория термобарогеохимии,
Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН,
630090, г. Новосибирск, проспект академика Коптюга, д. 3,
sharygin@igm.nsc.ru, +7 (383) 373-05-26 (доб. 568)

Я, Шарыгин Виктор Викторович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой [redacted], и их дальнейшую обработку.

6 марта 2023 г.