

## **Формирование богатых металлом каменных астероидов – результат столкновения планетезималей (ранних протопланет)**

Учёные ГЕОХИ РАН, совместно с зарубежными коллегами из Великобритании и США изучили редкий каменный метеорит – углистый хондрит Sierra Gorda 013, богатый металлом. Метеорит был найден российским коллекционером в пустыне Атакама (Чили) в 2018 году и является фрагментом каменного астероида. Показано, что богатые металлом примитивные каменные астероиды сформировались в результате столкновения ранних протопланет<sup>1</sup>.

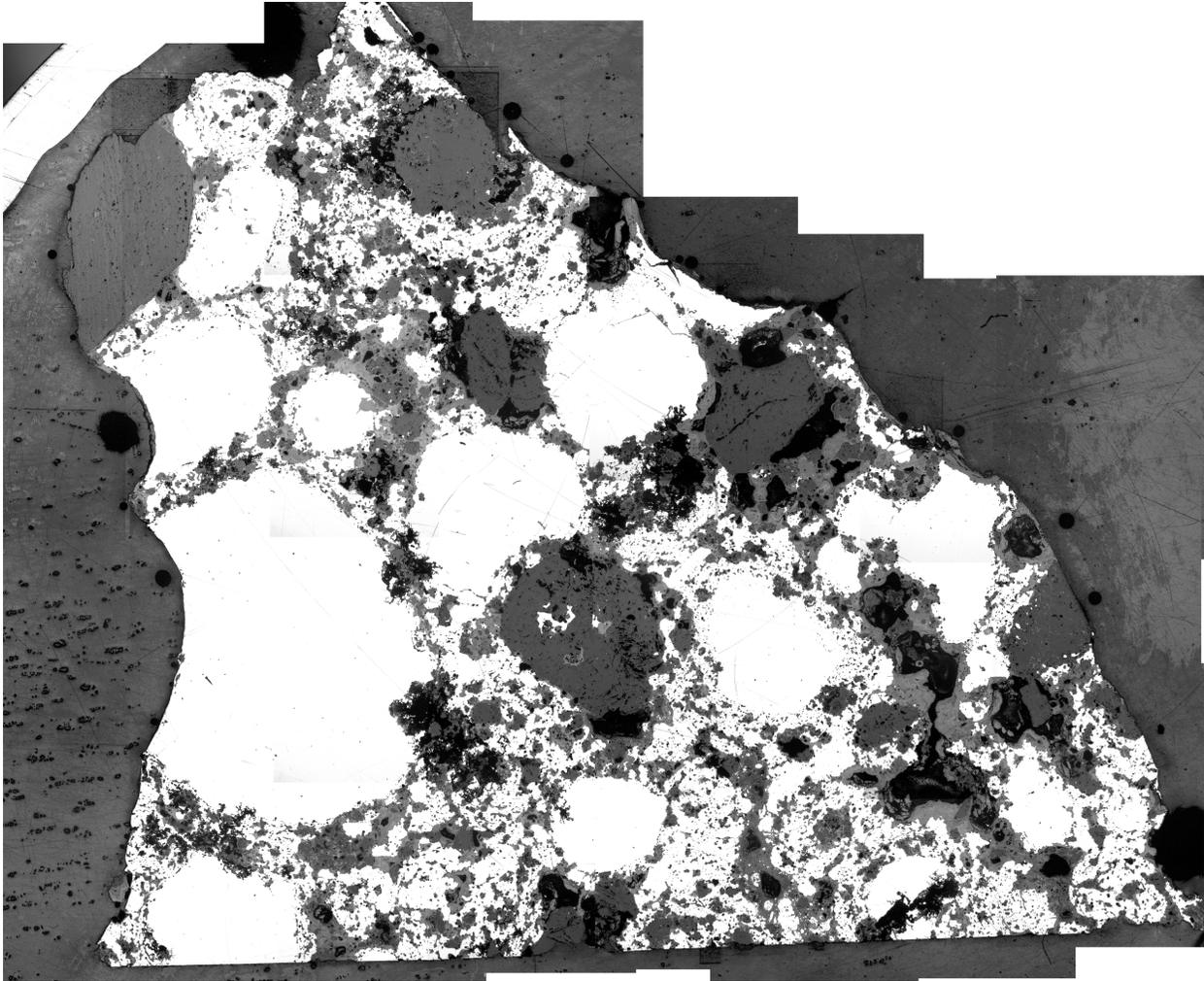
В настоящее время повышенное внимание уделяется процессам раннего космохимического и геохимического перераспределения элементов (фракционирования) в веществе ранней солнечной системы. Эти процессы могли оказывать влияние на состав материала, из которого формировались астероиды, Меркурий, Венера, Земля, Марс. В частности, установлены признаки химических реакций твердого вещества хондритов с газовой фазой протопланетного диска, распределения сидерофильных элементов в крупных бассейнах ударного расплава на поверхности родительских тел хондритов, летучих элементов в высокотемпературных событиях в протопланетном диске и на родительских телах хондритов и ранний базальтовый вулканизм и дифференциация (плавление с последующей кристаллизацией и расслоением на ядро, мантию и кору) малых тел. В ряду этих процессов актуальное положение занимают процессы обогащения хондритового вещества металлом и источники такого обогащения. До сегодняшнего момента пока не было известно, как акретировали (агломерировали) хондритовые тела, состоящие на 20-80% из металла и каковы были составляющие компоненты при акреции таких тел, был ли исходный материал примитивным или уже изменен. Изучение богатых металлом углистых хондритов проливает свет на эти вопросы.

Хондриты - это примитивные каменные метеориты, состоящие из хондр и матрицы и не испытавшие плавление после акреции (слипания) родительского астероида. Богатые металлом хондриты редки и уникальны. Во всем мире известно только 5 метеоритов такого типа. Один из них - углистый хондрит Sierra Gorda 013 (тип: CBa) (Рис.).

На основании изучения петрографии, минералогии, геохимии микроэлементов и изотопного состава кислорода Sierra Gorda 013 было выявлено, что метеорит имеет две составляющие (литологии): хондритовую и ахондритовую. Таким образом, с большой вероятностью метеорит образовался при столкновении двух ранних протопланет (или планетезималей) – примитивного хондритового тела (состоящего из хондр и матрицы и не испытавшего плавления) и дифференцированного ахондритового тела (испытавшее плавление, кристаллизацию и, возможно, расслоенность на ядро, мантию и кору), в результате которого образуется ударный пар (плюм).

---

<sup>1</sup> Ivanova M.A., Lorenz C.A., Munir H., Yang Sh., Ma C., Teplyakova S.N., Franchi I.A., and Korochantsev A.V. (2022) Sierra Gorda 013: Unusual CBa-like Chondrite. *Meteoritics and Planetary Science* 57 (3), 657-682.



**Рис.** Оптическое изображение основного вещества (L1) богатого металлом (белый цвет) хондрита SG 013. Силикатные хондры и их класты – серый цвет, выкрошенное вещество - черный цвет.