

Изучение железных и каменных метеоритов раскрыло механизм образования и эволюции астероидов, испытавших внутреннее плавление

Учёные Института геохимии и аналитической химии (ГЕОХИ) им. В. И. Вернадского РАН в кооперации американскими коллегами исследовали необычные железные метеориты, относящиеся к химической группе ПЕ (Рис. 1). Показано, что железные метеориты (ПЕ) и каменные метеориты (обыкновенные хондриты Н-группы) могли иметь одно и то же родительское тело – частично дифференцированный астероид, ядро которого стало источником железных метеоритов, а оболочка – Н-хондритов. Результаты опубликованы в журнале *Meteoritics and Planetary Sciences*¹.

Железные метеориты ПЕ – это редкие метеориты (на сегодняшний день во всём мире обнаружено всего 22 шт), три из которых были обнаружены на территории России. Они несут явные химические признаки образования при кристаллизации жидкого металлического ядра в недрах небольшой планеты.

Однако они состоят из весьма мелких кристаллов никелистого железа, что говорит о высокой скорости остывания металла, которая невозможна в горячем, медленно теряющем тепло ядре, окруженном толстой силикатной оболочкой. Кроме того, некоторые из этих метеоритов содержат включения типичного внеземного вещества - обыкновенных хондритов группы Н, детально исследованных нашими учеными ранее. Изотопное сходство молибдена и меди в метеоритах групп ПЕ и Н указало исследователям на то, что присутствие включений Н хондритов в металле ПЕ не случайно: эти два типа вещества могут происходить из одного родительского тела, которое исходно (до дифференциации) состояло из Н-хондритового вещества. Внутренняя часть планеты была расплавлена и разделилась на металлическое ядро и силикатную мантию, а внешняя оболочка оставалась холодной и имела состав Н-хондрита.

Эта гипотеза была блестяще подтверждена высокоточными химическими анализами пяти метеоритов ПЕ и компьютерной моделью, имитирующей распределение родственных железу химических элементов между растущими кристаллами железа и окружающим жидким Fe-Ni-S расплавом в медленно остывающем ядре. Затем юная планета возрастом всего лишь в пару миллионов лет, столкнулась с одной из тысяч планеток обращавшихся вокруг молодого Солнца и большая ее часть была разрушена, а металлическое ядро оказалось на поверхности, обращенной в открытый космос. Непрестанная бомбардировка металлической поверхности небольшими астероидами приводила к повторному плавлению металла в ударных кратерах, смешиванию расплава с хондритовыми обломками внешней коры и быстрому застыванию металла, что привело к образованию метеоритов ПЕ.

Этот сценарий полностью согласуется с результатами измерений различных параметров метеоритов ПЕ и, вероятно, мог иметь место и на других дифференцированных малых планетах железо-каменного состава, о чем нам поведают готовящиеся к путешествию в пояс астероидов автоматические космические аппараты.

¹ Teplyakova S.N., Humayun M., Lorenz C.A., Ivanova M.A. (2022) Geochemical evidence for the origin of the ПЕ parent body from H chondrite-like material, *Meteoritics & Planetary Sciences*, <https://doi.org/10.1111/maps.13898>



Рисунок 1. Железный метеорит Milles (IIЕ), фото А.Я. Скрипник (ГЕОХИ РАН).