

## **СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К СОЗДАНИЮ ПРОЗРАЧНЫХ ВЫСОКОЭНТРОПИЙНЫХ ОКСИДНЫХ СТРУКТУР НА ОСНОВЕ НАНОКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ПРЕКУРСОРОВ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ**

**Невзорова О.С., (аспирант)**

*Гомельский государственный технический университет им. П.О. Сухого,  
Республика Беларусь*

**Актуальность.** Высокоэнтропийные оксидные материалы представляют собой новую группу многофункциональных керамик, способных сочетать высокую химическую стабильность, термостойкость и уникальные оптические характеристики. Разработка прозрачных высокоэнтропийных структур имеет особое значение для создания оптических элементов нового поколения.

Ключевым направлением становится применение нанокристаллических прекурсоров на основе редкоземельных элементов, позволяющих получать более однородные высокоэнтропийные матрицы, снижать пористость и повышать степень прозрачности керамики.

**Цель работы** — это анализ современных теоретических и технологических подходов для формирования прозрачных высокоэнтропийных оксидных структур с использованием нанокристаллических прекурсоров редкоземельных элементов.

Такой подход подчеркнет высокий научный и практический потенциал нанокристаллических прекурсоров редкоземельных элементов в разработке нового поколения оптических сред.

**Анализ полученных результатов.** Современные исследования по созданию прозрачных высокоэнтропийных оксидных структур показывают, что ключевым фактором является использование нанокристаллических прекурсоров. Благодаря малому размеру частиц (10–40 нм), высокой реакционной способности и стабильности химического состава они обеспечивают формирование однофазных, дефектно-упорядоченных высокоэнтропийных керамик. Такие прекурсоры открывают возможность снижения пористости, улучшения оптической однородности и достижения прозрачности даже в многокомпонентных системах.

Наиболее эффективными методами получения таких прекурсоров являются золь-гель процессы, методы горения и контролируемое осаждение, позволяющие точно соблюдать стехиометрию редкоземельных элементов для формирования высокоэнтропийной матрицы. Каждый из методов позволяет варьировать морфологию частиц, что влияет на последующее уплотнение и формирование микроструктуры [1].

Теоретические подходы, включающие DFT расчёты (моделируют

энергетически стабильные конфигурации многокомпонентных оксидов); CALPHAD моделирование (прогнозирует фазовые равновесия и области однофазности) и молекулярную динамику (описывает механизм диффузии и поведение наночастиц при термообработке), подтверждают, что многокомпонентные комбинации ионов редкоземельных элементов создают благоприятные энергетические условия для стабилизации структур — наиболее перспективных для оптических применений [2].

Достижение высокой прозрачности связано с особенностями управления рассеянием света, что требует минимизации пористости (плотность более 99 %), согласования коэффициентов преломления компонентов и предотвращения фазовой сегрегации. Эти условия обеспечиваются благодаря применению наноструктурированных порошков уже при относительно умеренных температурах спекания [3].

Современные методы уплотнения, такие как искровое плазменное спекание (SPS/FAST), горячее изостатическое прессование и вакуумное спекание, позволяют сохранять наноструктуру и предотвращать рост зёрен, что крайне важно для сохранения оптической прозрачности высокоэнтропийных керамических материалов [4].

**Заключение.** Применение нанокристаллических прекурсоров редкоземельных элементов является ключевым фактором в разработке прозрачных высокоэнтропийных керамик. Их структурные особенности позволяют реализовать высокую степень однородности и уменьшить дефектность материала, что критически важно для формирования оптически прозрачных структур.

Современное сочетание теоретического моделирования, нанотехнологий синтеза и продвинутых методов спекания формирует базу для разработки следующего поколения прозрачных многофункциональных материалов, применяемых в лазерной технике, фотонике и оптоэлектронике.

**Благодарность.** *Выражаю признательность и благодарность научному руководителю Бойко А. А., д.т.н, профессору, за консультации и помощь при проведении исследований.*

#### **Список литературы.**

1. Подденежный, Е. Н. Золь-гель синтез оптического кварцевого стекла : [монография] / Е. Н. Подденежный, А. А. Бойко. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2002. – 210 с.
2. Rost C. M. et al. Entropy-stabilized oxides: A new class of materials. Nature Communications, 2015.
3. Gild J. et al. High-entropy oxides and their optical prospects. Materials Today, 2020.
4. Chen K. Transparency mechanisms in nanostructured oxide ceramics. Journal of Advanced Ceramics, 2021.