

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

Марата Сергійовича Сунгурова

«Фізичні основи створення текстурованих підкладок на базі парамагнітних сплавів Ni-W для високотемпературних надпровідників другого покоління»,
представлену на здобуття наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук за спеціальністю 01.04.07 - фізика твердого тіла

1. Актуальність теми.

Розробка шляхів отримання ефективних носіїв електричного заряду завдяки використанню високотемпературних надпровідників є вкрай актуальним вже більше 30 років. Проблемою у даній області на теперішній час є пошук оптимальної «архітектури» високотемпературних надпровідників другого покоління (2G HTS). Вирішення цієї проблеми складається з частини фундаментальної, яке включає встановлення природи фізичного явища, та прикладної – створення функціональних шаруватих систем включно з матеріалом надпровідника. Для отримання необхідних параметрів високотемпературних надпровідників другого покоління з високою струмонесучою здатністю необхідно науково обґрунтовано керувати якістю структури надпровідникової складової завдяки визначенню та керуванню фізичних властивостей сплавів $Ni_{(1-x)}W_x$, встановлення механізмів еволюції їх кристалічної структури та визначення як підґрунтя фізичних основ створення необхідної парамагнітної підкладки та буферного шару з кубічною текстурою. Цей розвиток продиктовано як природним ходом розвитку фізики твердого тіла, так і потребами інженерної практики. Одержані знання можна використати для розробки технології одержання підкладок для високотемпературних надпровідників другої генерації з високою струмонесучою здатністю, оптимізації вибору матеріалів для створення нових приладів та систем при функціональному використанні в ядерній фізиці, атомній та термоядерній енергетиці та інших галузях сучасної техніки.

Актуальність теми роботи підтверджується так само й тим, що вона

пов'язана з виконанням наукових досліджень відділу чистих металів, металофізики і технологій нових матеріалів Інституту фізики твердого тіла, матеріалознавства і технологій Національного наукового центру «Харківський фізико-технічний інститут» НАН України в рамках державних програм, в яких автор приймав безпосередню участь у якості виконавця: «Фундаментальні дослідження структури, електронних, магнітних і пружних властивостей металевих, оксидних та напівпровідних матеріалів з особливими фізичними характеристиками, що необхідні для створення нових приладів та систем ядерної фізики, атомної й термоядерної енергетики та інших галузей сучасної техніки» (2006 – 2010 рр., № держреєстрації 080906UP0010), «Фундаментальні дослідження структури та фізичних властивостей надпровідних, магнітних і напівпровідних матеріалів, що перспективні для створення нових приладів та систем атомної енергетики, зокрема для транспортування, перетворення та накопичування енергії АЕС України» (2011 – 2015 рр., № держреєстрації 0111U009717), «Фундаментальні наукові дослідження зі створення конструкційних та функціональних матеріалів з керованою структурою на основі чистих та надчистих металів (Zr, Hf, Be, Mg, Nb, Cd, Zn, Ag, Te, РЗМ та ін.) з властивостями, що забезпечують сталий розвиток та конкурентоспроможність ядерної енергетики та інших галузей економіки України» (2016 – 2020 рр., № держреєстрації № 0116U006366), проект УНТЦ «Нанотехнологія новітньої генерації ВТНП покритих провідників (BNL-T2-368-UA)» (2010 – 2012 рр., а також проекту УНТЦ № P424 «Nanotechnology for Novel Generation of HTS Coated Conductors, Enhancement of Critical Current and Commercial Production (BNL-T2-368-UA)». Окрім того, роботу було підтримано стипендією Президії НАН України за наукові роботи молодих вчених в області фізики (2017 – 2019 рр.).

2. Ступінь обґрунтованості і достовірності наукових положень, висновків і рекомендацій.

Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертаційній роботі Сунгурова М.С. є дуже високою. Вона

базується на досконалому аналізі багатьох використаних джерел за даною проблемою, гармонійній постановці мети і задач дослідження, використанні сучасних методів досліджень, розумному співставленні результатів, критичному аналізі отриманих результатів у порівнянні з результатами інших дослідників, якісному формулюванні отриманих висновків. Дисертаційна робота являє собою закінчений труд. Він поєднує добротний огляд літератури з оригінальними експериментальними знахідками та результатами, спрямованими на впровадження. Згідно з викладеним вище обґрунтованість наукових положень, висновки результатів дослідження і рекомендації, що сформульовані в дисертаційній роботі, не підлягають сумніву.

При виконанні поставленої мети досліджень було коректно використано комплекс добре апробованих, взаємодоповнюючих експериментальних методів фізики твердого тіла, а також числові методи та комп'ютерне моделювання. Дисертант використав сучасні експериментальні методи препарування, дослідження та атестації зразків. Це:

1. високотемпературний синтез сплавів $Ni_{(1-x)}W_x$ у вакуумі;
2. механічна та термічна обробка сплавів $Ni_{(1-x)}W_x$ і стрічок на їхній основі;
3. вакуумно-дугове осадження покриттів TiN;
4. вимірювання електричного опору зразків у широкому діапазоні температур;
5. вимірювання механічних властивостей;
6. вимірювання макроскопічної густини методом гідростатичного зважування;
7. оптичну мікроскопію;
8. рентгеноструктурний аналіз.

Розрахункові дослідження роботи проводилися в рамках добре апробованих відомих моделей фізики твердого тіла і базувалися на фундаментальних основах фізики твердого тіла. Застосування комплексу незалежних експериментальних та аналітичних методів, які взаємно доповнюють одне одного, забезпечило достовірність отриманих результатів.

3. Основні наукові результати дисертації, їх новизна.

Основні нові наукові результати дисертант виклав у п'яти пунктах. Я з ним повністю згоден. Відмічу окремі, на мій погляд, найяскравіші з них.

1. На підставі вивчення структури, електрофізичних та магнітних властивостей сплавів системи Ni-W уперше виявлено вплив температури на механізм переносу електричного заряду в евтектичній суміші ГЦК та ОЦК поблизу порогу перколяції.

2. Розвинуто оригінальну методику дослідження двошарових об'єктів шляхом поєднання дифракційної та абсорбційної спектроскопії. Вперше виявлено рентгенооптичний ефект аномального посилення інтенсивності дифракції від підкладки з ростом товщини покриття.

4. Вперше виявлено ефект контрепітаксії в системі $\text{Ni}_{0.905}\text{W}_{0.095} / \text{TiN}$, який полягає в узгодженому формуванні кубічної текстури в обох компонентах двошарової композиції «підкладка — покриття».

4. Практична значимість результатів для науки і використання.

Отримані результати є цінним науково-практичним матеріалом. Здобуті дані можуть бути використані для впровадження новітнього способу дослідження еволюції структури системи «підкладка-покриття», який поєднує обидва складові взаємодії рентгенівського випромінювання з речовиною – дифракцію та абсорбцію рентгенівських променів, а також для впровадження алгоритму обробки багатofункціональних залежностей, який базується на використанні неперервних, дискретних та постійних типів даних, для вивчення електрофізичних, магнітних, оптичних та інших властивостей твердих тіл.

4. Повнота викладення результатів досліджень в опублікованих працях.

Основні положення та результати дисертаційної роботи достатньо повно опубліковані в 21 науковій праці, у тому числі у 10 статтях у наукових фахових

виданнях України та інших країн. У цілому, рівень і кількість публікацій та апробація матеріалів дисертації на конференціях повністю відповідають вимогам ДАК МОН України.

Автореферат є ідентичним за змістом з основними положеннями дисертації і достатньо повно відображає основні її наукові результати, що отримані здобувачем. Отримані результати відповідають сучасними уявленням щодо концепції створення оптимальної «архітектури» високотемпературних надпровідників другого покоління (2G HTS) з високою струмонесучою здатністю із використанням парамагнітних підкладок з кубічною текстурою.

