

Рецензія

головного наукового співробітника відділу теплових властивостей і структури твердих тіл та наносистем ФТІНТ ім. Б.І. Веркіна НАН України,
доктора фізико-математичних наук

Константинова Вячеслава Олександровича

на дисертаційну роботу **Гамалія Володимира Олександровича**

**«Низькотемпературне дослідження наноструктурованих поверхонь
модельного перовскіту титанату стронцію»,**

представлену на здобуття ступеня

доктора філософії за спеціальністю 104 – «Фізика та астрономія»

з галузі знань 10 – «Природничі науки»

Актуальність дисертаційної роботи.

Унікальні властивості великого класу матеріалів, відомих як перовскіти типу ABO_3 , зокрема титанату стронцію, роблять їх важливими не лише для наукових досліджень, а і у мікроелектроніці, каталізі, створенні новітніх матеріалів, зокрема гетероструктур, функціональних механізмів та інших. Тим не менше, ряд важливих моментів, зокрема поверхневі особливості, були досить слабо вивчені. Дисертаційна робота Гамалія В.О. частково закриває цю проблему, тому ця **робота є актуальною**. Робота присвячена низькотемпературному дослідженню монокристалічних поверхонь титанату стронцію за допомогою дифракції високоенергетичних електронів на відбиття. Оригінальні розробки, представлені у цій роботі, дозволили виявити **ряд нових ефектів**, що є вагомим внеском не лише у науку, а і відкривають перспективу їх застосувань у багатьох прикладних сферах.

Основні результати дисертаційної роботи.

Дисертація складається зі вступу, п'яти розділів та висновків.

У **вступі** обґрунтовано **актуальність** теми дисертаційної роботи, та описано її **взаємозв'язок із науковими програмами**. Сформульовано мету і завдання роботи, визначено об'єкт та предмет дослідження, розглянуто **практичну цінність отриманих результатів та їх наукова новизна**. Наведено дані про структуру та обсяг дисертаційної роботи.

Перший розділ «Структура та властивості перовскітів» присвячено огляду різних властивостей перовскітів. Спочатку детально розглянуто об'ємні характеристики, а потім поверхневі. Акцент зроблено на важливості саме титанату стронцію як модельної сполуки для досліджень динаміки кристалічної ґратки, структурних перетворень та сегнетоелектрики у таких об'єктах особливо при низьких температурах.

У **другому розділі «Методика експерименту та обробки даних»** детально описано різні **методики**, переважно оригінальні, які використовувались у роботі і дали змогу виявити **нові ефекти**. Схематично

представлено кріостат, який використовувався для дифракційних зйомок методом RHEED, та методику прецизійного вимірювання параметрів кристалічної ґратки на поверхні. Окремо наведено метод визначення роздільних параметрів ґратки для окремих поверхневих шарів кристалу.

Третій розділ «Поверхневі структурні переходи» присвячено поверхневим структурним трансформаціям. Розглянуто п'ять таких трансформацій, три з яких пов'язуються з відомими об'ємними перетвореннями, а два інші лише з поверхнею. Знайдені розбіжності у характері перетворень у об'ємі та на поверхні, які пов'язуються зі змінами локальної симетрії.

Четвертий розділ «Площинне стиснення» присвячено новому ефекту стиснення кристалічної ґратки паралельно поверхні в перших двох поверхневих шарах і розширення у третьому. Неспіврозмірність, яка у цьому випадку виникає між поверхневими шарами та об'ємом, є причиною виникнення одного з типів наноструктур на поверхні, розглянутого у четвертому розділі. Показано, що таке стиснення є максимальним при низьких температурах, але завдяки суттєвому збільшенню поверхневого коефіцієнту теплового розширення відносно об'єму параметри ґратки на поверхні та у об'ємі титанату стронцію зближуються при підвищенні температури. Показано також, що експериментальні результати добре узгоджуються з розрахунками методом DFT (теорії функціоналу густини).

У **п'ятому розділі «Поверхневі наноструктури»** йде мова про поверхневі наноструктури, які мають різне походження, але їх поєднує впорядкованість завдяки розташуванню на поверхні майже ідеального монокристалу. Один тип завдячує своєю появою неспіврозмірності між поверхневою кристалічною ґраткою та кристалом у об'ємі. Другий тип формується завдяки сходинкам на поверхні, що виникають при відмінному від нуля куті зрізу поверхні відносно кристалографічних поверхонь. Нарешті третій тип – це горбки на поверхні, які створювалися із застосуванням м'яких розчинників і дають дифракційні зображення, типові для малих кристалітів.

У **«Висновках»** стисло представлено основні результати роботи.

Робота базується **на трьох статтях** у міжнародних журналах Applied Surface Science та Low Temperature Physics з кватилями відповідно Q1 і Q3 згідно з класифікацією SCImago Journal та Country Rank та індексованих в SCOPUS та Web of Science, у яких **повністю опубліковано матеріали дисертаційної праці**. Усі статті доповідалися здобувачем особисто на семінарах відділу теплових властивостей і структури твердих тіл та наносистем, на Проблемній раді ФТІНТ ім. Б.І. Веркіна НАН України, а також представлялися на вітчизняних та міжнародних конференціях.

По дисертаційній роботі Гамалія В.О. є зауваження:

1. При обговоренні природи температурних аномалій на кривих теплового розширення висунуто декілька припущень, але остаточного висновку на користь якогось з них не зроблено.
2. Загалом роботу написано послідовно та логічно побудовано. Але трапляються друкарські помилки та синоніми, вжиті для тих самих понять, що ускладнює сприйняття матеріалу.

Але вказані недоліки не впливають на загальне позитивне враження від роботи і не применшують її загальні переваги.

Загальні висновки.

Підсумовуючи, маю відзначити, що дисертація є завершеною науковою працею, у якій вирішено декілька **проблем фундаментального характеру** стосовно титанату стронцію та йому подібних перовскітів. Оскільки перовскіти є матеріалами з дуже широкою сферою застосування, результати роботи мають також важливе **практичне значення**, особливо це стосується знайдених наноструктур на поверхні.

Загалом дисертаційна робота Гамалія В.О. «Низькотемпературне дослідження наноструктурованих поверхонь модельного перовскіту титанату стронцію» виконана на високому науковому рівні з використанням складної експериментальної техніки та методики розрахунків. Вона відповідає всім вимогам «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 від 12.01.2022 № 44, а здобувач Гамалій Володимир Олександрович заслуговує присудження ступеня доктора філософії за спеціальністю 104 – «Фізика та астрономія» з галузі знань 10 «Природничі науки».

Рецензент:

головний науковий співробітник
ФТІНТ ім. Б.І. Веркіна НАН України,
доктор фізико-математичних наук

В.О. Константинов

В.О. Константинов



Константинова В.О.
АСВІДЧУЮ
вчений секретар ФТІНТ
Б.І. Веркіна НАН України
кандидат фізико-математичних наук
Кашиненко О.М.