

AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI TƏHSİL NAZİRLİYİ
SUMQAYIT DÖVLƏT UNIVERSİTETİ

*Azərbaycan Xalq Cümhuriyyətinin
100 illik yubileyinə həsr olunur*

TƏTBİQİ FİZİKA VƏ ENERGETİKANIN
AKTUAL MƏSƏLƏLƏRİ

BEYNƏLXALQ ELMİ KONFRANSIN

MATERİALLARI

(24-25 may 2018-ci il)

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПРИКЛАДНОЙ ФИЗИКИ И ЭНЕРГЕТИКИ
ACTUAL ISSUES APPLIED PHYSICS AND OF ENERGY

SUMQAYIT-2018

AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI TƏHSİL NAZİRLİYİ
SUMQAYIT DÖVLƏT UNİVERSİTETİ

*Azərbaycan Xalq Cümhuriyyətinin
100 illik yubileyinə həsr olunur*

TƏTBİQİ FİZİKA VƏ ENERGETİKANIN
AKTUAL MƏSƏLƏLƏRİ
BEYNƏLXALQ ELMİ KONFRANSIN
MATERİALLARI

24-25 may 2018

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ
СУМГАИТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

*Посвящается 100-летнему юбилею
Азербайджанской Демократической Республики*

МАТЕРИАЛЫ
МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ
ПРИКЛАДНОЙ ФИЗИКИ И ЭНЕРГЕТИКИ

24-25 мая 2018

MINISTRY OF EDUCATION OF AZERBAIJAN REPUBLIC
SUMGAIT STATE UNIVERSITY

*Is dedicated to 100th anniversary
of Azerbaijan Democratic Republic*

MATERIALS
INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE FOR THE
ACTUAL ISSUES APPLIED PHYSICS AND OF ENERGY

24-25 may 2018

За этим выражением (2) C_p для $TmCl_3 \cdot 6H_2O$ при 427 К равна величине 355,68 Дж/(моль×К).

Таким образом, впервые для тулий (III) хлорида гексагидрата $TmCl_3 \cdot 6H_2O$ спрогнозирована изобарная теплоемкость в температурном интервале 298–427 К. Представленные результаты дают основания утверждать, что расчетные величины являются достаточно точными, а использованный способ оценки при комнатной температуре не уступает известным экспериментальным методам.

Список литературы

1. Rabor J.B., Yoshidome T., Mitsushio T., Yoshida K., Sarno B.J. and Higo M. Luminescence Spectral Changes of Solid $EuCl_3 \cdot 6H_2O$ Under *N, N*-Dimethylformamide and Methanol Vapors. *IJAK*. 2013, 3(3), 159–181.
2. Prabhat Bhat, Gomathi Shridhar, Savita Ladage, Lakshmy Ravishankar. An eco-friendly synthesis of 2-pyrazoline derivatives catalysed by $CeCl_3 \cdot 7H_2O$. *J. Chem. Sci.* 2017, 129(9), 1441–1448.
3. Nur Atiqa Bt Rahmat, Hairul Azhar Abd Rashid, H.Y. Wong and Mukter Zaman. Investigation of the Characteristics of Thulium Doped Alumina Nanoparticles for Applications in Silica-Based Fibers. *Am. J. Appl. Sci.* 2017, 14(1), 150–156.
4. Сокольский Ю.М. Числа осцилляторов в кристаллах сложных химических веществ. *Журн. физ. химии*. 1982, 56(3), 722–724.
5. Сокольский Ю.М. Расчет тепловых свойств солей с оксианионами. *Неорг. материалы*. 1983, 19(1), 120–122.
6. Сокольский Ю.М. О расчете теплоемкости кристаллов сложных химических веществ. *Неорг. материалы*. 1986, 22(6), 1051–1053.
7. Козьма А.А. Про хвильові числа валентних коливань хімічних зв'язків метал–оксиген у неорганічних солях із оксоаніонами. *Наук. вісник Ужгородського у-ту. Серія «Хімія»*. 2015, 1(33), 18–21.
8. Ефимов А.И., Белорукова Л.П., Василькова И.В., Чечев В.П. Свойства неорганических соединений. Справочник. Л.: *Химия*, 1983. С. 392.
9. Barin I. (in collab. with Platzki G.). Thermochemical Data of Pure Substances. Weinheim: *VCH*, 3 ed., 1995. P. 1885.
10. Smith A.L., Griveau J.-C., Colineau E., Raison P.E., Konings R.J.M. Low temperature heat capacity of α - Na_2NpO_4 . *Thermochim. Acta*. 2015, 617, 129–135.
11. Козьма А.А. Про застосовність методу Келлога-Кубашевського для визначення температурної залежності теплоємності $CeCl_3 \cdot 7H_2O$. *Міжнар. наук.-практ. конф. «Перспективні напрямки наукової думки», 18 квітня 2018 р., Тернопіль, Україна: зб. наук. праць «ЛОГОС»*. 2018, 6, 101–103.

