**Термоэлектрические свойства тройного халькогенида состава PbSnS2**

***Аргунов Е.В.***

*Аспирант, 3 год обучения*

*Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС», Институт Новых Материалов и Технологий, кафедра Функциональных наносистем и высокотемпературных материалов, Москва, Россия*

*E-mail:* [*efim.argunov@mail.ru*](mailto:efim.argunov@mail.ru)

На сегодняшний день в сфере энергетики существует серьезная проблема выброса излишнего тепла [1]. Интерес исследователей вызывают термоэлектрические материалы, способные генерировать электроэнергию за счет преобразования тепла. Большинство материалов на основе халькогенидов металлов (MX, где X – S, Se, Te) уже успешно используются в производстве термоэлектрических модулей, обладая при этом средней эффективностью ZT ≈ 1 – 1.5 [2]. Однако, дальнейшее увеличение термоэлектрической добротности материалов ограничено обратными концентрационными зависимости электрической проводимости и коэффициента Зеебека [3]. В связи с этим активно ведутся работы по оптимизации методов синтеза, а также поиск новых материалов. Одним из перспективных термоэлектрических материалов является соединение PbSnS2, которое привлекло внимание исследователей из-за низких значений решеточной теплопроводности [4].

В настоящей работе было проведено исследования влияния Bi на транспортные свойства Pb(1‑x)BixSnS2. Материал был получен методом ампульного жидкофазного синтеза в муфельной печи, с последующим помолом в планетарной шаровой мельнице и консолидацией порошков методом искрового плазменного спекания (SPS). Рентгенофазовый анализ показал наличие необходимой фазы и небольшое количество примесей, которые были подтверждены методом сканирующей электронной микроскопии (SEM) и энергодисперсионным анализом (EDX).

Температурные зависимости коэффициента Зеебека (*α*) и электропроводности (*σ*) были получены на установке ZEM (Cryotel, Россия, Москва). Установлено, что соединение обладает достаточно низкой электропроводностью, которая обусловлена низкой концентрацией носителей заряда *nh* = 1.05∙1015см-3 при T = 415 К, при этом подвижность составила *μh* = 9.58 см2∙В‑1∙с‑1. Теплопроводность материала была измерена методом лазерной вспышки (LFA) и для исходного состава составила достаточно низкое значение λ = 0.35 В∙м‑1∙К‑1 при Т = 850 K, что согласуется с литературными данными [4]. Показано, что замещение свинца на висмут на порядок увеличивает электропроводность и повысило коэффициент мощности (PF) материала.

Дальнейшая работа будет заключаться в исследовании влияния легирующих добавок PbI2, PbCl2, атомов замещения (P, Se) на электро‑ и теплофизические свойства.

**Литература**

1. Zebarjadi M, Esfarjani K, Dresselhaus M. S., Ren Z. F., Chen G. Perspectives on thermoelectrics: from fundamentals to device applications // Energy Environ. Sci. 2012. Vol. 5. P. 5147‑5162.

2. He J., Tritt T. M., Advances in thermoelectric materials research: Looking back and moving forward Science // 2017. Vol. 357. P. 1‑9.

3. Wei J., Yang L., Ma Z., Song P., Zhang M., Ma J., Yang F. Wang X. Review of current high-ZT thermoelectric materials // J Mater Sci. 2020. Vol. 55. P. 12642‑12704.

4. Zhan S., Hong T., Qin B. et al. Realizing high-ranged thermoelectric performance in PbSnS2 crystals // Nat. Commun. 2022. Vol. 13. P. 9.