**Оптимизация технологии получения среднетемпературного термоэлектрического материала на основе твердого раствора MgSb - MgBi n-типа**

***Михайлова А.А.1,2, Маркин А.А.1, Табачкова Н.Ю.2, Дыбов В.А.1***

*Младший научный сотрудник, аспирант, 3 год обучения*

*1 АО «Государственный научно-исследовательский и проектный институт редкометаллической промышленности «Гиредмет» имени Н.П. Сажина*  
*Москва, Россия*

*2 ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», Москва, Россия  
E-mail: aluona\_mikhailova\_style@mail.ru*

Потребность в термоэлектрических материалах (ТЭМ), которые являются составными частями термоэлектрических генераторов (ТЭГ), объясняется универсальностью и специфичностью работы генераторов. ТЭГ автономны в использовании, не имеют движущихся частей и работают без вибраций, что дает возможность интеграции их в энергетические и тепловые установки, повышая КПД систем за счет преобразования бросового тепла в электрическую энергию. Основным принципом работы ТЭГ является эффект Зеебека. ТЭГ состоит из ветвей n и p-типа, и эффективность генератора напрямую зависит от материалов, которые будут в составе этих ветвей. В данной работе будет обсуждаться материал на основе Mg3Sb2 электронного типа проводимости. Относительно классических материалов антимонид магния экологичнее и имеет свойства сопоставимые с классическими среднетемпературными ТЭМ, например, теллуридом свинца, который используется в генераторах в качестве материала ветвей n-типа.

Результаты термоэлектрических свойств ТЭМ антимонида магния имеют большой разброс, в основном из-за способа и степени отработки материала на этапе получения компактированных образцов. zT=1,8 для состава твердого раствора MgSb-MgBi легированный теллуром, был признан самым высокоэффективным и экспериментально полученным на сегодняшний день [1]. Поэтому целью данной работы является оптимизация технологии получения среднетемпературного ТЭМ на основе антимонида магния, перспективного для применения в ТЭГ с рабочим диапазоном температур от 400 до 800 К, методом механохимического синтеза (МХС) с последующим искровым плазменным спеканием (ИПС).

Проведена серия экспериментов по проведению установления зависимости гранулометрического состава получаемых в ходе МХС в планетарно шаровой мельнице (PM 400MA, Retsch) порошков от времени и условий синтеза. Выявлено, что при 5 ч МХС материал имеет нормальное распределение частиц в 3.4 мкм и является однофазным, с минимальным разбросом по размеру частиц. При дальнейшем МХС размер частиц материала меняется несущественно, что является критерием оптимизированной обработки материала. Полученный порошок спекали методом искрового плазменного спекания (SPS-511 S, DR. Sinter LAB) при режимах: температуры спекания от 873 до 973 К, давление от 45 до 55 МПа, время выдержки при температуре спекания – от 4 до 10 мин. Был проведен рентгеноструктурный фазовый анализ, для контроля фазового состава порошков и компактированных образцов. Также образцы были изучены на сканирующем электронном микроскопе, распределение частиц по размерам проводили методом анализа изображений с помощью библиотеки компьютерного зрения, плотность образцов измеряли методом Архимеда.

*Коллектив авторов выражает благодарность Литвиновой Галине Николаевне и Мельниковой Ирине Михайловне за проведения измерений и консультации.*

**Литература**

1. J. Tani, H. Ishikawa. One-step rapid synthesis of n-type Y-doped Mg3Sb2 by pulsed electric current sintering and investigation of its thermoelectric properties // Materials Letters. 2020. Vol. 262. P. 127056.