

Отзыв
научного руководителя на диссертационную работу
Кубеновой Маржан Маликовны
«Термоэлектрические свойства нанокристаллических
сульфидов меди, допированных натрием»,
представленную на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук
по научной специальности 1.4.4. Физическая химия

В 2015 г. Кубенова Маржан Маликовна окончила магистратуру Евразийского национального университета им. Л.Н. Гумилева по направлению подготовки 6М074000 «Наноматериалы и нанотехнологии» с присуждением степени магистра технических наук.

Кубенова Маржан Маликовна экстерном прошла подготовку и сдала кандидатские экзамены в Башкирском государственном университете по научной специальности «Физическая химия» (физико-математические науки), работая научным сотрудником в Евразийском национальном университете им. Л.Н. Гумилева. В период подготовки диссертации в 2016 - 2022 гг. Кубенова М.М. неоднократно бывала на научных стажировках на кафедре общей физики БашГУ, также она участвовала в проведении научных исследований суперионных халькогенидов, проводимых совместно Башкирским государственным университетом и Евразийским национальным университетом им. Л.Н. Гумилева.

Диссертационная работа Кубеновой Маржан Маликовны посвящена исследованию электрических, тепловых свойств и термодинамических параметров фазовых переходов новых нанокompозитных сплавов на основе сульфида меди, допированных натрием. Данная работа является продолжением серии работ, выполняемых на кафедре общей физики по изучению явлений переноса заряда, массы и теплоты в суперионных халькогенидах меди, легированных щелочными металлами.

За годы работы над диссертацией Кубенова М.М. показала себя исполнительным и грамотным исследователем, способным самостоятельно

решать поставленные задачи. За прошедшие годы ею проработан обширный литературный материал, касающийся предмета исследования, выполнен большой объем экспериментальных исследований и проведена их физико-химическая интерпретация.

Кубенова М.М. полностью освоила методики синтеза наноразмерных сульфидов меди, методики работы на ДСК калориметре DSC 404 F1 Pegasus фирмы NETZSCH (Германия), методики измерений коэффициента Зеебека и удельного сопротивления полупроводников на импортной установке Ulvac ZEM-3 (Япония), методику измерений теплоемкости, температуропроводности и теплопроводности на установке LFA 467 HT HyperFlash NETZSCH (Германия), лично выполнив измерения температурных зависимостей кинетических параметров и характеристики фазовых переходов синтезированных ею новых сплавов. Погрешность измерений кинетических параметров не превышала 5-6 %. Корректность полученных результатов подтверждается воспроизводимостью измерений, произведенных в разных экспериментальных лабораториях с использованием других методов измерений. При интерпретации научных результатов ею использовалась современная квантовая теория кинетических явлений в твердых телах.

В результате проделанной работы ею установлено, что допирование натрием приводит к уменьшению теплопроводности изучаемых суперионных сплавов до чрезвычайно низких значений порядка $0.1 \text{ Вт}\cdot\text{м}^{-1}\cdot\text{К}^{-1}$ за счет усиления рассеяния фононов на ионах натрия, что очень важно для практического использования синтезированных новых нанокompозитных материалов в термоэлектрических устройствах, поскольку это позволяет значительно повысить их термоэлектрическую эффективность. Ею показано что выше температуры суперионного фазового перехода решеточная составляющая теплопроводности минимальна и основным является вклад электронного переноса в общую теплопроводность образцов. Снижению теплопроводности материала также способствует увеличение площади

межфазных границ, на которых происходит рассеяние фононов в нанокompозитном сплаве.

В дополнение к поставленным задачам диссертации ею был синтезирован сплав $\text{Li}_{0.15}\text{Cu}_{1.85}\text{S}$ с высокими значениями коэффициента электронной термо-э.д.с. 200-600 мкВ/К в интервале 570-770 К, электронной проводимости выше $100 \text{ Ом}^{-1}\text{см}^{-1}$ в интервале 370-770 К, с низкой теплопроводностью около $1 \text{ Вт м}^{-1} \text{ К}^{-1}$ в суперионном состоянии. Совокупность перечисленных свойств обеспечивает высокие значения безразмерной термоэлектрической эффективности $ZT \geq 1$ в области 670-770 К, с локальными максимумами, достигающими $ZT=1.5 \div 2.1$, что находится на уровне лучших мировых достижений для объемных термоэлектрических материалов.

Полученные ею впервые экспериментальные данные по электрическим и тепловым свойствам нанокристаллических сплавов сульфида меди, сильно легированных натрием, представляют интерес для специалистов, работающих в области физики и химии твердого тела, материаловедения.

Основные положения диссертационной работы Кубеновой М.М. неоднократно докладывались на конференциях Международного и Всероссийского уровней по тематике диссертации. Результаты диссертационного исследования опубликованы в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК и включенных в базы цитирования Web of Science и Scopus, в том числе, в высокорейтинговых журналах квартилей Q_1 и Q_2 .

Считаю, что Кубенова М.М. является сформировавшимся специалистом в области физической химии. Диссертационная работа представляет собой завершённое научное исследование, которое соответствует требованиям п.п. 9-14 Постановления Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842 «О порядке присуждения ученых степеней».

Соискатель заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по научной специальности 1.4.4. Физическая химия.

Научный руководитель:

доктор физико-математических наук

(01.04.07 - Физика конденсированного состояния),

профессор, заведующий кафедрой общей физики

ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий»,

450076, Республика Башкортостан,

г. Уфа, ул. Заки Валиди, 32.

Тел.: 89273246378

E-mail: BalapanovMK@mail.ru



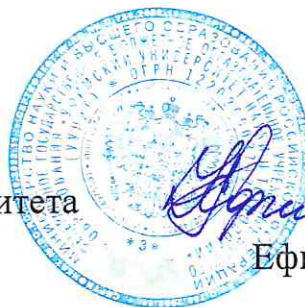
Балапанов Малик Хамитович

« 10» ноября 2022 г.

Подпись Балапанова М.Х. заверяю:

Ученый секретарь Ученого совета университета

к.ф.н., доцент



Ефименко Н.В.