

Отзыв

официального оппонента на диссертационную работу Ивановой Марины Александровны «Первое твердое вещество, образованное в Солнечной системе», представленную на соискание ученой степени доктора геолого-минералогических наук по специальности 25.00.09 — Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых.

Диссертационная работа Ивановой Марины Александровны посвящена выявлению и детальному изучению первичного каменного материала в метеоритах углистых хондритов различных типов в Солнечной системе.

Диссертационная работа содержит 250 страниц основного текста и 333 наименования цитируемой литературы и 85 рисунков.

Помимо изучения метеоритного вещества, выполнен комплекс экспериментальных исследований и самых современных методов анализа. Выбранное направление является безусловно актуальным и требующим большого количества выбранного первичного материала и привлечения современных методов исследования этого вещества. Учитывая сложность поставленной задачи, можно считать, с этой задачей диссертант вполне справился. Детально описаны по современным литературным данным составы различных типов тугоплавких включений (Глава 1).

Диссертантом детально описаны типы тугоплавких включений в современной интерпретации и проблемы, связанные с их изучением. Изучены химические составы минералов переменного состава геленит – аккерманитового ряда и других, а также валовый химический состав Cals включений. Приведены собственные и литературные данные по распределению редкоземельных элементов с характерным иттербиевым минимумом.

Особо интересными представляются данные по изотопному составу кислорода в одноименных силикатных фазах в различных типах включений. Выделены два резервуара - с низким и высоким содержанием изотопа ^{16}O .

Сделана попытка объяснения преобразования первичны расплавов шаровидной формы в условиях низкой плотности окружающей среды

Из 25 основных публикаций, приведенных автором в автореферате, 6 относится к периоду 2019 – 2022 годов, что свидетельствует о высокой научной активности соискателя.

Вопрос происхождения высокотемпературных CAIs настолько сложен, что существующие модели приводят к диаметрально противоположным выводам о происхождении одних и тех же включений. Так, например, в недавней статье R.Sack American Journal of SCIENCE, VOL 322, JANUARY, 2022 проведена аналогия преобразований шпинелей в Cals и блеклых рудах, включая образование характерных каемок (оболочки Вак-Ловеринга) вокруг включений. Среди рецензентов этой работы был А. Крот. Это убедительно показывает разнообразность подходов, связанную со сложностью решаемой задачи.

Замечания

Как упоминалось выше, основных минералов CAIs- включений CM, CO и CV3 хондритов всего четыре – это шпинель, мелилит, пироксен и анортит, важен также и перовскит. В ассоциации Ca,Al- включений CH-CV-хондритов основными минералами помимо вышеназванных могут быть алюминаты кальция, наиболее тугоплавкие минералы, такие как гибонит и гроссит. К сожалению, в диссертации отсутствуют данные рентгеновского (РФА), которые были бы весьма полезными для будущих исследований.

В разделе 2.2. «Определение структуры неизвестного кальциевого алюмината *in situ*» и далее в диссертационной работе не приводятся вообще никаких данных о этой фазе.

В разделе 2.3. «Определение изотопного состава кислорода» достаточно подробно описана методика, но не приведены результаты. Результаты приведены «на большом расстоянии» ниже, что создает неудобства при чтении.

При рассмотрении процессов высокотемпературного испарения составов, автором детально рассматривается методика проведения экспериментов по подготовке исходных составов CAIs методом плавления на платиновой петле (стр. 222) при общем давлении при 1900 C $\sim 10^{-9}$ бар, которое представляется слишком низким.

На стр. 221 основное уравнение термодинамики содержит ссылку на расчетную программу SOLGAS (Eriksson, 1971). Построение предложения приводит к мысли, что основное уравнение термодинамики и минимум свободной энергии в условиях термодинамического равновесия принадлежат Гуннару Эрикссону. Ничего подобного в работе Eriksson (1971), естественно, не содержится.

Автором обнаружены дисковидные и чашеобразные вулканические CAIs сантиметрового размера в CV (тип Вигарано) углистых хондритах. Магматические CAIs такой формы не ожидаются для кристаллизации капель расплава в поле низкой гравитации протопланетного диска. Однако представленная динамическая модель их образования представляется малообоснованной. Ее решение требует серьезных аэродинамических расчетов, которые в диссертации и соответствующей статье отсутствуют.

Тройные диаграммы трендов изменения составов расплавов в результате испарения CAIs при постоянной температуре, приводящих к образованию расплавов с различными отношениями $\text{CaO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ не отвечают требованиям к их построению. Показанные тренды являются просто произвольными рисунками.

Приведенные оппонентом замечания носят рекомендательный характер и не влияют на высокое качество диссертационной работы Ивановой Марины Александровны в целом.

Диссертационная работа «Первое твердое вещество, образованное в Солнечной системе» соответствует требованиям положения о присуждении ученых степеней ВАК при Минобрнауки РФ, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации N2842 от 24 сентября 2013 г., а ее автор Иванова Марина Александровна, заслуживает присуждения ученой степени доктора геолого-минералогических наук по специальности 25.00.09 — Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых.

Осадчий Евгений Григорьевич, доктор химических наук, главный научный сотрудник Лаборатории электрохимии, термодинамики и физики минералов Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института экспериментальной минералогии им. Д.С. Коржинского РАН.

142432 Российская Федерация, Московская область, г. Черноголовка, ул. Академика Осипьяна, 4.

euo@iem.ac.ru;

+7(916)275-97-45

Подпись Олега ЗАВЕРЯЮ
Зав. канцелярией ИЭМ РАН
Е. Л. Тихомирова Е. Л. ТИХОМИРОВА

