

Рецензія

на дисертаційну роботу

Заморського Владіслава Олексійовича

“Керування магнітними характеристиками та контроль гістерезисних втрат у

феритових наночастинок та нанокомпозитах”,

подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії

зі спеціальності 105 – “Прикладна фізика та наноматеріали”

в галузі знань 10 – “Природничі науки”

Магнітні наночастинок мають унікальні властивості, які роблять їх цінними в різних застосуваннях. Зокрема, магнітні наночастинок використовуються в екології як засоби для видалення забруднюючих речовин з навколишнього середовища, в промисловості для виготовлення нових матеріалів і продуктів, наприклад, нових типів сенсорів, батарей, виконавчих елементів і привертають значну увагу дослідників. Найбільш поширене застосування магнітні наночастинок знайшли в біомедицині у якості контрастних агентів для магнітної резонансної томографії, засобів для цільової доставки ліків та магнітної гіпертермії. Таке їх застосування вимагає чіткого контролю не лише біосумісності магнітних наночастинок а й чіткого контролю температури їх нагріву в заданих областях. Незважаючи на широку область застосування магнітних наночастинок залишається відкритим значне коло питань, зокрема, питання поведінки магнітних наночастинок в різних середовищах під впливом зовнішніх факторів та питання розробки методів цілеспрямованого керування їх фізичними властивостями. Тому дисертаційна робота Заморського В.О., присвячена розробці методів цілеспрямованої зміни магнітних характеристик наночастинок та чисельному моделюванню їх поведінки з метою контролю гістерезисних втрат для біомедичних застосувань є безумовно **актуальною**.

В дисертаційній роботі використано комплекс взаємодоповнюючих структурних, магнітних та калориметричних методів дослідження, що дозволило отримати ряд **нових наукових результатів** серед яких слід відмітити наступні:

- експериментально показано принципову можливість створення нанопорошкових систем на основі нікель-цинкових феритів $Ni_{1-x}Zn_xFe_2O_4$ з заданою граничною температурою нагріву під впливом зовнішнього магнітного поля, що є важливим для їх використання в магнітній гіпертермії;

- визначено, що покриття магнітних наночастинок оболонками призводить до зміни їх магнітних параметрів, та до набуття наночастинок комбінованих властивостей своїх

складових, що дозволяє в широкому діапазоні змінювати константу ефективної анізотропії та магнітні характеристики отриманих матеріалів. Показано, що нанесення оболонки дозволяє керувати параметрами енергетичних втрат і може приводити до суттєвого збільшення питомих втрат потужності;

- показано, що старіння і перехід наноферитів натрію NaFeO_2 до стабільного стану призводить до зміни їх кристалічної структури, що в свою чергу до значної трансформації магнітних параметрів наночастинок. Визначено, що під впливом змінного магнітного поля рідина на основі наночастинок NaFeO_2 починає ефективно нагріватись, якщо амплітуда змінного магнітного поля перевищує порогову величину, яка визначається значенням коерцитивної сили та визначено методи контролю параметрів магнітних рідин на основі наночастинок NaFeO_2 для термічних застосувань.

Наукове і практичне значення викладених в дисертаційній роботі результатів полягає в тому, що вперше проведено комплексні дослідження структурних, магнітних та термічних характеристик магнітних наночастинок різного складу та архітектури. Визначено методики керування параметрами магнітних наночастинок та запропоновано підходи дистанційного нагріву локальних зон з контролем рівня нагріву, що є важливим для прогнозування їх поведінки під час біофізичних застосувань, зокрема в магнітній гіпертермії.

Достовірність наукових положень висновків, сформульованих у дисертаційній роботі, обумовлена адекватно обраними науково-методичними підходами до вирішення поставленої мети та завдань, значним обсягом експериментальних зразків у вигляді наночастинок феритів зі структурою шпінелей, використанням комплексу взаємодоповнюючих методів дослідження, відповідною обробкою та аналізом отриманих результатів. Ілюстративне підтвердження текстового матеріалу цілком достатньо відображає результати проведених досліджень є високоінформативним, а аналіз та узагальнення результатів роботи є ґрунтовними.

До дисертаційної роботи є ряд **зауважень**:

1. В роботі розглядається нагрів магнітних наночастинок лише за одного фіксованого значення частоти змінного магнітного поля $f=300\text{кГц}$, варто було б окрім польових залежностей температури нагріву навести і частотні характеристики.
2. В тексті розділу 4 говориться про магнітні характеристики окремих наночастинок, проте з рис. 4.4 не є очевидним, що окремі наночастинок не сформовані в кластери. У цьому випадку варто було б більш детально розглянути характер взаємодії в такій системі.

3. На рис. 4.10 наведено розподіл наночастинок за розміром та їх магнітною поведінкою, проте відсутні позначення по осях координат та числові характеристики, що значно ускладнює визначення кількості наночастинок, які поводять себе як суперпарамагнетики та кількість блокованих наночастинок.

4. Зважаючи на те, що робота переважно спрямована на біомедичні застосування, було б доцільно навести дані щодо біосумісності обраних матеріалів.

5. Посилання на рисунок (стор. 74) є некоректним: “в залежності від їх конкретного розміру (рис. 4.9)...”, хоча це рисунок 4.10;

6. В тексті використовуються різні системи одиниць, що ускладнює сприйняття результатів.

7. В дисертації зустрічаються описки, некоректні терміни. Наприклад:

- стор. 74, “гранична межа між двома популяціями визначається критичним об’ємом”, можливо мається на увазі “групами”;
- стор. 40, “параметри кристалографічної решітки” замість “гратки”;
- стор. 41, “сканувального електронного мікроскопа” далі по тексту “просвітлювального електронного мікроскопа”;
- стор. 44, “значенням температури Кюри”.

Всі наведені недоліки не впливають наукову новизну, достовірність, актуальність отриманих результатів та на загальне позитивне враження від роботи. Зауваження можуть бути предметом подальших досліджень автора.

Основні результати дисертації *опубліковані* в 14 наукових працях здобувача, з них в 4 статтях, що індексуються в міжнародних базах Web of Science та Scopus, та 2 статтях, що входять до переліку фахових видань України категорії “А”. Результати проведених досліджень пройшли апробацію на 7 всеукраїнських та міжнародних конференціях.

Дисертація за своїм *оформленням* повністю відповідає **вимогам** наказу МОН України № 40 від 12.01.2017 р. “Про затвердження Вимог до оформлення дисертації” (з наступними змінами). У тексті відсутні прояви *плагіату*.

Вважаю, що дисертація **Заморського В.О.** «*Керування магнітними характеристиками та контроль гістерезисних втрат у феритових наночастинок та нанокомпозитах*» є завершеною науковою працею, яка містить низку нових, актуальних та достовірних результатів, що свідчать про її складність, систематичність та важливе значення для галузі природничих наук. Дисертація повністю відповідає “Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії”, затвердженого

Постановою Кабінету Міністрів України № 44 від 12 січня 2022 року, а її автор **Заморський В.О.** заслуговує присудження йому ступеня доктора філософії за спеціальністю 105 – “Прикладна фізика та наноматеріали”.

Завідувач лабораторії нанокристалічних структур
відділу фізики мезо- та нанокристалічних структур
магнітних структур
Інституту магнетизму НАН України та МОН України,
кандидат фіз.-мат. наук, старший дослідник
«05» вересня 2023р.



Дмитро ДЕРЕЧА

Підпис Деречі Д.О. засвідчую:

Вчений секретар

Інституту магнетизму НАН України та МОН України
кандидат фіз.-мат. наук

Ірина ШАРАЙ