

ВНЕЗЕМНОЙ ХРОМИТ В ОРДОВИКСКИХ ИЗВЕСТНЯКАХ СЕВЕРО-ЗАПАДА РОССИИ

Корочанцев А.В., Лоренц К.А., Иванова М.А., Кононкова Н.Н.,
Садиленко Д.А., Корочанцева Е.В. и Абдрахимов А.М. (ГЕОХИ РАН)
rio-today@mail.ru

Ключевые слова: *ископаемый метеорит, L-хондрит, хромит, Ордовикский период, поток метеоритов*

Введение. Более 40 ископаемых L-хондритов было найдено в среднеордовикских известняках карьера Kinnekulle в южной Швеции [1, 2]. Эти находки были интерпретированы как результат резкого увеличения потока метеоритов на Землю, вызванного катастрофическим разрушением астероидных тел. Действительно, изучение некоторых современных L-хондритов методом высокоточного ^{40}Ar - ^{39}Ar датирования показало, что их родительские тела испытали крупное ударное событие около 470 ± 6 млн. лет назад [3]. Этот факт хорошо согласуется с возрастом метеоритного дождя ($467,3 \pm 1,6$ млн. лет), выпавшего в эпоху среднего ордовика [4], и позволяет охарактеризовать ископаемые метеориты как фрагменты астероида, выпавшие на Землю вскоре после его разрушения. С другой стороны, ископаемые метеориты карьера Kinnekulle могли быть лишь частями одного локального метеоритного дождя. Однако, дальнейшие поиски шведских ученых показали, что на площади превышающей 250000 км² породы, которые одновозрастны известнякам, содержащим ископаемые метеориты, аномально обогащены зернами внеземного хромита, чей средний состав соответствует составу хромита в L-хондритах [5]. Это послужило еще одним доводом в пользу предположения о многократном увеличении потока метеоритов на Землю в среднем ордовике. Если это так, то ордовикские отложения в разных районах Земли должны иметь повышенное содержание космогенного материала в сходных по возрасту горизонтах. Чтобы прояснить этот вопрос, мы исследовали разрез ордовикских пород на северо-западе России.

Результаты. В Швеции ископаемые метеориты и космогенный хромит обнаружены в породах, выделяемых в разрезе по конодонтам *Lenodus Variabilis* и трилобитам *Asaphus expansus*. В четырех разрезах центральной и восточной частей Балтийско-Ладожского глинта России были отобраны образцы пород, одновозрастные шведским отложениям, содержащим ископаемые метеориты. Эти образцы представляли собой известняки массой в несколько килограмм каждый, которые затем были растворены в холодной соляной кислоте. Остаток от растворения, содержащий большое количество глинистого материала и гидроокислов железа, затем был подвергнут осторожному растиранию и отмучиванию. Финальный остаток был получен только для двух проб из разреза вблизи устья реки Лынна.

Первая проба (6,5 кг) представляла слой, носящий местное название Лыннская свита. Этот интервал содержит конодонты *Lenodus Variabilis* и трилобиты *A. expansus*. Образец был отобран на 40 см ниже кровли этого слоя. Второй образец (4,02 кг) был взят непосредственно на границе трилобитовых зон *A. expansus/A. «raniceps»-A. Striatus*. Этот участок разреза отвечает границе Лыннской-Силлаоруской свит. Методом электромагнитной сепарации из нерастворимого остатка этих проб была выделена слабомагнитная фракция, из которой затем были отобраны похожие на хромит зерна. Они были зафиксированы в эпоксидной смоле и отполированы. Наконец, методом электронно-зондового микроанализа в образцах были идентифицированы зерна хромита. В нижней пробе было идентифицировано 4 зерна хромита, а в верхней 19. Размер этих зерен варьировал от 20 до 100 мкм. Для сравнения мы также проанализировали хромит двух обыкновенных L хондритов - Царева (L5) и Sayh al Uhaymir 001 (SaU001) (L5).