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ НЕКОТОРЫХ СЛОЖНЫХ СЕЛЕНИДОВ ТАЛЛИЯ

Козьма А. А., Переш Е. Ю., Барчий И. Е., Сабов М. Ю.

Ужгородский национальный университет

Термоэлектрическое преобразование тепла в электричество относится к сфере альтернативной энергетики, которая с каждым днем ставится все более актуальной. Одним из важных направлений поиска новых термоэлектрических материалов служит синтез и изучение свойств образцов, содержащих таллий. Введение тяжелых атомов этого элемента в структуру полупроводниковых сплавов позволяет увеличивать их термоэлектрическую мощность ($\alpha^2\sigma$) и снижать теплопроводность (χ). Принимая во внимание, что термоэлектрическая добротность (Z_T) рассчитывается из выражения $Z_T = \alpha^2\sigma\chi^{-1}$, вполне оправданным видится появление высокоэффективных преобразователей энергии среди таллийсодержащих материалов [1-4].

В данной работе представлены величины термоэлектрической добротности для некоторых сплавов (индивидуальных соединений, твердых растворов и эвтектических композиций), которые реализуются в системе $Tl_2Se-SnSe_2-Bi_2Se_3$.

Научной основой поиска новых материалов служат диаграммы состояния соответствующих систем, которые позволяют выявить наиболее перспективные составы для термоэлектрического исследования [5, 6]. Характер физико-химического взаимодействия компонентов в квазитройной системе $Tl_2Se-SnSe_2-Bi_2Se_3$ изучен в работах [7-14]. Эти результаты служили исходными данными

для синтеза и последующего изучения в температурном интервале 300–600 К термоэлектрических свойств промежуточных фаз.

В результате проведенных исследований установлено, что среди индивидуальных соединений системы $Tl_2Se-SnSe_2-Bi_2Se_3$ наиболее высокой термоэлектрической добротностью обладают сложные селениды $TlBiSe_2$ и Tl_9BiSe_6 . Для первого из них фиксировали $Z_T = 0,60 \times 10^{-3} K^{-1}$ при 570 К, а для второго $Z_T = 1,53 \times 10^{-3} K^{-1}$ при 590 К [15].

Среди твердых растворов наиболее высокие термоэлектрические параметры фиксировали на сечении $Tl_4SnSe_4-Tl_9BiSe_6$, для которого получали образцы с максимальной величиной $Z_T = (2,75-2,90) \times 10^{-3} K^{-1}$ при температурах 450–590 К [16].

На сегодняшний день в литературных источниках недостаточно представлены термоэлектрические свойства эвтектических сплавов. Поэтому важно отметить, что в системе $Tl_2Se-SnSe_2-Bi_2Se_3$ получены образцы эвтектических композиций с высокой термоэлектрической добротностью. Например, на сечениях $SnSe_2-TlBiSe_2$ и $Tl_4SnSe_4-Tl_9BiSe_6$ для соответствующих эвтектик Z_T достигает значений до $1,52 \times 10^{-3} K^{-1}$ [17, 18].

