

# ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ЧАСТИЦ В ФУЛЬГУРИТЕ "КОЛЫМСКИЙ"

Сапегин В.Э.<sup>1\*</sup>, Ларионов М.Ю.<sup>1</sup>, Минюк П.С.<sup>2</sup>

<sup>1)</sup> Уральский федеральный университет имени первого Президента России  
Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

<sup>2)</sup> Северо-Восточный комплексный научно-исследовательский институт  
ДВО РАН, г. Магадан, Россия

\*E-mail: [Vitalland\\_811@mail.ru](mailto:Vitalland_811@mail.ru)

## THE STUDY OF METAL PARTICLES IN FULGURITE "KOLYMSKIY"

Sapegin V.E.<sup>1</sup>, Larionov M.Yu.<sup>1</sup>, Minyuk P.S.<sup>2</sup>

<sup>1)</sup> Ural Federal University, Ekaterinburg, Russia

<sup>2)</sup> North-East Interdisciplinary Science Research Institute FEB RAS, Magadan, Russia

Annotation. Spherical metal particles (size of 1-3 mm) were found inside fulgurites "Kolymskiy". Results of the study of metal particles using optical and electron microscopy with EDS deny extraterrestrial nature of the iron-containing phases.

В 1984 г. при разработке россыпных месторождений реки Дегдекан (верховья р. Колымы) был обнаружен фульгурит (спекшийся грунт в результате удара молнии) размером свыше 3 м [1]. Внутри фульгурита были обнаружены металлические частицы размером 1-3 мм, имеющие сферическую форму. Первые исследования показали наличие редких железосодержащих минералов: альфа-железо, фосфид железа, сульфид железа, более характерных для вещества внеземного происхождения (метеоритов) [2].

Для исследования внутренней структуры на оптическом микроскопе Axiovert 40MAT и электронном микроскопе ZEISS CrossBeam AURIGA три металлические частицы были помещены в форму и залиты эпоксидной смолой, после затвердения смолы был подготовлен шлиф по стандартной методике приготовления металлографических образцов. Поверхность шлифа подвергалась травлению 3% раствором азотной кислоты в спирте (нитал).

На полученных с помощью оптического микроскопа изображениях частиц хорошо видны округлые зерна альфа-железа в окружении фосфидной эвтектики. Зерна сульфидов располагаются по периметру частиц и в виде отдельных включений в фосфидной эвтектике. Внутри зерен альфа-железа удалось обнаружить ограненные кристаллы фосфидов железа, по морфологии аналогичные кристаллам рабдита в метеоритном камасите [3]. Локальный химический состав фаз полученный на электронном микроскопе с приставкой EDS показал следующие соотношения (вес.%): альфа-железо (среднее по 6 точкам) – 97,9% Fe, 2,1% P; фосфид в эвтектике (среднее по 5 точкам) – 82,8% Fe, 17,2% P; ограненные кристаллы фосфидов в зернах альфа-железа (среднее по 5 точкам) – 83,3% Fe, 16,7% P; сульфид железа (1 точка) – 62,2% Fe, 37,8% S. Кроме того,

удалось обнаружить отдельное зерно размером 2 мкм содержащее олово и свинец, состав (вес.%): 11% Fe, 45% Sn, 37% Pb, остальное кислород.

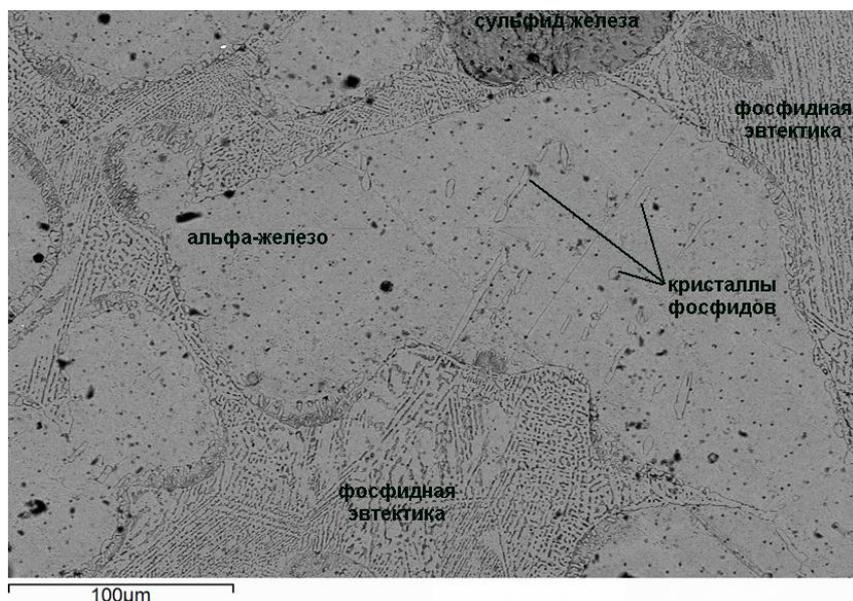


Рис. 1. Микрофотография структуры внутренней области металлической частицы из фульгурита "Колымский", полученная на электронном микроскопе ZEISS CrossBeam AURIGA

В данной работе впервые в металлических частицах фульгурита были обнаружены ограниченные кристаллы фосфидов в зернах альфа-железа (рис. 1). В метеоритах в составе железосодержащих фаз в достаточных количествах присутствует никель, который здесь не был обнаружен, поэтому результаты локального химического анализа подтверждают земную природу металлических частиц. Химический состав фосфидов и сульфидов соответствует стехиометрическим формулам  $Fe_3P$  и  $FeS$ . Природа образования металлических сфер в фульгурите в результате редкого и малоизученного явления "удар молнии" остается дискуссионной, и требует дополнительного изучения. В дальнейшем планируется продолжить исследования металлических частиц из фульгурита "Колымский" методами рентгеновской дифрактометрии и мессбауэровской спектроскопии.

1. Павлов Г.Ф. и др., Природа, 12, 42-43, (1986).
2. П.С. Минюк и др., Палеомагнетизм и магнетизм горных пород, сборник материалов школы-семинара, 156-162 (2013).
3. Larionov M. Yu et al., Meteoritics & Planetary Science, 40, A89 (2005).