

## Відгук

офіційного опонента на дисертаційну роботу О. В. Коломійця  
“Вплив тиску і наводнення на магнітні властивості f-електронних сполук”,  
представлену на здобуття вченого ступеня доктора фізико-математичних наук  
за спеціальністю 01.04.11 - магнетизм.

У дисертації О. В. Коломійця проведено систематичне дослідження твердих тіл, магнітні властивості яких зумовлені впорядкуванням магнітних моментів електронів, що перебувають у квантових 4-f або 5-f станах. Особливість даної дисертації, що виділяє її з великої кількості публікацій, присвячених f-електронним магнетикам, полягає в тому, що основна увага автора зосереджена на зміні властивостей цих магнетиків внаслідок зміни відстаней між атомами. Інструментами, що дали можливість дослідити наслідки зменшення або збільшення міжатомних відстаней, є гідростатичний тиск або введення до кристалічної гратки досліджуваної сполуки атомів водню, відповідно.

Актуальність описаних у дисертації досліджень підтверджується, по-перше, великою щорічною кількістю публікацій, що стосуються фізичних властивостей f-електронних магнетиків, у Західних фізичних журналах, й по-друге, науковометричними даними публікацій О. В. Коломійця (657 посилань, h-індекс 14, за даними *Scopus*).

Наукова новизна отриманих О. В. Коломійцем результатів забезпечується, по-перше, тим що більшість досліджених у дисертації сполук була вперше синтезована за його участю, і тому не була дослідена до нього. По-друге, розроблені автором дисертації експериментальні методики дозволили досягти надзвичайно високих (блізько 10-ти відсотків) степенів стискання та розширення кристалічної гратки без її аморфізації, і завдяки цьому, виявiti і кількісно оцінити вплив зменшення або збільшення параметрів гратки (а отже, і відстаней між атомами різних хімічних елементів) на температуру магнітного впорядкування, процеси намагнічування, низькотемпературну теплоємність та електричну провідність досліджуваних сполук.

Головна практична цінність даної роботи, на мою думку, полягає не в можливості безпосереднього практичного застосування досліджених у ній сполук, а у можливості розповсюдження сформульованих і розроблених у дисертації висновків і методів досліджень на магнітні та термодинамічні властивості магнітovпорядкованих тверdotільних систем, які вже застосовуються і можуть застосовуватись у майбутньому в електроніці, механіці та медицині. Наприклад, уявлення про від'ємний тиск було застосовано (значно пізніше за опублікування результатів дисертації) для пояснення деформаційних властивостей сплавів з ефектом пам'яті форми; дослідження температурної залежності теплоємності є актуальними для досягнення значного магнітокалоричного ефекту у системах, що розробляються для магнітного охолодження; експерименти з

насичення кристалічної гратки воднем здійснюються для цілої низки твердих тіл, перспективних з погляду накопичення та зберігання водню. Оскільки я брав участь у подібних дослідженнях, мені було не лише цікаво, а й корисно ознайомитися з дисертацією О. В. Коломійця і звернути особливу увагу на її окремі результати. Вкажу на деякі з них.

1) Висновок про можливість передбачення напрямку легкого намагнічування інтерметалічних сполук урану шляхом вимірювання коефіцієнтів стисливості цих сполук у різних кристалографічних напрямках. Оцінюючи цей висновок дисертації слід взяти до уваги, що методи встановлення особливостей магнітної структури сполук та сплавів без застосування нейтронографії є важливими з огляду на надзвичайну чутливість магнітної структури багатьох сплавів до навіть незначних змін їх хімічного складу та режиму виготовлення: цей фактор робить застосування нейтронографії до різноманіття таких сплавів надто трудоємним та затратним. Прикладом таких сплавів є метамагнітні сплави з ефектом пам'яті форми: їх магнітоструктурні фазові перетворення досліджуються вже багато років, а характер магнітного впорядкування їх низькосиметричних фаз, у багатьох випадках, є предметом дискусій.

2) Дуже цікавою є еволюція представлених на рис. 3.2 графіків  $C(T^2)/T$ , де  $C$  – теплоємність,  $T$  – температура, при посиленні прикладеного до сполуки  $\text{CeNiH}_{3.7}$  магнітного поля. Посилення магнітного поля до величин вищих за 100 кОе веде не лише до істотного зменшення низькотемпературної теплоємності, а й до зміни характеру її температурної залежності. За температур менше 5 К ця залежність набуває ознак, передбачених теорією спінових хвиль для феромагнітних сполук. Це наводить на думку про те, що вплив такого сильного магнітного поля на теплоємність досліджуваної сполуки є подібним до впливу молекулярного поля Вейса, і що в даному випадку класична теорія спінових хвиль може виявитися застосовною до f-електронних магнетиків.

3) Зміна *типу* експериментальних кривих намагнічування сполуки  $\text{UNiSi}$  при наводненні (рис. 4.10 дисертації) є дуже подібною до того, що було спостережено для сплаву  $\text{Ni}_{50}\text{Mn}_{50-x}\text{In}_x$  при зміні концентрації індію. Єдина істотна відмінність – наявність намагніченості насиченого воднем зразка  $\text{UNiSi}$  у нульовому полі. Розуміння подібності кривих намагнічування двох різних сполук у майбутньому може бути корисним з погляду фундаментальної фізики магнетизму.

#### Зауваження до дисертації.

Мої зауваження до дисертації відповідають розповсюдженій вербалльній формулі: помічені недоліки роботи є подовженням її переваг.

1. Аналізуючи представлені на рис. 3.2 результати вимірювання теплоємності, авторові дисертації варто було б розглянути внесок  $C(T) \sim T^{3/2}$ , передбачений класичною

теорією спінових хвиль, і з'ясувати, наскільки теоретична температурна залежність відповідає або відрізняється від експериментальної.

2. Слід було б надати додаткові пояснення до вимірювань після занулення магнітного поля ненульової величини намагніченості насиченого воднем зразка UNiSi, а саме, зазначити, чи залежить ця величина від “передісторії” зразка (перебування його у магнітних полях, попередньої механічної та теплової обробки, тощо).

3. Є також зауваження до автореферату: на мою думку, пункти 5 та 7 розділу “Практичне значення отриманих результатів” мають більше відношення до фундаментальної фізики, ніж до практичних застосувань згаданих у цих пунктах результатів дисертації.

Зроблені зауваження не призводять до істотного зниження високої оцінки дисертації О. В. Коломійця, оскільки перше з них можна розглядати як побажання на майбутнє, відповідь на друге зауваження може бути надана під час захисту, а практичне значення представлених результатів є достатньо вагомим і без згаданих вище пунктів 5 та 7. Дисертація містить важливі нові результати опубліковані переважно у міжнародних реферованих журналах, й при цьому 24 статті опубліковані у виданнях віднесені до першого й другого квартилів. Результати дисертації апробовані на великій кількості представницьких конференцій.

Отже, дисертація “Вплив тиску і наводнення на магнітні властивості f-електронних сполук” відповідає вимогам до дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора фізико-математичних наук за спеціальністю 01.04.11 – магнетизм, а її автор, Коломієць Олександр Вікторович, заслуговує на присудження йому наукового ступеня доктора фізико-математичних наук.

Офіційний опонент  
доктор фізико-математичних наук, професор,  
професор кафедри комп’ютерної інженерії  
Київського національного університету  
імені Тараса Шевченка

В.А. Львов

Підпис В.А. Львова засвідчує,  
заступник декана факультету радіофізики, електроніки  
та комп’ютерних систем  
Київського національного університету ім. Тараса Шевченка

