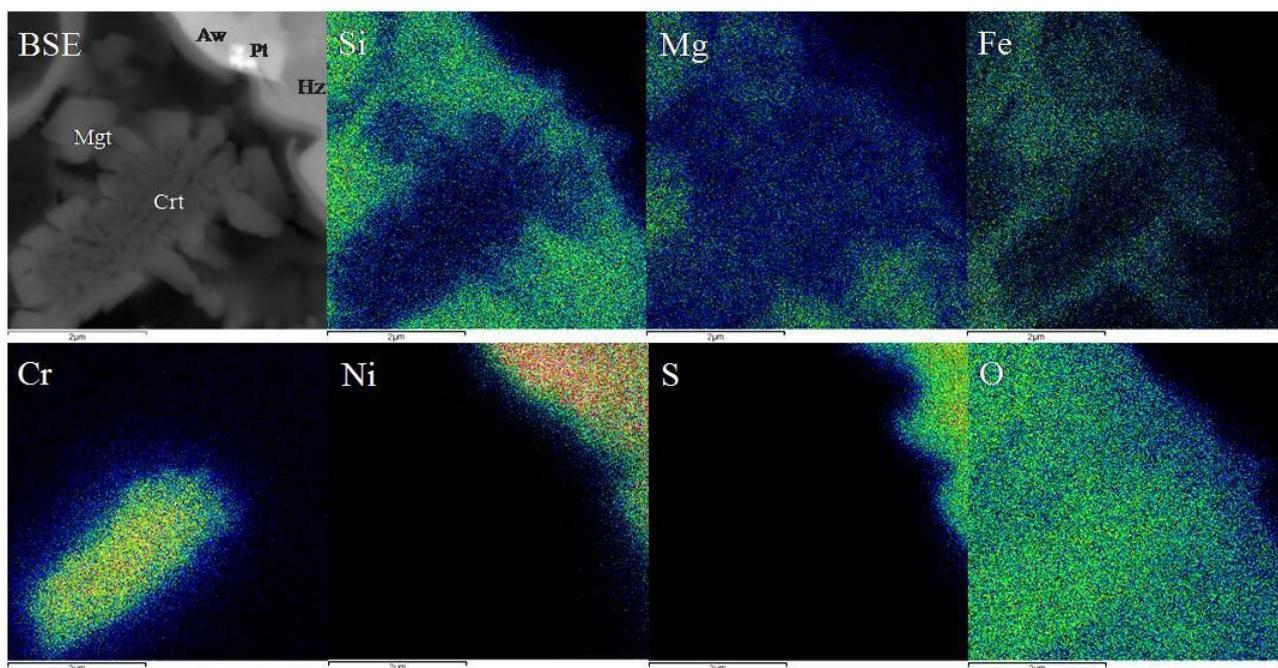


## Челябинский метеорит: минералогия зоны оплавления

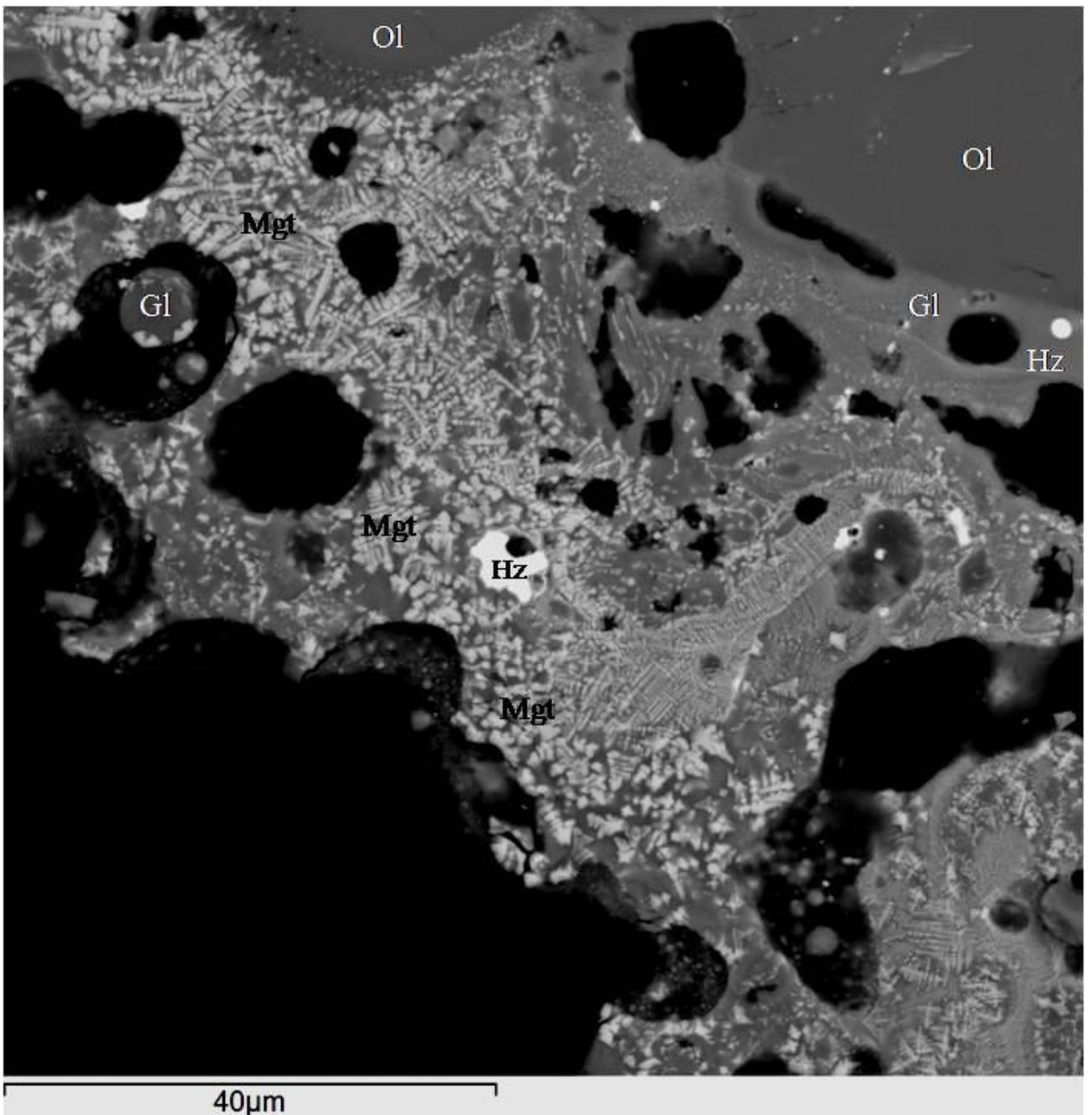
### Челябинский метеорит: минералогия зоны оплавления, сообщение 3

Сотрудники ИГМ продолжают изучать фрагменты челябинского метеорита (падение 15 февраля 2013 года) на сканирующем микроскопе. В результате этих исследований список минералов, найденных в этом метеорите, существенно пополнился. Выявлены пентландит  $(\text{Fe,Ni})_9\text{S}_8$ , годлевскит  $(\text{Ni,Fe})_9\text{S}_8$ , аваруит  $\text{Ni}_2\text{Fe-Ni}_3\text{Fe}$ , интерметаллид  $\text{Os-Ir-Pt}$ , хиббингит  $\text{Fe}_2(\text{OH})_3\text{Cl}$  и магнетит  $\text{FeFe}_2\text{O}_4$ . За исключением пентландита, остальные новые находки приурочены к зоне поверхностного оплавления и областям вторичного замещения металла.

Согласно данным Института минералогии УрО РАН (сообщение от 06.03.2013), в зоне оплавления метеорита в качестве новообразованных фаз присутствуют скелетные кристаллы Cr-магнетита (<http://www.mineralogy.ru>). Мы хотели бы немного конкретизировать строение и состав этих новообразований. Центральная часть некоторых скелетных кристаллов представлена хромитом  $\text{FeCr}_2\text{O}_4$ , а краевая – магнетитом  $\text{FeFe}_2\text{O}_4$ . Помимо этого, на некоторых участках зоны оплавления встречаются агрегаты скелетных кристаллов магнетита, обогащенного NiO.



