

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В РЕАКЦИОННЫХ ТИГЛЯХ ПРИ СИНТЕЗЕ ИНТЕРМЕТАЛЛИДОВ

Болкунов Г.А. (ИТМО)

Научный руководитель – кандидат технических наук, доцент Новотельнова А.В.
(ИТМО)

Введение. Изучение условий синтеза определенных фаз в системе железо-олово представляет большой интерес для термоэлектрического материаловедения [1,2]. Обнаружение в ряде соединений системы Fe-Sn высоких значений аномальных эффектов Холла и Нернста дает возможность внедрения перспективных материалов в магнитных устройствах и преобразователях энергии, использующих в своей работе поперечный термомагнитный эффект Нернста [3,4].

Одним из поисковых методов для получения определенных фаз в лабораторных условиях служит техника плавки в реакционных тиглях. В результате лабораторных исследований необходимо определить оптимальные технологические условия возникновения в процессе твердофазного синтеза конкретных фаз интерметаллических соединений с улучшенными магнитными свойствами и высоким термомагнитным эффектом. Тем не менее, в процессе эксперимента невозможно определить термо- и электродинамические параметры в реакционной зоне тигля, что требует математического моделирования реального эксперимента.

Основная часть. В программе Comsol Multiphysics разработана модель установки для реакционного синтеза. В модели через заполненный оловом железный тигель пропускается электрический ток. Нагрев и протекание электрического тока способствуют прохождению процессов диффузии олова и железа. Посредством математического моделирования методом конечных элементов нами было проведено исследование распределения температурных полей и плотности тока внутри тигля, а также их влияние на диффузионную активность между компонентами системы.

Определено влияние соотношения внутреннего d и внешнего D диаметров на поля температуры и плотности электрического тока, оказывающих влияние на распределение синтезируемых фаз. Обнаружена заметная зависимость эффективности диффузии именно от величины внутреннего диаметра тигля. Приведено сопоставление результатов эксперимента и моделирования при использовании постоянного и переменного тока, а также их различных параметров.

Выводы. Проведен комплексный анализ зависимостей основных характеристик процесса реакционного синтеза от технологических условий эксперимента.

Список использованных источников:

1. Sales B. C. et al. Ferromagnetism of Fe₃Sn and alloys //Scientific reports. – 2014. –V.4.-7024.
2. Fayyazi B. Experimental and computational analysis of binary Fe-Sn ferromagnetic compounds // Acta Materialia. -2019/ V. 180.-126-140.
3. Taishi Chen et al. Large anomalous Nernst effect and nodal plane in an iron-based kagome ferromagnet// Science Advances. - 2022. -№8.
4. Miyasato, T., Abe, N., Fujii, T., Asamitsu, A., Onose, Y., Onoda, S., Tokura, Y. Anomalous Hall effect and Nernst effect in itinerant ferromagnets// Journal of Magnetism and Magnetic Materials.-2007.- 310(2).- P.1053–1055

Автор _____ Болкунов Г.А.

Научный руководитель _____ Новотельнова А.В.