

ПОЛУЧЕНИЕ И СВОЙСТВА МАГНИТОДИЭЛЕКТРИКОВ НА ОСНОВЕ ПОРОШКОВ МАГНИТНЫХ АМОРФНЫХ СПЛАВОВ

Бойко А.А.¹, Белый Д.И.², Подденежный Е.Н.¹

¹УО «Гомельский государственный технический университет им.П.О.Сухого», 246746, Гомель, пр-т Октября 48, Беларусь

²КБ Энергомашиностроения ОАО «Тушинский машиностроительный завод», 125362, Москва, ул. Свободы 35, Россия

Магнитные материалы сегодня присутствуют практически в любой области техники. Это источники питания, фильтры подавления помех, счетчики электроэнергии, телекоммуникационное оборудование и др., а также эффективные радиопоглощающие материалы [1].

Аморфные сплавы (обычно изготавливают в виде тонкой ленты) сочетают в себе высокие магнитные свойства с хорошими прочностными характеристиками, коррозионной стойкостью, температурной и деформационной стабильностью. Ферриты и магнитодиэлектрики характеризуются сравнительно небольшими значениями магнитных характеристик (начальная магнитная восприимчивость $\mu_n = 5 \cdot 10^4 - 2 \cdot 10^4$, $B_s = 0,3-0,5$ Тл, $H_c = 3 \cdot 10^3$ А/м) и высоким удельным электрическим сопротивлением ($\rho \sim 10^{14}$ Ом.м). Магнитные и электрические свойства магнитодиэлектриков можно регулировать изменением химического состава сплавов и связующего, режимов спекания и термообработки [2].

Для получения объемных изделий из аморфных ферромагнетиков используют главным образом два метода: формование порошков со связкой и компактирование приложением высоких давлений при небольшом нагреве [3].

Нами разработана методика компактирования аморфных порошков с использованием неорганического связующего с низкой температурой отверждения (до 140°C). Предварительно порошок обрабатывается в коллоидном растворе с целью формирования на поверхности порошка диэлектрической пленки. Толщина пленки составляет 20-60 нм. Разработанная связка имеет высокую адгезионную способность к сформированному покрытию. Затем порошок со связкой прессуют с усилием 6-7 т, и термообрабатывают при температуре 120-140°C в течение 4-6 часов.

В итоге получен «зернистый» многослойный материал. Зерна представляют собой композит (рис. 1) ядро которого (1) – частицы ферромагнитного сплава с размерами 40 – 90 мкм, на поверхность которого нанесена электроизолирующая пленка на основе диоксида кремния (2) толщиной до 50 нм, далее слой связующего (3), толщиной 0,1 – 0,5 мкм.

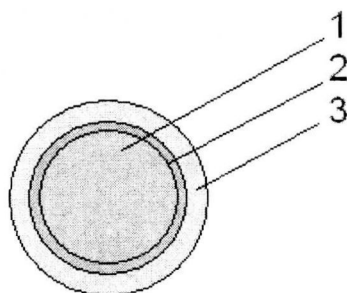


Рис. 1. Зерно магнитодиэлектрического композиционного материала

Исследованы механические и магнитные свойства магнитодиэлектрического материала на основе порошка сплава «Сендаст» и керамической связки. Установлена зависимость

магнитных характеристик от количества связующего, размера исходных зерен магнитного порошка (рис. 2). Видно, что магнитные характеристики материала в значительной степени зависят не только от гранулометрического состава исходного магнитного порошка, но также от величины пористости материала.

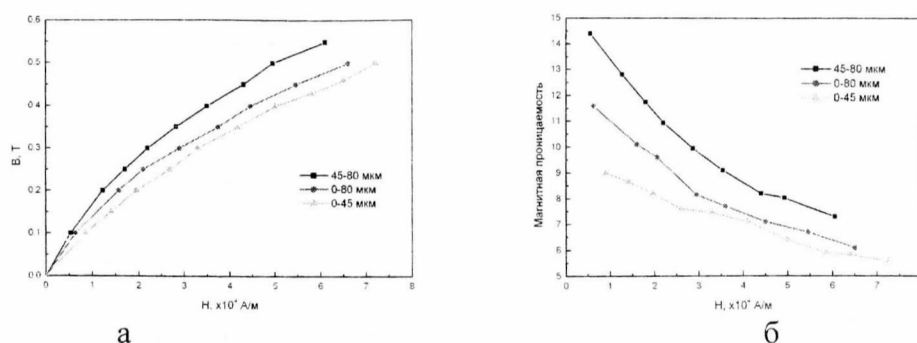


Рис. 2. Кривые намагниченности (а) и относительная магнитная проницаемость (б)

На порошках сплавов X25Ю5 и 5БДСР зернистостью 90-110 мкм (кривые 1, 2 и 5,6, рис. 3) и 40-90 мкм (кривые 3, 4 и 7,8, рис. 3) достигнута индукция насыщения 0,8 Т, при электросопротивлении материала образцов в диапазоне 50-100 кОм·см.

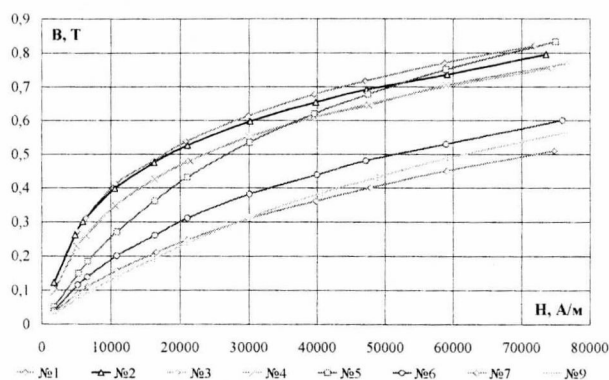


Рис. 3. Кривые намагничивания для сплава X25Ю5 (1,2,3,4) и сплава 5БДСР (5,6,7,8).

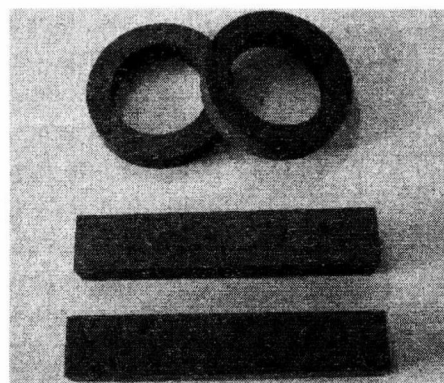


Рис. 4. Образцы магнитодиэлектриков

Таким образом, разработана и апробирована методика формирования магнитодиэлектрического композиционного материала с использованием магнитного порошка и керамической связки. Полученные материалы перспективны для применений в магнитопроводах электрических машин и СВЧ технике. Образцы материалов представлены на рис. 4.

Список литературы

- [1] Аморфные металлические сплавы, под ред. Ф.Е. Люборского, М., Металлургия, 1987.
- [2] Мишин Д.Д. Магнитные материалы, М., Высш.школа, 1981.
- [3] Chang-He S., Cammarata R.C., Weihs T.P. J.Mater.Res. **15**, 4, 835 (2000).