Из работ [19-21] следует, что технологические условия получения материалов могут существенно влиять на их свойства. Поэтому для некоторых наиболее перспективных сплавов системы $Tl_2Se-SnSe_2-Bi_2Se_3$ также изучены влияния разных технологических подходов синтеза на их термоэлектрические параметры. В результате установлено, что для индивидуального Tl_9BiSe_6 и эвтектики состава $(SnSe_2)_{0,55}(TlBiSe_2)_{0,45}$ величины Z_T можно увеличивать на более чем 50 % [22] и 70 % [23] соответственно.

Таким образом, в системе $Tl_2Se-SnSe_2-Bi_2Se_3$ получен ряд перспективных термоэлектрических материалов, которые по величине термоэлектрической добротности не уступают лучшим современным таллийсодержащим образцам [1-3, 19, 20].

Список литературы

1. Шевельков А.В. Химические аспекты создания термоэлектрических материалов. *Успехи химии*. 2008, 77(1), 3–21.
2. Sootsman J.R., Duck Young Chung, and Kanatzidis M.G. New and Old Concepts in Thermoelectric Materials. *Angew. Chem. Int. Ed.* 2009, 48, 8616–8639.
3. Дмитриев А.В., Звягин И.П. Современные тенденции развития физики термоэлектрических материалов. *Успехи физ. наук*. 2010. 180(8), 821–838.
4. Козьма А.А., Переш Є.Ю., Барчий І.Є., Сабов М.Ю. До 190-річчя відкриття ефекту Зеебека. *Наук. вісник Ужгородського у-ту. Серія «Хімія»*. 2011, 1(25), 26–31.
5. Козьма А.А., Сабов М.Ю., Переш Е.Ю., Барчий І.Є., Цигика В.В. Термоэлектрические свойства эвтектического сплава системы $SnSe_2-Bi_2Se_3$. *Неорг. материалы*. 2015, 51(2), 131–136.
6. Барчий І.Є., Тацькар А.Р., Козьма А.А., Переш Е.Ю. Взаимодействие компонентов в квазитройной системе $Tl_2Se-Tl_4SnSe_4-Tl_9SbSe_6$. *Журн. неорг. химии*. 2015, 60(9), 1260–1264.
7. Козьма А.А., Барчий О.І., Переш Є.Ю., Барчий О.І. Триангуляція квазіпотрійної системи $Tl_2Se-SnSe_2-Bi_2Se_3$. *Proceeding of IV International workshop "RNAOPM'2008". Lutsk, Jine 1–5, 2008*, р. 40–42.
8. Козьма А.А., Переш Є.Ю., Барчий І.Є., Цигика В.В., Барчий О.І. Система $SnSe_2-TlBiSe_2$. *Наук. вісник Ужгородського у-ту. Серія «Хімія»*. 2008, 20, 89–92.
9. Козьма А.А., Барчий І.Є., Переш Є.Ю., Цигика В.В. Фізико-хімічна взаємодія у квазіпотрійній системі $SnSe_2-TlBiSe_2-Bi_2Se_3$. *Наук. вісник Ужгородського у-ту. Серія «Хімія»*. 2009, 21, 6–12.
10. Козьма А.А., Барчий І.Є., Переш Є.Ю., Цигика В.В. Фазові рівноваги на квазібінарних перерізах квазіпотрійної системи $Tl_2Se-SnSe_2-Bi_2Se_3$. *Укр. хім. журн.* 2010, 76(4), 80–84.
11. Козьма А.А., Барчий І.Є., Переш Є.Ю., Соломон А.М., Цигика В.В. Система $SnSe_2-Tl_2SnSe_3-TlBiSe_2$. *Укр. хім. журн.* 2010, 76(12), 76–80.
12. Kozma A.A., Barchij I.E., Peresh E.Yu. Phase relation in the $Tl_2SnSe_3-Tl_4SnSe_4-TlBiSe_2$ quasiternary system. *Chem. Met. Alloy.* 2011, 4(1-2), 94–97.
13. Барчий І.Є., Козьма А.А. Фазові рівноваги у квазіпотрійній системі $Tl_4SnSe_4-TlBiSe_2-Tl_9BiSe_6$. *Укр. хім. журн.* 2011, 77(7), 32–37.
14. Козьма А.А. Взаємодія компонентів у квазіпотрійній системі $Tl_4SnSe_4-Tl_2Se-Tl_9BiSe_6$. *Наук. вісник Ужгородського у-ту. Серія «Хімія»*. 2013, 2(30), 15–22.

