

«Утверждаю»

проректор по научной работе
Таджикского национального
Университета, д.х.н., профессор
Сафармамадов С.М.



2016г.

Отзыв

ведущей организации на диссертационную работу Махмудова Фархода Абдухоликовича «Синтез, рост монокристаллов, свойства новых фаз Цинтля на основе антимонидов редкоземельных элементов », представленной на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.01-неорганическая химия

Дальнейшее развитие научно-технического прогресса вплотную связано с синтезом новых материалов с уникальными свойствами. Антимониды редкоземельных элементов (РЗЭ) обладают уникальными магнитными и электрическими свойствами. Свойства меняются в широком интервале: для моносоединений, например, магнитные свойства меняются от смешанного антиферромагнетизма для монопниктидов церия и антиферромагнетизма для монопниктидов гадолиния, тербия, диспрозия, голмия и эрбия. Высокотемпературные термоэлектрические материалы для передачи энергии на большие расстояния были получены на пниктидах РЗЭ, например, высокоэффективные материалы $\text{Yb}_{14}\text{MnSb}_{11}$ и другие. Следовательно актуальность работы Ф.А.Махмудова не вызывает сомнения.

Синтез новых высокотемпературных материалов необходим для решения не только транспортировки электричества на большие расстояния, но и для перевода паразитической тепловой энергии, выделяемых при работе машин, в электрическую. Эффективность термоэлектрического устройства в основном определяется коэффициентом добротности : $zT = TS^2/\kappa\rho$, где T -абсолютная температура, S - коэффициент Зеебека, κ -теплопроводность, ρ -электрическое сопротивление. Соединение $\text{Yb}_{14}\text{MnSb}_{11}$ было синтезировано в

1998 году и в настоящее время является термоэлектрическим материалом с самым высоким $\text{zT}=1$ при высоких температурах и оно относится к фазам Цинтля. Фазы Цинтля имеют сложные структуры и способствуют образованию таких свойств: проводит электричество как кристаллический проводник, а тепло как стекло. Но несмотря на то, что для $\text{Yb}_{14}\text{MnSb}_{11}$ измерены физические свойства, но нет таких характеристик как термическая стабильность, поведение на воздухе при нагревании, растворимость в различных растворителях, хотя они важны при применении этого уникального соединения. При частичной замене иттербия лантаном, марганца алюминием, сурьмы германием наблюдали изменения коэффициента эффективности.

Диссертационная работа Ф.А.Махмудова посвящена получению монокристаллов $\text{Yb}_{14}\text{MnSb}_{11}$, его твердых растворов типа $\text{Yb}_{14-x}\text{Ln}_x\text{MnSb}_{11}$ (Ln - Tb, Dy, Ho, Tm, Lu) и $\text{Yb}_{14}\text{MnSb}_{11-x}\text{Te}_x$, исследованию физико-химических, термических и термодинамических свойств.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, общих выводов и списка использованной литературы. Работа изложена на 119 страницах компьютерного набора, иллюстрирована 51 рисунком и содержит 32 таблицы. Список литературы включает 165 наименований.

В введении изложены актуальность данной работы, ее цель и задачи, практическая значимость, раскрыта основное содержание диссертации и ее структура .

В первой главе приведены сведения о диаграммах состояния, кристаллических структурах, свойствах антимонидах редкоземельных элементов, о фазах Цинтля и термоэлектрических материалах. Было показано, что фазы Цинтля являются перспективными термоэлектрическими материалами, но в литературе очень мало данных о антимонидах редкоземельных элементов, которые являются не только высокотемпературными термо-

электрическими материалами, но обладают уникальными магнитными свойствами.

Во второй главе описаны методы синтеза, роста монокристаллов исследованных материалов, аппаратура исследований.

