

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ СУБМИКРОСТРУКТУРЫ АТАКСИТА ЧИНГЕ МЕТОДАМИ НАНОСКОПИИ

К. А. Уймина, В. И. Гроховский

*Уральский государственный технический университет – УПИ
имени первого Президента России Б. Н. Ельцина, г. Екатеринбург,
grokh47@mail.ru*

Металлические минералы Fe-Ni-Co встречаются во всех известных типах метеоритов. Считается, что в этих минералах при отсутствии растворенных примесей P, N, C диффузия ниже 350 °С практически заморожена даже в геологическом масштабе времени. Структура метеоритного металла весьма разнообразна и демонстрирует продукты различных фазовых превращений, в том числе и при медленном охлаждении. Кроме типичных картин на макро- и микроуровнях в ряде участков диффузионного М-профиля по Ni (формируется вокруг видманштеттовых кристаллов камасита) наблюдается структура, неразрешимая методами оптической микроскопии. Такая же структура характерна для высоконикелевых железных метеоритов – атакситов с объемной субмикроструктурой [Гроховский, 2004].

Средний химический состав метеорита Чинге: 17 вес. % Ni, 0.5 вес. % Co, остальное Fe. Сечения фрагментов Чинге демонстрируют однородную макроструктуру без высокоугловых границ зерен, что предполагает наличие монокристаллов исходного тэнита сантиметровых размеров. Вместе с тем травленные шлифы демонстрируют характерные для метеоритов группы IVB Schliren bands – полосы селективного отражения (PCO) в виде чередующихся светлых и темных полос шириной 1–10 мм. Контраст PCO наиболее ярко проявляется в поляризованном свете. Для объяснения природы таких PCO ранее предлагались различные причины (различие химического и фазового составов, двойникование, ударное воздействие) [Buchwald, 1981], однако до сих пор нет общепринятого взгляда на механизм этого эффекта.

В данной работе выполнено подробное многоуровневое исследование структуры атаксита Чинге с помощью текстурного рентгеноструктурного анализа, оптической, растровой (Philips 30XL с EDS) и просвечивающей электронной микроскопии (JEM-200CX), дифракции отраженных электронов (HKL CHANNEL 5) и нескольких мод сканирующей зондовой микроскопии (Integra Aura). Для наноскопических исследований финишная полировка выполнялась на 0,04 мкм коллоиде SiO₂.

Электроннографический и рентгеновский фазовый анализы показали, что в пределах каждой PCO содержатся камасит и тэнит, при этом объемная доля тэнита составляет 20±5 %. Результаты рентгеновского текстурного и EBSD анализов смежных PCO с разным блеском свидетельствуют о сохранении преимущественной кристаллографической ориентации кристаллов остаточного тэнита в обеих полосах. Текстура камасита в смежных участках PCO оказалась значительно более сложной. В ходе электроннографического и рентгеновского фазового анализа в полосе № 1 было выявлено 6 кристаллографических ориентировок камасита, в полосе № 2 также оказалось 6, но уже других кристаллографических ориентаций. В картах ориентационного контраста кристаллов камасита при EBSD-анализе четко проступает граница PCO, что также свидетельствует о наличии различных преимущественных ориентировок в смежных полосах. Распределение кристаллов по выявленным предпочтительным кристаллографическим ориентациям оказалось крайне неравномерным. Кристаллографический анализ показал, что, плоскости (111)_{ГЦК} и (011)_{ОЦК} параллельны для взаимной ориентации решеток. Также параллельны направления [110]_{ГЦК} и [100]_{ОЦК}, что близко к мартенситным ориентационным соотношениям Нашияма – Вассермана [Goldstein, 2006]. Топография поверхно-

сти около границы ПСО, выявленная СЗМ после легкого электролитического травления, демонстрирует различную морфологию продуктов превращения в смежных участках. Также при анализе полированных шлифов с помощью магнитной моды СЗМ были обнаружена различная структура магнитных доменов в смежных ПСО

Полученные результаты позволяют утверждать, что превращение тэнита в камасит в областях ПСО проходило по бездиффузионной реакции мартенситного типа $\gamma \rightarrow \alpha_2$ и последующим его распадом $\alpha_2 \rightarrow \alpha + \gamma$ с образованием субмикроскопических пластинчатых продуктов с разным ограниченным набором плоскостей габитуса. При этом ориентация остаточного монокристаллического тэнита была единой для смежных участков ПСО. Предполагается, что эффект ПСО обусловлен различным кристаллографическим набором дисперсных продуктов фазового превращения мартенситного типа в наследуемом монокристалле высокотемпературного тэнита.

Работа поддержана грантами РФФИ № 07-05-96061-р-урал-а и № 06-08-00705.

Литература

Гроховский В. И., Жиганова Е. В., Глазкова С. А., Волосников А. С., Солодовских С. А. Морфологические разновидности плессита в метеоритах // Вестник УГТУ-УПИ. 2004. № 5 (35). С. 54–60.

Buchwald, V. F. On the Oriented Sheen in Ataxites // Meteoritics, 1981. Vol. 16. P. 298.

Goldstein J. I., Michael J. R. The formation of plessite in meteoritic metal // Meteoritics and Planetary Science. 2006. Vol. 41. № 4. P. 553–570.