В первом, стратиграфически нижнем образце средний состав хромитовых зерен (вес.%: Al_2O_3 - 5,0, TiO_2 - 2,7, FeO - 26,1, MgO - 3,4, с отношением $\text{Cr}/(\text{Cr}+\text{Al})=88,5$) соответствует составу хромита ископаемых метеоритов, найденных в Швеции, и других L-хондритов. В частности он очень близок к химическому составу хромита метеорита Царев. При этом стоит отметить, что два зерна хромита из этой пробы были сильно обогащены Ni (до 0.5 мас.%). Состав хромитов верхнего образца (вес.%: Al_2O_3 - 5,3, TiO_2 - 2,9, FeO - 26,5, MgO - 1,9; $\text{Cr}/(\text{Cr}+\text{Al})=88$) также в среднем похож на состав хромитов как ископаемых, так и современных хондритов, на-

пример, метеорита SaU001. Только два зерна из верхней пробы отличаются от остальных зерен своим составом (вес. %: Al_2O_3 - 22,9, TiO_2 - 0,6, MgO - 8,4; $\text{Cr}/(\text{Cr}+\text{Al})=51$).

Для оценки латерального переноса терригенного материала в палеобассейне был проведен рентгено-флуоресцентный анализ исходных известняков. Значения Al_2O_3 и SiO_2 , отражающие содержание глины в образце, падали вверх по разрезу более чем в 1,5 раза.

Обсуждение. Состав земных хромитов по основным элементам (Mg, Fe, Cr) варьирует в очень широком диапазоне [6], так что в него попадают и составы хромита хондритов (H, L и LL групп). Поэтому на основании основных элементов, составляющих хромиты ордовикских пород, нельзя сделать вывод об их генезисе. Однако, если мы допустим, что хромиты, рассеянные в осадочных породах, имеют земное происхождение, то столкнемся с необъяснимым фактом: горные породы Балтийского щита очень разнообразны, их разрушение должно было приводить к большому различию в составе зерен хромита в осадке, мы же этого не наблюдаем. Составы наших хромитов находятся в очень узком интервале. Только два зерна в нашем верхнем образце резко отличаются от других зерен (высокое значение Al_2O_3) и могут быть земными хромитами, поскольку состав земных хромитов широко варьирует по содержанию Al_2O_3 , в отличие от хромитов обыкновенных хондритов [7, 8]. Более того, содержание терригенного материала (глины) показало обратную корреляцию к количеству зерен хромита в породе: вверх по разрезу их содержание возрастает почти в пять раз (от 0,6 до 2,9 шт./кг), а содержание глины падает в 1,5 раза. Кроме того, небольшое количество терригенного материала и маленький размер его зерна (представлен главным образом глиной) предполагает, что эоловый и гидродинамический факторы не играли существенной роли в отложении хромита вдоль палеобассейна. Это позволяет с большой долей вероятности предположить, что наблюдаемые нами хромитовые зерна неземные. Стоит заметить, что обогащение пород зернами хромита в районе р. Лынна имеет обратную картину по сравнению с той, что наблюдается на шведских разрезах, где количество зерен падает вверх по разрезу. Впрочем, это расхождение может быть объяснено недостатком статистических данных.

Состав микроэлементов хромитов из обоих наших образцов резко отличается по содержанию TiO_2 , MnO и V_2O_5 от земных хромитов (рис. 1 а, б) и очень похож по микроэлементам на хромит ордовикских метеоритов и других обыкновенных хондритов [7, 8]. Поэтому мы предполагаем, что хромитовые зерна, выделенные из ордовикских известняков с реки Лынна, являются внеземными. Несколько удивляет необычность состава двух зерен хромита, обогащенных NiO , из нижнего образца. Хромиты со сходным высоким содержанием Ni описывались как новообразованные при крупных ударных событиях на Земле [9]. С другой стороны, привнос небольшого количества такого материала в ордовикский осадок не может быть исключен, поскольку в метеоритном потоке могли присутствовать тела крупного размера, столкновение которых с Землей приводило к образованию взрывных кратеров.