Серед робіт, опублікованих за темою дисертації немає публікацій ідентичних за змістом. Дисертаційна робота не містить ознак академічного плагіату.

5. Зауваженні до тексту, та змісту дисертації.

Робота в цілому справляє добре враження, але не позбавлена низки недоліків. Наведу лише деякі зауваження:

1. У роботі розвинуто новий метод вивчення текстури (ф-сканування), поряд з цим застосовується класичний, добре апробований метод кривих гойдання. Проте з матеріалів дисертації важко зрозуміти, який метод забезпечує більшу точність.
2. З тексту дисертації не зрозуміло на якій підставі автор робить висновок, що в підкладці існує біаксіальна текстура, що вона є кубічною та монокристалного, а не аксіального типу. Хоча в літературі, як правило, це є дійсним фактом.
3. Що до ф-сканування, на рис. 4. 10 було б не зайвим вказати парямок прокатки RD та поперечний напрямок TD.
4. В дисертації в якості матеріалу підкладки використовуються сплави системи Ni-W. З літературного огляду (Розділ 1) не дуже зрозуміло, які переваги цих сплавів над іншими сплавами, такими як hastelloy (див., наприклад Amit Goyal.

“Second-Generation HTS Conductors”. Springer, Boston, MA. 2005. 347 p.), або мідні сплави.

5. Дані, що торкаються аномального рентгенооптичного ефекту та контрепітаксії частково викладені у висновках 3 і 4. На мій погляд ці матеріали можливо було б об'єднати в єдиному висновку.

6. Зауваження методичного характеру. Наприклад, на рис.4.4, 4.3 та деяких інших є позначення залежностей а, б, в, г, але розшифровки, що це означає немає. Також індекси площин відбиттів від фаз треба наводити у круглих дужках, на інше.

7. Зауваження по оформленню тексту. Зустрічається багато русизмів. Підкладка – підложка, поглинення – поглиняння. Зауваження методичного характеру до якості формулювання. Досліджено не умови тиску, а вплив тиску. Не ВТНП матеріал на основі YBaCuO, тому що YBaCuO це і є матеріал.

Усі висловлені зауваження не носять принципового характеру, не торкаються загальної високої оцінки дисертації та не можуть вплинути на загальне позитивне враження від отриманих у роботі нових і важливих експериментальних результатів та їх обговорення.

ВИСНОВОК

Дисертаційна робота Сунгурова Марата Сергійовича «Фізичні основи створення текстурованих підкладок на базі парамагнітних сплавів Ni-W для високотемпературних надпровідників другого покоління» за своїм змістом відповідає паспорту спеціальності 01.04.07 – фізика твердого тіла. Дисертація є завершеною науково-дослідною роботою, яка розв'язує важливе наукове завдання, суть якої полягає у встановленні природи та механізмів еволюції кристалічної структури та визначення фундаментальних фізичних властивостей сплавів $Ni_{(1-x)}W_x$ для розробки фізичних основ створення парамагнітних підкладок з кубічною текстурою для високотемпературних надпровідників другого покоління з високою струмонесучою здатністю.

Дисертаційна робота відповідає вимогам п. п. 9, 11, 12 “Порядку

присудження наукових ступенів” щодо кандидатських дисертацій, а здобувач Сунгуров М.С. заслуговує присудження йому наукового ступеня кандидата фізико - математичних наук за спеціальністю 01.04.07 – фізика твердого тіла.

Офіційний опонент

завідувач кафедри фізики металів та напівпровідників

Національного технічного університету

«Харківський політехнічний інститут»

доктор фізико-математичних наук, професор  Сергій МАЛИХІН

Підпис зав. каф. ФМН, доктора фіз.-мат. наук, проф. Малихіна С.В.

ЗАСВІДЧУЮ

Вчений секретар Національного технічного університету

"Харківський політехнічний інститут"



 Олександр ЗАКОВОРОТНИЙ