

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Михайлова Дмитрия Вячеславовича
«Физико-химические основы синтеза, структура и свойства высокоэнтропийных интерметаллических соединений», представленной на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.4. Физическая химия

Представленная к защите диссертационная работа посвящена актуальной и перспективной области современного материаловедения, а именно разработке и исследованию высокоэнтропийных интерметаллических соединений (ВЭИС). Актуальность темы обусловлена необходимостью создания новых материалов с улучшенными механическими, магнитными и эксплуатационными характеристиками для применения в аэрокосмической технике, энергетике и микроэлектронике.

Автором впервые синтезированы и охарактеризованы ВЭИС с *p*-элементами в высокоэнтропийной подрешетке, включая $\text{Cu}_3(\text{InSnSbGaGe})$ и его аналоги, что вносит вклад в расширение концепции высокоэнтропийных материалов и открывает новые направления для исследований в области функциональных материалов. Кроме того, диссертантом получены ВЭИС новых структурных типов, что демонстрирует широту проведенного исследования и глубину понимания фазообразования в многокомпонентных системах.

Работа отличается комплексным подходом к исследованию, включающим разработку и оптимизацию методик синтеза, таких как плавление, механическое легирование и детонационное напыление, всестороннюю структурную характеристику с использованием методов РФА, РЭМ-ЭДС, термодинамического и кинетического моделирования с применением ПО Thermo-Calc и модуля DICTRA, а также исследование комплекса физико-химических свойств, включая механические, магнитные и коррозионные характеристики.

Разработанные материалы демонстрируют высокий прикладной потенциал. В частности, микротвердость покрытий на основе некоторых ВЭИС превышает показатели традиционных материалов, ВЭИС $(\text{TiZrNbHfTa})\text{Al}_3$ показывает выдающуюся стойкость к окислению, а магнитные ВЭИС типа Гейслера перспективны для применения в спинтронике. Предложенный количественный критерий, основанный на моментах второго порядка разности электроотрицательностей и отношения металлических радиусов элементов различных подрешеток, представляет собой ценный инструмент для целенаправленного проектирования новых ВЭИС. Глубокий анализ процессов микросегрегации с использованием модели Шейла и моделирования диффузии вносит вклад в понимание формирования микроструктуры ВЭИС и открывает возможности для создания функционально-градиентных материалов (ФГМ).

Вместе с тем, представленная работа вызывает некоторые замечания:

1. описанная методика постепенного нагрева для предотвращения выкипания цинка при синтезе $(\text{NiCoFeCuMn})\text{Zn}_3$ является оригинальной и эффективной, однако остается открытым вопрос о воспроизводимости результатов при масштабировании процесса;

2. в работе представлены данные по микротвердости синтезированных материалов, однако отсутствует информация о макромеханических свойствах, таких как прочность на сжатие и растяжение, модуль Юнга и трещиностойкость.

Несмотря на отмеченные замечания, которые носят характер пожеланий и не умаляют ценности проведенного исследования, диссертационная работа Михайлова Д.В. представляет собой завершенное научное исследование, содержащее новые научные результаты и решения. Результаты достоверны и воспроизводимы, выводы обоснованы. Практическая значимость результатов подтверждается публикациями в высокорейтинговых международных журналах. Автором опубликовано 11 статей в изданиях, индексируемых в системах Web of Science и Scopus, преимущественно в

журналах первого квартиля, что свидетельствует о высоком качестве и актуальности проведенных исследований.

Диссертационная работа «Физико-химические основы синтеза, структура и свойства высокоэнтропийных интерметаллических соединений» выполнена на высоком научном уровне и удовлетворяет всем требованиям Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 (в действующей редакции), а ее автор, Михайлов Дмитрий Вячеславович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.4. Физическая химия.

Ведущий научный сотрудник
Лаборатории ядерных технологий Департамента
ядерных технологий Института наукоемких технологий
и передовых материалов, доцент Департамента
промышленной безопасности Политехнического
института (Школы) Дальневосточного федерального
университета, кандидат химических наук
(специальность 02.00.04. Физическая химия)

Игорь Юрьевич
Буравлев

12 ноября 2025 г.

Адрес организации: 690922, Приморский край, г. Владивосток, о. Русский, п. Аякс, 10.

Наименование организации: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Дальневосточный федеральный университет».

Электронный адрес: buravlev.ii@dvfu.ru.

Телефон: +7 (914) 698-32-34.

Я, Буравлев Игорь Юрьевич, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