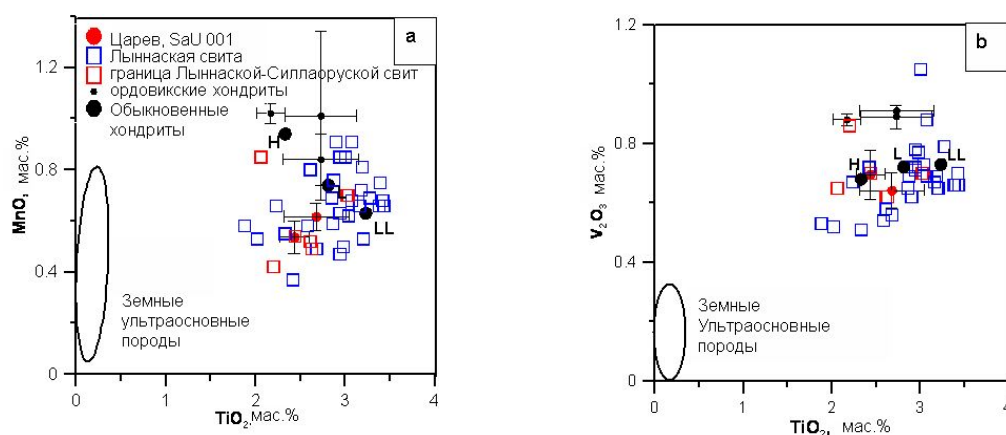


Рис.1 а, б. Сравнение содержания микроэлементов в хромитах, извлеченных из ордовикских пород России, с их содержанием в хромитах метеоритов Царев и SAU 001, в шведских палеометеоритах и хондритах H, L, LL групп [7, 8]

Выводы. Главным результатом нашего исследования является обнаружение высокого содержания зерен внеземного хромита в ордовикских отложениях России одновозрастных шведским известнякам, содержащим ископаемые метеориты и зерна внеземного хромита. Учитывая, что разрезы Швеции и России разделены несколькими сотнями километров (~700 км), а косми-

ческий хромит в их породах имеет близкий состав и приурочен к узкому стратиграфическому интервалу, то можно предположить, что их источники сходны. Это весомый аргумент в пользу того, что обнаруженные в Швеции ископаемые L-хондриты не были лишь локальным метеоритным дождем, выпавшим в ордовикское время, а являются частью более глобального явления. В связи с этим следует отметить и то, что значительное возрастание скорости образования ударных кратеров в ордовикское время также может быть связано с разрушением L-хондритового астероида [2, 3]. Мы надеемся, что в дальнейшем нам удастся более детально исследовать изменения в метеоритном потоке в течение средней эпохи ордовикского периода, а поиски следов космического материала в ордовикских отложениях в других регионах позволят определить масштабы поступления внеземного вещества в то время.

Литература

1. Nystrom J. et al. // Nature. 1988. 336. P. 2-574.
2. Schmitz B. et al. // Earth Planet Sci. Letter. 2001. 194. P. 1-15.
3. Korochantseva E. et al. // Meteoritics & Planet. Sci. 2007. 42. P. 113-130.
4. Gradstein et al., eds. A Geologic Time Scale // Cambridge University Press. 2004. 589p.
5. Bridges J. et al. // Meteoritics & Planet. Sci. 2007. 42. P. 1781-1789.
6. Barnes, Roeder. // Journal of petrology. 2001. 42. P. 2279-2302.
7. Schmitz B., Haggstrom T. // Meteoritics & Planet. Sci. 2006. 41. P. 455-466.
8. Bunch T. et al. // Geochim. Cosmochim. Acta. 1967. 31. P. 1569-1582.
9. Robin E. et al. // Catastrophic Events Conference. 2001. Abstract #3119.

Вестник Отделения наук о Земле РАН - №1(27) 2009

Информационный бюллетень Ежегодного семинара по экспериментальной минералогии, петрологии и геохимии 2009 года (ЕСЭМПГ-2009)

URL: http://www.scgis.ru/russian/cp1251/h_dgggms/1-2009/informbul-1_2009/planet-15.pdf

Опубликовано 1 сентября 2009 г.

© *Вестник Отделения наук о Земле РАН, 1997 (год основания), 2009*

При полном или частичном использовании материалов публикаций журнала, ссылка на «Вестник Отделения наук о Земле РАН» обязательна