В третьей главе выращены монокристаллы $Yb_{14}MnSb_{11}$, $Yb_{14-x}Ln_xMnSb_{11}$ (где $X=0.1-0.9$) и $Yb_{14}MnSb_{11-x}Te_x$ (где $X=0.2-0.8$). Впервые более 32 полученных кристаллов были охарактеризованы рентгеноструктурным и микроЗондовым методами. Было показано, что все синтезированные твердые растворы, как и $Yb_{14}MnSb_{11}$, кристаллизуются в тетрагональной структуре типа $Ca_{14}AlSb_{11}$. Приведены параметры кристаллических решеток, рентгеновская и экспериментальная плотности. Проведено исследование термодинамических, термических свойств, изучена кинетика окисления синтезированных веществ. Изученные характеристики показали, что редкоземельные элементы входят в кристаллическую структуру $Yb_{14}MnSb_{11}$ максимально $x=0.44-0.5$, а теллур заменяет сурьму на $x=0.12-0.22$. Несмотря на незначительное растворение легирующие добавки увеличивают температуры плавления, уменьшают скорость окисления.

В четвертой главе приведены экспериментальные данные по электрическим, магнитным, тепловым свойствам монокристаллов $Yb_{14-x}Tm_xMnSb_{11}$ и $Yb_{14}MnSb_{11-x}Te_x$, проведенных в лаборатории Калифорнийского университета. Эти исследования показали, что $Yb_{14}MnSb_{11}$ легированный редкоземельными элементами и теллуром являются перспективными термоэлектрическими материалами. Легирование теллуром повысил коэффициент добротности $Yb_{14}MnSb_{11}$ приблизительно на 20%.

Анализ содержания экспериментальных данных в диссертации Ф.А.Махмудова показывает, что им впервые получены более 32 новых фаз Цинтля, впервые они изучены и сделанные им выводы являются достоверными. Основное содержание диссертационной работы отражено в автореферате диссертации и в опубликованных работах в журналах рекомендованных ВАК РФ и в американских, прошли обсуждения на

Региональных и Международных конференциях. Полученные данные по физическим и химическим свойствам являются справочными и пополнят банк термодинамических характеристик полупроводникового материаловедения. Синтезированные твердые растворы рекомендуются как высокотемпературные термоэлектрические материалы, причем твердые растворы с теллуром имеют $zT \approx 1.2-1.3$ при 1200К, что намного превышает существующие высокотемпературные материалы.

Вместе с тем по диссертационной работе Ф. А. Махмудова имеются ряд замечания:

1. Поскольку объем авторефера большой, то можно было не помещать так много рисунков по магнитным свойствам, которые к тому же получены в США.
2. Не во всех измерениях показана ошибка опытов.
3. В тексте диссертации и авторефера встречаются грамматические и технические ошибки.

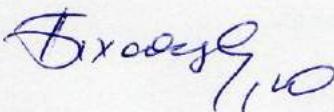
Однако сделанные замечания не умаляют основные достоинства выполнений работы. Диссертационная работа Махмудова Фархода Абдухаликовича представляет собой завершенное научное исследование. Полученные результаты имеют как теоретическое, так и прикладное значение.

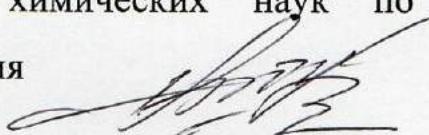
По своему содержанию и объему диссертационная работа Махмудова Фархода Абдухаликовича «Синтез, рост монокристаллов, свойства новых фаз Цинтля на основе антимонидов редкоземельных элементов » отвечает критериям пунктов 9-14 Положения о порядке присуждения ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 года №842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.01 – неорганическая химия.

Отзыв заслушан и утвержден на расширенном заседании кафедры неорганической химии химического факультета Таджикского национального университета от 15 февраля 2016 года, пр. №6.

Адрес: 734025, г.Душанбе, проспект Рудаки,17, Таджикский национальный университет.

E-mail: tgnu@mail.tj

Заведующий кафедрой неорганической химии Таджикского национального университета, кандидат химических наук по специальности 02.00.01 – неорганическая химия, доцент  Баходуров Ю.Ф.

Доцент кафедры неорганической химии Таджикского национального университета, кандидат химических наук по специальности 02.00.01 – неорганическая химия  Нурматов Т.М.

Подписи кандидата химических наук Баходурова Ю.Ф. и кандидата химических наук Нурматова Т.М. утверждаю:

Начальник УК и СИ ТНУ

Сироджиддини Эмомали

«16» февраля 2016 г.

