

Химическая космология

Методы изучения состава метеоритного вещества

Лаптенкова А.В.¹, Хорошилова О.В.², Горбунов И.С.³

¹ Кафедра общей и неорганической химии

² Кафедра органической химии

³ Кафедра аналитической химии

Метеоритами называют твердые объекты космического происхождения, упавшие на поверхность Земли из межпланетного пространства. Состав метеорита определяется, с одной стороны, материалом его предшественника (астероида, кометы или планеты), с другой - изменением минералогии во время полета под действием температуры, давления, а также химических реакций с веществами в местах падения. Так, при вхождении метеорного тела в плотные слои атмосферы, его поверхность сильно разогревается, а поток встречного воздуха сдувает крупные капли расплавленного вещества, что приводит к образованию стекловидной плёнки на поверхности метеорита после его остывания. Таким образом, фрагменты оригинальных тел оказываются в "стеклянной ловушке", и могут быть исследованы [1].

Изучение метеоритов имеет решающее значение для исследования Солнечной системы - это позволяет получить информацию не только о составе небесных тел, признаках наличия воды вне Земли, но и может помочь в понимании происхождения нашей планеты. Новые метеоритные минералы, которые нельзя получить в земных условиях, могут быть использованы, например, в качестве сверхпроводников.

В докладе будут рассмотрены особенности изучения состава метеоритов методами масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой (ICP-MS) [2] и рентгеновской дифракции (XRD) [3], а также представлены новые неразрушающие методы исследования, такие как:

- протон-индуцированное рентгеновское излучение (PIXE) [4];
- масс-спектрометрия вторичных ионов (SIMS) [5];
- электрон сканирующая электронная микроскопия с энергодисперсионным рентгеновским анализом (ESEM - EDX) [6].

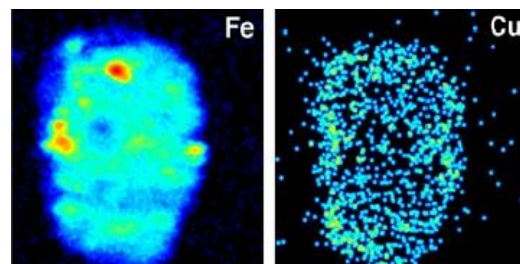


Рис.1. Пример протонных карт PIXE, отражающих распределение Fe и Cu в метеоритных стёклах из кратера Дарвина.

1. J. Aramendia, L. Gomez-Nubla, K. Castro, S. Vallejuelo, G. Arana, M. Maguregui, V.G. Baonza, J. Medina, F. Rull, J.M. Madariaga, Overview of the techniques used for the study of non-terrestrial bodies: Proposition of novel non-destructive methodology, Trends Anal. Chem., 98 (2018) 36 – 46; IF 8.442
2. X. Duan, M. Regelous, Rapid determination of 26 elements in iron meteorites using matrix removal and membrane desolvating quadrupole ICP-MS, J. Anal. At. Spectrom., 29 (2014) 2379 – 2387; IF 3.379
3. U. Chandra, G. Parthasarathy, N. Shekar, P. Sahu, X-ray diffraction, Mossbauer spectroscopic and electrical resistivity studies on Lohawat meteorite under high-pressure up to 9 GPa, Chemie der Erde, 73 (2013) 197 – 203; IF 1.380
4. M. Noun, M. Roumie, T. Calligaro, B. Nsouli, R. Brunetto, D. Baklouti, L. d'Hendecourt, S. Della-Negra, On the characterization of the "Paris" meteorite using PIXE, RBS and micro-PIXE, Nucl. Instrum. Meth. Phys. Res. B, 306 (2013) 261 – 264; IF 1.109
5. S. Hu, Y. Lin, J. Zhang, J. Hao, L. Feng, L. Xu, W. Yang, J. Yang, NanoSIMS analyses of apatite and melt inclusions in the GRV 020090 Martian meteorite: Hydrogen isotope evidence for recent past underground hydrothermal activity on Mars, Geochim. Cosmochim. Acta., 140 (2014) 321 – 333; IF 4.609
6. J. Garcia-Guinea, L. Tormo, A. Ordonez, O. Garcia-Moreno, Non-destructive analyses on a meteorite fragment that fell in the Madrid city centre in 1896, Talanta, 114 (2013) 152 – 159; IF 4.162