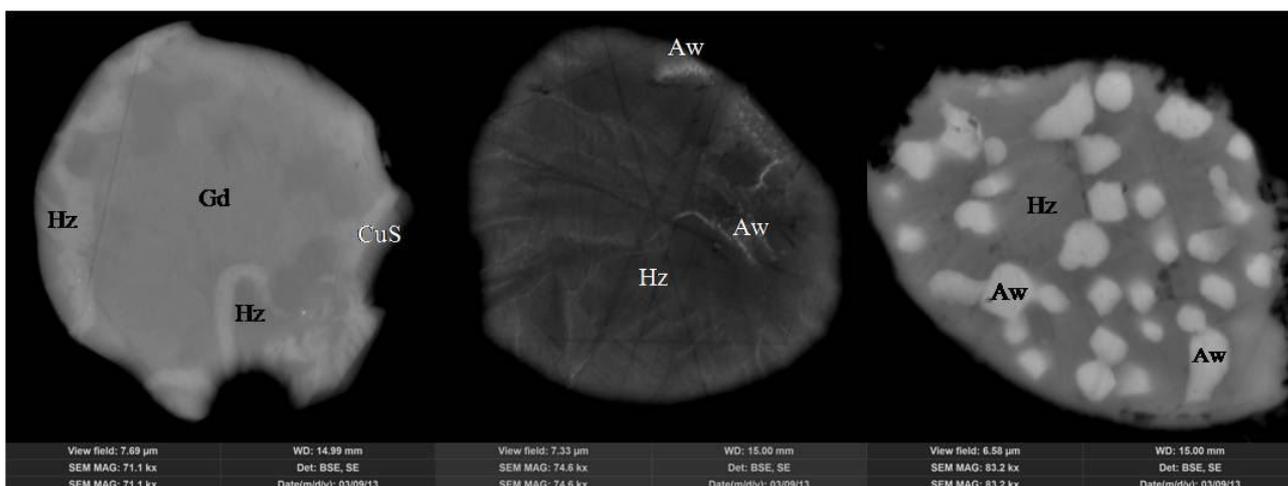
**Зональное строение скелетных кристаллов шпинелида (центр – хромит Crt, край – магнетит Mgt) из зоны оплавления фрагмента метеорита (образец Ch1 из коллекции музея, переданы Е.Ю. Томиловой и Е.А. Афанасенко). Карты распределения элементов (сканирующая микроскопия). Hz – хизлевудит, Aw – аваруит, Pt – интерметаллид Os-Ir-Pt, возможно с Ni и Fe.**



**Скелетные кристаллы Ni-содержащего магнетита (Mgt, до 7 мас.% NiO) из зоны оплавления фрагмента метеорита (сканирующая микроскопия, образец Ch1 из коллекции музея, переданы Е.Ю. Томиловой и Е.А. Афанасенко). Hz – хизлевудит, Gl - -силикатное стекло ультраосновного-основного состава, Ol – оливин.**

Помимо стекла, недоплавленных и новообразованных зерен силикатов и шпинелидов, в зоне оплавления также присутствуют металл-сульфидные и сульфидные глобулы (размер до 10-15 микрон). Глобулы, содержащие троилит и металл (камасит+тэнит), здесь встречаются очень редко. Наиболее характерны глобулы хизлевудитового и годлевскитового состава, иногда в них присутствуют аваруит и Cu-фазы. В одной из глобул обнаружен интерметаллид Os-Ir-Pt. Из-за очень малых размеров (менее 0.5 микрон) его точный состав не удалось определить. Возможно, этот интерметаллид содержит Ni и Fe. BSE фотографии и

элементные карты выявляют неоднородный состав хизлевудитовой и годлевскитовой фаз в глобулах. Все это свидетельствует о том, что одними из первых твердых фаз, кристаллизовавшимися из новообразованного существенно сульфидного расплава, были хизлевудитовый ( $\text{Fe}_x\text{Ni}_{1-x}\text{S}_2$ ) и годлевскитовый ( $\text{Ni}_7+z\text{S}_6$ ) твердые растворы. По фазовой диаграмме Fe-Ni-S (смотри Косяков и др., 1996), со снижением температуры эти высокотемпературные фазы неизбежно превращаются в стехиометричные хизлевудит  $\text{Ni}_3\text{S}_2$  и годлевскит  $\text{Ni}_9\text{S}_8$  с образованием дополнительных фаз в межзерновом пространстве. Су-содержащие фазы обычно концентрируются в межзерновом пространстве или в краевой части глобул.



**Сульфидные и металл-сульфидные глобулы из зоны оплавления (сканирующая микроскопия). Образцы ChM-VS и Ch3 из коллекции музея, переданы С.В. Колисниченко, И.В. Карловым, Е.Ю. Томиловой и Е.А. Афанасенко. Hz – хизлевудит, Aw – аварунит, Gd – годлевскит, CuS – Cu-содержащий Ni-сульфид (хизлевудит ?).**

Данное сообщение, как и два предыдущих, подготовлены В.В. Шарыгиным, Н.С. Кармановым, Т.Ю. Тиминой, А.А. Томиленко, Н.М. Подгорных, С.З. Смирновым.