

МАГНІТНО-М'ЯКІ КОМПОЗИТИ НА ОСНОВІ НАНОКРИСТАЛІЧНОГО СПЛАВУ $\text{Fe}_{73}\text{Si}_{16}\text{B}_7\text{Cu}_1\text{Nb}_3$ З ЦЕМЕНТНОЮ ЗВ'ЯЗКОЮ ДЛЯ СИЛОВОЇ ЕЛЕКТРОНІКИ

Носенко А.В.¹, Байталюк Б.С.², Баглюк Г.А.², Носенко В.К.¹

¹*Інститут Металофізики ім. Г. В. Курдюмова НАН України*

²*Інститут проблем матеріалознавства ім. І. М. Францевича НАН України*
email:itrij@ukr.net

Останнім часом магнітно-м'які магнітодіелектрики на основі аморфних та нанокристалічних сплавів привертають все більшу увагу науковців як перспективна заміна дорогим пермалоєвим осердям. Переваги нанокристалічних сплавів: висока індукція насичення, регульована магнітна проникність, хороша її частотна залежність, малі втрати, температурна стабільність. Проблема традиційного методу отримання магнітодіелектриків: необхідність пресування порошків під високим тиском, що ускладнює технологію та підвищує вартість. Іншою проблемою магнітодіелектриків є низька температурна стабільність органічних зв'язок, що зазвичай використовуються як діелектрики для ізолювання частинок порошку пермалою одна від одної. Тому метою роботи була розробка нового підходу до виготовлення магнітно-м'яких композитів для силової електроніки. Запропоновано метод отримання осердь на основі порошку нанокристалічного сплаву ММ-11Н ($\text{Fe}_{73}\text{Si}_{16}\text{B}_7\text{Cu}_1\text{Nb}_3$) із використанням портланд цементу як зв'язки, що виключає традиційну операцію пресування. Це спрощує технологічний процес та відкриває можливості для створення магнітних компонентів різноманітних форм і розмірів.

Було проведено детальний аналіз магнітних властивостей розроблених композитів у постійних та змінних магнітних полях на тороїдальних зразках. Результати показали, що отримані осердя мають відносну магнітну проникність близько 30 одиниць та демонструють значно нижчі втрати на перемагнічування (на 30-80%) при частоті 200 кГц та індукції 0,01 Тл порівняно з деякими промисловими магнітодіелектриками на основі нікель-молібденового пермалою, залізо-нікелевого сплаву та сплаву $\text{Fe-6,5мас.}\% \text{Si}$.

Важливою перевагою розроблених магнітно-м'яких композитів є їх висока температурна стабільність (до 300°C) завдяки використанню неорганічної цементної зв'язки, що робить їх придатними для застосування в умовах підвищених температур, де органічні зв'язки є неефективними. Зокрема, розглянуто потенціал їх використання в концентраторах магнітного потоку індукційних нагрівачів.

Частотні характеристики магнітної проникності отриманих композитів також виявили меншу залежність від частоти в діапазоні 50-500 кГц (зміна близько 6%) порівняно з традиційними матеріалами. Крім того, осердя продемонстрували достатню механічну міцність.

Таким чином, розроблені магнітно-м'які композити на основі нанокристалічного сплаву з цементною зв'язкою, отримані за спрощеною безпресовою технологією, є перспективною альтернативою традиційним матеріалам для магнітних осердь у силовій електроніці та приладах, що працюють в умовах підвищених температур, завдяки їх покращеним магнітним характеристикам, температурній стабільності та можливості суттєвого здешевлення виробничого процесу.