15. Козьма А.А., Барчій І.Є., Переш Є.Ю., Цигика В.В., Беца В.В., Соломон А.М., Сабов М.Ю. Одержання та термоелектричні властивості полікристалічних сполук $TlBiSe_2$ і Tl_9BiSe_6 . *Наук. вісник Ужгородського у-ту. Серія «Хімія»*. 2010, 23, 22–25.
16. Патент на винахід №96535. Термоелектричний матеріал на основі твердого розчину в системі $Tl_4SnSe_4-Tl_9BiSe_6$. Козьма А.А., Барчій І.Є., Переш Є.Ю., Сабов М.Ю., Беца В.В., Цигика В.В. Опубліковано бюлетень №21 від 10.11.2011.
17. Козьма А.А., Переш Є.Ю., Барчій І.Є., Сабов М.Ю., Беца В.В., Цигика В.В. Термоелектричні властивості евтектичних сплавів систем $TlBiSe_2-SnSe_2$ (Tl_2SnSe_3 , Tl_4SnSe_4) і $Tl_4SnSe_4-Tl_9BiSe_6$. *Укр. хім. журн.* 2011, 77(9), 23–26.
18. Козьма А.А., Переш Є.Ю., Барчій І.Є., Сабов М.Ю., Зубака О.В. Термоелектричні властивості евтектичних сплавів квазіпотрійної системи $SnSe_2-TlBiSe_2-Bi_2Se_3$. *Наук. вісник Ужгородського у-ту. Серія «Хімія»*. 2016, 1(35), 22–27.
19. Wölfing B., Kloc S., Teubner J., Bucher E. High performance thermoelectric Tl_9BiTe_6 with an extremely low thermal conductivity. *Phys. Rev. Lett.* 2001, 86(19), 4350–4353.
20. Yamanaka S., Kosuga A., Kurosaki K. Thermoelectric properties of Tl_9BiTe_6 . *J. Alloy Compd.* 2003, 352(1–2), 275–278.
21. Козьма А.А., Барчій І.Є., Переш Є.Ю., Сабов М.Ю., Беца В.В., Цигика В.В., Габорець Н.Й. Про взаємозв'язок технологічних умов одержання та властивостей вихідних сполук системи $SnSe_2-Bi_2Se_3-TlBiSe_2$. *Наук. вісник Ужгородського у-ту. Серія «Хімія»*. 2011, 2(26), 34–40.
22. Патент на винахід №109002. Спосіб підвищення термоелектричної добротності матеріалу на основі сполуки нонаталій (I) гексаселенобісмутиту Tl_9BiSe_6 . Козьма А.А., Барчій І.Є., Переш Є.Ю. Опубліковано бюлетень №13 від 10.07.2015.
23. Патент на винахід №113556. Спосіб термічної обробки евтектичного сплаву $(SnSe_2)_{0.55}(TlBiSe_2)_{0.45}$. Козьма А.А., Барчій І.Є., Переш Є.Ю., Сабов М.Ю. Опубліковано бюлетень №3 від 10.02.2017.