

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Кубеновой Маржан Маликовны «Термоэлектрические свойства нанокристаллических сульфидов меди, допированных натрием», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по научной специальности 1.4.4 - Физическая химия

В кандидатской диссертации Кубеновой М.М. представлены результаты экспериментального исследования влияния химического и фазового состава нанокompозитных сплавов на основе сульфида меди на коэффициент термо-э.д.с., электропроводность и теплопроводность в широкой области температур от 300 до 600 К. Большое внимание в работе уделено аттестации полученных новых термоэлектрических материалов методами рентгенофазового анализа, электронной микроскопии, дифференциальной сканирующей калориметрии, а также определению теплоемкости и энтальпии в точках фазовых переходов. Поиск новых материалов для термоэлектрических генераторов является важной задачей физики и химии конденсированного состояния, поэтому работа Кубеновой М.М., несомненно, является актуальной.

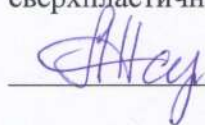
Диссертантом синтезирован и исследован обширный круг термоэлектрических материалов, представляющих собой нанокompозиты на основе легированного натрием сульфида меди. В итоге исследования Кубеновой М.М. удалось получить несколько новых результатов, вносящих вклад в развитие физической химии нанокompозитных суперионных материалов. Так, ею обнаружено, что энтальпия суперионного фазового перехода в фазе  $\text{Cu}_2\text{S}$  около 380 К в целом убывает с возрастанием содержания натрия в нанокompозитном сплаве на основе сульфида меди. Имеют научную ценность установленные связи между фазовым составом нанокompозитов и их проводимостью, коэффициентом термо-э.д.с. и теплопроводностью.

Практическую ценность представляет синтезированный нанокompозит с номинальным химическим составом  $\text{Na}_{0.4}\text{Cu}_{1.45}\text{S}$ , показавший безразмерную термоэлектрическую добротность  $ZT = 0.84$  при температуре 630 К. Важным достижением работы является получение сплава  $\text{Li}_{0.15}\text{Cu}_{1.85}\text{S}$ , демонстрирующего значения безразмерной термоэлектрической эффективности  $ZT \sim 2$  в области 670 – 770 К, что находится на уровне лучших мировых достижений для объемных термоэлектрических материалов.

В работе применялись апробированные методы исследования с использованием современного оборудования, соответствующие типу и уровню решаемых задач, поэтому достоверность результатов работы не вызывает сомнений.

Диссертационная работа удовлетворяет всем требованиям ВАК, которые предъявляются к диссертациям на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук (пп. 9-14 Положения о присуждении учёных степеней, утверждённого постановлением Правительства РФ от 24.09. 2013 №842), а её автор Кубенова Маржан Маликовна заслуживает присуждения ей степени кандидата физико-математических наук по научной специальности 1.4.4. Физическая химия.

Доктор физико-математических наук, главный научный сотрудник, заместитель директора по научной работе по внутреннему совместительству Института проблем сверхпластичности металлов РАН



Назаров Айрат Ахметович

14 августа 2023 г.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем сверхпластичности металлов Российской академии наук, 450001, г. Уфа, ул. Степана Халтурина, 39, Тел.: +7 (347) 282-37-50, E-mail: aanazarov@imsp.ru, aanazarov@mail.ru

Подпись и контактную информацию Назарова А.А. удостоверяю:

Нач. отдела кадров ИПСМ РАН



Т.П. Соседкина