

Сведения о выполненных работах и полученных научных результатах  
в период с 27.07.2022 г. по 30.06.2023 г.

по проекту **«Разработка и исследование физических свойств полимерных магнитных композиционных материалов на основе оксидных ферримагнетиков для обеспечения электромагнитной совместимости технических средств»**,  
поддержанному Российским научным фондом

Соглашение № 22-79-00074

Руководитель: Вагнер Дмитрий Викторович, канд. техн. наук

За отчётный период проведены следующие работы:

1. Проведен синтез оксидных ферримагнетиков с гексагональной и кубической структурой с применением стандартной керамической технологии, метода самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС), золь-гель метода, механохимического метода.

2. Проведены исследования структурных характеристик и фазового состава ферритов.

3. Проведены исследования магнитных свойств (намагниченность насыщения; остаточная намагниченность; коэрцитивная сила; поле анизотропии методом ферромагнитного резонанса для гексаферритов, и по закону приближения к насыщению для ферритов со структурой шпинели) порошков ферритов.

4. Определены размеры частиц гексаферритов  $BaFe_{12}O_{19}$  из вычислений области когерентного рассеивания для всех образцов.

5. Измерены зависимости начальной магнитной проницаемости порошков ферритов от температуры.

6. Проведен выбор связующего для изготовления образцов композиционных материалов.

7. Изготовлены образцы композиционных материалов на основе ферритов.

8. Проведены измерения коэффициентов отражения и прохождения образцов композиционных материалов.

9. Определены значения начальной магнитной проницаемости образцов композиционных материалов.

10. Восстановлены полные спектры комплексной магнитной проницаемости с помощью соотношений Крамерса-Кронига.

11. Подготовлена и опубликована статья в журнале «Inventions».

12. Результаты работы будут представлены на международной конференции «Углерод: фундаментальные проблемы науки, материаловедение, технология» (CFPMST 2023), 7–9 июня 2023 года.

Полученные при выполнении работы результаты:

1. Образцы гексаферрита  $BaFe_{12}O_{19}$ , синтезированные

- а) по стандартной керамической технологии,
- б) механохимическим методом,
- в) золь-гель методом.

2. Образцы ферритов со структурой шпинели  $\text{NiFe}_2\text{O}_4$  и  $\text{CoFe}_2\text{O}_4$ .

3. Образцы системы гексаферритов Y-типа  $\text{Ba}_2\text{Co}_{2-x}\text{Zn}_x\text{Fe}_{12}\text{O}_{22}$  ( $x = 0,0; 0,5; 1,0; 1,5$ ), полученные методом самораспространяющегося высокотемпературного синтеза без механической активации порошков исходных окислов.

4. Образцы системы гексаферритов Y-типа  $\text{Ba}_2\text{Co}_{2-x}\text{Zn}_x\text{Fe}_{12}\text{O}_{22}$  ( $x = 0,0; 0,5; 1,0; 1,5$ ), полученные методом самораспространяющегося высокотемпературного синтеза с предварительной механической активацией порошков исходных окислов.

5. Образцы системы гексаферритов Y-типа  $\text{Ba}_2\text{Co}_{2-x}\text{Ti}_x\text{Fe}_{12}\text{O}_{22}$  ( $x = 0,0; 0,5; 1,0; 1,5$ ).

6. Образцы ферритов  $\text{NiFe}_2\text{O}_4$  (S-тип),  $\text{Ba}_2\text{NiCuFe}_{12}\text{O}_{22}$  (Y-тип) и  $\text{Ba}_3\text{Co}_{1,9}\text{Ti}_{0,4}\text{Fe}_{23,7}\text{O}_{41}$  (Z-тип), синтезированные по стандартной керамической технологии.

7. Петли гистерезиса исследуемых образцов.

8. Снимки сканирующей электронной микроскопии исследуемых образцов.

9. Рентгеновские дифракционные диаграммы исследуемых образцов.

10. Образцы композиционных материалов следующих составов:

а) 70 масс. %  $\text{Ba}_3\text{Co}_{1,9}\text{Ti}_{0,4}\text{Fe}_{23,7}\text{O}_{41}$  + 30 масс. % ЭД-20;

б) 70 масс. %  $\text{NiFe}_2\text{O}_4$  + 30 масс. % ЭД-20;

в) 70 масс. %  $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$  + 30 масс. % ЭД-20;

г) 70 масс. %  $\text{Ba}_2\text{CoZnFe}_{12}\text{O}_{22}$  + 30 масс. % ЭД-20;

д) 65 масс. %  $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$  + 34,95 масс. % ЭД-20 + 0,5 масс. % МУНТ;

е) 75 масс. %  $\text{Ba}_2\text{NiCuFe}_{12}\text{O}_{22}$  + 25 масс. % ЭД-20.

11. Спектры действительной ( $\mu'$ ) и мнимой ( $\mu''$ ) части магнитной проницаемости.

12. Спектры действительной ( $\epsilon'$ ) и мнимой ( $\epsilon''$ ) части диэлектрической проницаемости.

13. Начальные значения действительной и мнимой части магнитной и диэлектрической проницаемости.

14. Спектры коэффициентов отражения образцов композиционных материалов.

Ссылки на информационные ресурсы в сети Интернет, посвященные проекту:

Композиты, созданные на РФФ, будут лучше поглощать электромагнитное излучение. – URL: <https://news.tsu.ru/news/v-tgu-sozdayut-materialy-sposobnye-pogloshchat-elektromagnitnoe-izluchenie/> (дата обращения 04.05.2023).