

Космохимии проникают в глубины прошлого и в недоступные недра малых планет Солнечной системы

Учёные ГЕОХИ РАН совместно с российскими и американскими коллегами предложили новую модель образования редких железо-каменных метеоритов и показали, что они являются выпадающими на Землю обломками частично дифференцированного астероида¹. Изучение этих метеоритов даёт ученым возможность исследовать глубинное строение малых тел Солнечной системы и события, происходившие в ранней Солнечной системе, в том числе, и при образовании нашей планеты.

Изучен метеорит Караванное (Рис.1-2), найденный в России в 2010 году и принадлежащий к редкому и загадочному типу внеземного вещества - палласитам группы Eagle Station (ES), которая включает всего 5 из почти 70-ти тысяч известных на сегодняшний день метеоритов.



Рисунок 1. Метеорит Караванное: поверхность распила.

© www.meteoritics.ru



Рисунок 2. Палласит Караванное, внешний вид (слева) и поверхность распила (справа).

©Комитет по Метеоритам РАН

Палласиты состоят из металлического никелистого железа и красивого зеленого прозрачного минерала оливина (Рис. 1-2). Они образовались на заре истории Солнечной системы, около 4.5 млрд лет назад в так называемых малых телах – астероидах. Астероиды сформировались из пыли в окосолнечном протопланетном диске и были затем полностью или частично расплавлены за счет внутреннего тепла, выделяющегося при распаде радиоактивных изотопов алюминия и железа, унаследованных юной Солнечной системой от взорвавшейся поблизости сверхновой звезды. Расплавленный астероид дифференцировал, то есть, разделился на металлическое ядро и силикатную оболочку, из которой при остывании астероида кристаллизовалась оливиновая мантия значительной толщины. Таким же образом формировалось и внутреннее строение Земли и планет земной группы - Меркурия, Венеры и Марса.

Ученые определили химический состав металла и оливина в метеорите Караванное и на основе этих данных построили компьютерную модель кристаллизации металла ядра такого астероида при остывании, когда из расплава последовательно вырастают железные кристаллы с различным содержанием химических элементов-примесей. Полученные данные свидетельствуют что палласиты группы ES образовались в недрах астероида диаметром всего лишь 200 километров, первоначально состоявшего из примитивного

¹ Teplyakova S.N., Lorenz C.A., Ivanova M.A., Hymayun M., Kononkova N.N., Borisovsky S.E., Korochantsev A.V., Franchi I.A., Zinovieva N.G. (2022) Karavannoe: Mineralogy, trace element geochemistry, and origin of Eagle Station group pallasites, *Meteoritics & Planetary Science*, **57**(6), 1158-1173, <https://doi.org/10.1111/maps.13814>

вещества углистого хондрита типа CV. В то время когда мантия астероида окончательно затвердела, а ядро еще оставалось жидким, катастрофическое столкновение палласитового астероида с другим астероидом привело к образованию трещин в оливиновой мантии, которые заполнились выдавленным из ядра металлическим расплавом. Этот расплав смешивался с оливином мантии и медленно остывал, формируя палласиты. Эта гипотеза объясняет одно из загадочных свойств палласитов – универсальный химический состав оливина, сопровождаемый широкими вариациями состава металла. Последующее, более масштабное столкновение с еще одним астероидом привело к полному разрушению родительского астероида палласитов, обломки которого до сих пор иногда выпадают на Землю.