

The angular dependence of the impedance and its components of one element was measured for in-plane external magnetic field from 0 to 360 degrees (Fig 1(A)) as the first step. Next, we calculated characteristic impedance in accordance with rules of the parallel connection of two passive elements (not connected in the middle). In this calculation, there was a gradual variation of the angle between the two elements with simultaneous variations of the angle of application of external magnetic field. Then, from this three-dimensional matrix the optimum angle between two elements with best independence on impedance from direction of magnetic field was found. In conclusion, we had a selection from two orthogonal planes for determining the optimum angle for the 3D sensor (Fig (1(B))).

*This work was performed under financial support of The Ministry of Education and Science of the Russian Federation, project № 2582.*

1. Kurlyandskaya G.V., Cos D., Volchkov S.O. Russian J. Nondestr. Test., 45, 377 (2009).
2. Yuvchenko A.A., Lepalovskii V.N., Vas'kovskiy V.O., et al. Techn. Phys., 59(2), 230 (2014).

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ СКОРОСТИ ОХЛАЖДЕНИЯ ХОНДРИТА АННАМА Н5 МЕТОДАМИ МЕТАЛЛОГРАФИЧЕСКОГО АНАЛИЗА**

Копысов А.С., Брусницына Е.В. \*, Петрова Е.В., Гроховский В.И.

Уральский федеральный университет имени первого Президента России  
Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

\*E-mail: [jeka\\_bru@list.ru](mailto:jeka_bru@list.ru)

## **METALLOGRAPHIC COOLING RATE DETERMINATION OF THE ANNAMA H5 HONDRITE**

Kopysov A.S., Brusnitsyna E.V. \*, Petrova E.V., Grokhovsky V.I.

Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

We studied the metallic inclusions structure of the Annama (H5, S1, W0) meteorite fragment by optical and electron microscopy. The different types of the metallic particles were determined. Cloudy zone parameters were used for metallographic cooling rate calculation of the Annama meteorite below 400 °C.

Падение метеорита Аннама было зафиксировано 19 апреля 2014 года на Кольском полуострове недалеко от границы с Финляндией. По нескольким видеозаписям события нашими коллегами из Университета Хельсинки выполнена реконструкция трека падения болида. Метеоритной экспедиции УрФУ совместно с Финской болидной сетью уже через месяц удалось собрать два небольших фрагмента вещества в предсказанной зоне. Позднее метеорит Аннама был классифицирован как обыкновенный хондрит класса H5 (S1, W0) [1].

Обыкновенные хондриты относятся к группе каменных метеоритов, которые состоят из силикатной матрицы и металлических включений. Металлические включения представляют собой уникальный сплав железа с никелем. Фазовый и структурный состав данного сплава невозможно повторить в земных условиях, поскольку он охлаждается очень медленно, порядка 10 – 100 °С/млн. лет. За это время успевают пройти реакции, в результате которых образуется структура зонального тэнита, содержащая так называемый «облачный тэнит» - высоконикелевые частицы тетратэнита в матрице камасита ((FeNi +  $\alpha_2$ -Fe(Ni))). Измеряя размер этих высоконикелевых частиц, можно определить металлографическую скорость охлаждения метеорита при температуре ниже 400 °С.

Для исследований использовался образец, вырезанный из фрагмента метеорита Аннама. Поверхность образца была подготовлена по стандартной металлографической методике. Исследования выполнялись с помощью оптической и растровой электронной микроскопии. Травление проводилось 2%-ным раствором HNO<sub>3</sub> в спирте.

