

# СТАТИЧЕСКИЕ И ДИНАМИЧЕСКИЕ МАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА ПОЛИКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ГЕКСАФЕРРИТОВ СИСТЕМЫ $\text{Ba}_2\text{Ni}_{2-x}\text{Cu}_x\text{Fe}_{12}\text{O}_{22}$

<sup>a, b</sup>Карева К.В., <sup>a</sup>Вагнер Д.В., <sup>a</sup>Журавлев В.А.

<sup>a</sup> *Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск, Россия*

<sup>b</sup> *Национальный исследовательский Томский государственный университет, научная лаборатория терагерцовых исследований, Томск, Россия*

Оксидные ферритмагнетики с гексагональной структурой, обладающие магнитным порядком типа плоскости лёгкого намагничивания многообещающие материалы для различного применения, ввиду их высоких частот естественного ферромагнитного резонанса в сравнении с ферритами, имеющими кубическую кристаллическую структуру. Внутренняя структура и набор свойств (высокие значения намагниченности насыщения, низкая электрическая проводимость, магнитная проницаемость) позволяют их использовать не только в инженерной области, но и в медицине, электротехнике [1].

В данной работе обсуждаются гексаферриты Y-типа системы  $\text{Ba}_2\text{Ni}_{2-x}\text{Cu}_x\text{Fe}_{12}\text{O}_{22}$  ( $0 \leq x \leq 1.4$ ). Поликристаллические порошки гексаферритов были изготовлены методом стандартной керамической технологии. В ходе исследования были изучены электромагнитные характеристики полученных порошков.

По картинам рентгенограмм было выявлено присутствие примесных S- и M-фазы ферритов, что подтверждается так же анализом температурных зависимостей намагниченности и начальной магнитной восприимчивости. На термограммах наблюдаются максимумы, типичные для гексаферритов с плоскостью лёгкого намагничивания вблизи температуры Кюри в диапазоне  $300 \div 375$  K [1], однако, при высоких температурах наблюдаются дополнительные особенности в виде ступенек, что является следствием присутствия примесных шпинельной и M-фазы ферритов. Увеличение концентрации ионов  $\text{Cu}^{2+}$  ведёт к уменьшению температур всех фазовых переходов.

Петли гистерезиса измерялись для гексаферритов с максимальным содержанием Y-фазы ( $x=0.4, 1.0, 1.2$ ). Данные экспериментов показывают, что значения характеристик намагниченности насыщения, остаточной намагниченности, коэффициента прямоугольности и коэрцитивной силы не изменяются сильно с увеличением концентрации ионов  $\text{Cu}^{2+}$  до состава  $x=1.6$ . Дальнейшее изменение характеристик связано с увеличенным содержанием магнитотвёрдой M-фазы.

Для изготовления образцов ( $x=1$ ) была выбрана фракция порошка, содержащая частицы размером менее 60 мкм. Соотношение между наполнителем (ферритом) и связующим (эпоксидным клеем ЭДП-2) составляло 75:25 мас.%. Толщина образцов составляла  $3.41 \pm 0.02$  мм. Было изготовлено два набора образцов: первый набор (N1) во время полимеризации не подвергался воздействию внешнего поля, второй (N2) – помещался во внешнее магнитное поле величиной 4 кЭ, приложенное параллельно поверхности образца. Степень текстуры образцов N2 составила 0.86

Спектры коэффициента отражения композитных образцов N1 и N2 показывают, что эффективные полосы поглощения ( $< -10$  дБ) составляли 6.1-12.2 ГГц и 4.4-12.6 ГГц, соответственно. Увеличение рабочей полосы частот в N2 связано с возрастанием величины мнимой части комплексной магнитной проницаемости в диапазоне измерения в сравнении с образцом N1.

## Библиографические ссылки

1. Smit, J. et al – Philips Technical Library: Eindhoven, 1959. – 504 p.