

## Влияние полиморфизма оксида циркония на твердофазный синтез и строение Nd-пирохлоровых керамик

Научный руководитель – Никольский Максимилиан Сергеевич

*Циркунова Василиса Дмитриевна*

*Студент (бакалавр)*

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, Геологический факультет, Кафедра кристаллографии и кристаллохимии, Москва, Россия

*E-mail: vasilisk-707@yandex.ru*

Важнейшей задачей ядерной энергетики является разработка технологии безопасной утилизации высокоактивных отходов от биосферы. В настоящее время в качестве матриц для иммобилизации ВАО предлагается использовать кристаллические матрицы, в частности, титанаты и цирконаты со структурой пирохлора [1].

Для уточнения строения фазовой диаграммы  $\text{NdO}_{1.5}\text{-TiO}_2\text{-ZrO}_2$  методом твердофазного синтеза нами были получены 12 образцов с переменным содержанием Nd, Ti и Zr. Спекание происходило при температурах 1350, 1450 и 1500 °С. Синтезированные керамики исследовались методами порошковой рентгеновской дифракции и сканирующей электронной микроскопии. Керамики характеризуются высокой пористостью и четкими межфазовыми границами. При температуре 1500 °С в синтезированных образцах наблюдается образование зёрен бадделеита с реакционными каймами пирохлора. Картирование по распределению элементов в образцах показало, что распределение Nd, Ti и Zr равномерно по всему объему пирохлоровой каймы, включая область вокруг оксида циркония.

В реакционных каймах пирохлора были обнаружены ярко проявленные радиальные трещины. В природе такие трещины характерны для зёрен, которые содержат включение минерала, испытавшего увеличение в объеме при фазовом переходе в процессе метаморфизма [2]. Предположительно, в наших керамиках эти трещины образовались из-за увеличения объема и деформационного сдвига  $\text{ZrO}_2$  в результате произошедшего при остывании фазового перехода  $\text{ZrO}_2$  из тетрагонального, стабильного при температуре спекания 1500 °С, в моноклинный  $\text{ZrO}_2$ . Зёрна бадделеита были исследованы методом дифракции обратно-рассеянных электронов (EBSD) на сканирующем электронном микроскопе для определения ориентировки слагающих их частей, которая даёт представление о процессах, происходящих внутри  $\text{ZrO}_2$  во время остывания.

### Источники и литература

- 1) Ewing R.C., Weber W.J., Lian J. Nuclear waste disposal — pyrochlore ( $\text{A}_2\text{B}_2\text{O}_7$ ): nuclear waste form for the immobilization of plutonium and “minor” actinides // J.Appl.Phys. 2004. v.95. No.11, P.5949-5971.
- 2) Manzotti Paola, Schiavi Federica, Nosenzo Francesco, Pitra Pavel, Ballèvre Michel. A journey towards the forbidden zone: a new, cold, UHP unit in the Dora-Maira Massif (Western Alps). 2022. <https://doi.org/10.1007/s00410-022-01923-8>