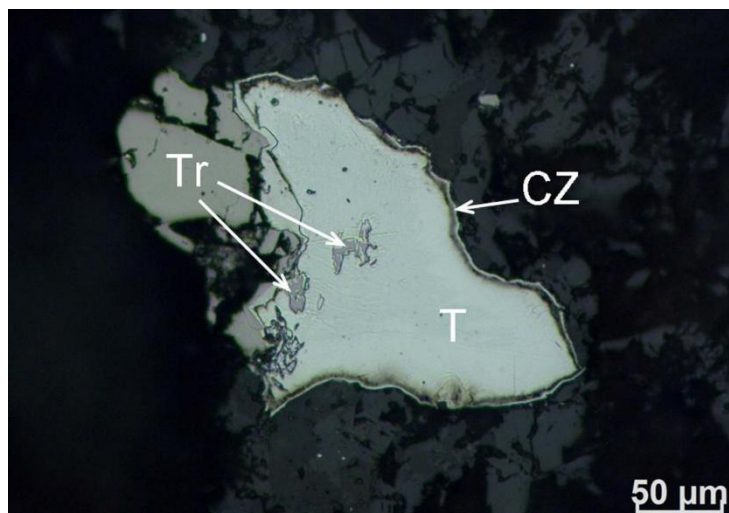


Рис. 1. Микроструктура фрагмента метеорита Аннама: металлическая частица тэнита (Т) с облачной зоной (CZ) в ассоциации с троилитом (Tr).

В микроструктуре метеорита Аннама можно выделить два типа металлических частиц с различным содержанием никеля – камасит (от 4% до 7,5% Ni) и тэнит (до 50% Ni). Также присутствуют сульфиды FeS (троилит) отдельно и в ассоциации с металлом. После травления в тэнитных частицах выявляется структура зонального тэнита (рис. 1). С помощью электронного микроскопа были получены микрофотографии облачной зоны. Определение среднего размера высоконикелевых частиц в зоне облачного тэнита проводилось по методике, описанной в работах [2, 3]. Средний размер частиц составил 42 нм. Полученные результаты измерений были сопоставлены с результатами работ [2, 3] и таким образом определена металлографическая скорость охлаждения метеорита Аннама, которая равна порядка 100 °С/млн. лет.

*Работа выполнена при частичной поддержке грантов РФФИ № 15-35-21164 мол а вед. и № 16-38-00532 мол а.*

1. Kohout T., Gritsevich M., et al., An. Meet. of the Met. Soc., № 78, 5209, (2015).
2. Goldstein J. I., Yang J., et al., Meteorit. Planet. Sci., 44, 343–358, (2009).
3. Scott E. R.D., Krot T. V., et al., Geochim. Cosmochim., 136, 13–37, (2014).

## **ИМПУЛЬСНАЯ КАТОДОЛЮМИНЕСЦЕНЦИЯ КЕРАМИКИ ИЗ НАНОПОРОШКОВ ОКСИДОВ АЛЮМИНИЯ И МАГНИЯ**

Кирыков А.Н.\*, Кортов В.С.

Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина,  
г. Екатеринбург, Россия

\*E-mail: [Arseny.Kiriakov@urfu.ru](mailto:Arseny.Kiriakov@urfu.ru)

## **PULSE CATHODOLUMINESCENCE OF CERAMICS FROM NANOPOWDERS OF ALUMINA AND MAGNESIA**

Kiryakov A.N.\*, Kortov V.S.

Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

Annotation. The alumina ceramics doped by  $Mg^{2+}$  ions was obtained. Decomposition spectra of pulse cathodoluminescence showed that it contains three bands 2.7eV (F – center in  $MgAl_2O_3$  spinel), 3eV (F-center in  $Al_2O_3$ ) and 3.2eV (indeterminable).

Недавние исследования показали возможность создания из нанопорошка оксида алюминия керамик с повышенным квантовым выходом и высокой радиационной стойкостью. Керамики  $Al_2O_3$ , синтезированные в сильно восстановительных условиях в вакууме, имеют интенсивную люминесценцию и перспективны для измерения высоких доз [1]. Можно предположить, что допирование керамик оптически активными примесями позволит улучшить их люминесцентные свойства и расширить области их применения. В этой связи целью данной работы было получение керамик оксида алюминия, легированных ионами магния, и измерение их импульсной катодолюминесценции (ИКЛ).

Для приготовления шихты был использован нанопорошок  $\alpha - Al_2O_3$  высокой чистоты (99.99%) с размером зерна 50-70 нм, а также нанопорошок MgO 99.6% чистоты в кубической фазе с размером зерна 20-70 нм. Затем порошок, состоящий из смеси оксидов, подвергался одноосному холодному прессованию с давлением 500 МПа. Полученные компакты спекались в камере нагрева газоанализатора ЕАО – 220 (Balzers). Установка позволяла проводить быстрый нагрев образцов (200 °С/с), помещенных в графитовые тигли, через которые пропускался ток. При этом образцы нагревались до 1900-2000 °С. Спектры ИКЛ сняты с использованием спектрометра КЛАВИ при возбуждении образцов им-