

Рецензія

провідного наукового співробітника відділу мікроконтактної спектроскопії
ФТІНТ ім. Б.І. Веркіна НАН України, доктора фізико-математичних наук,
професора

Соловйова Андрія Львовича

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»

Дисертаційна робота В.О. Гамалія присвячена дослідженню наноструктурованих поверхонь модельного перовскіту титанату стронцію (STO) в широкому інтервалі температур від кімнатної до температури рідкого гелію методом дифракції високоенергетичних електронів на відбиття. Актуальність теми дисертаційної роботи не викликає сумнівів не лише завдяки знайдений у роботі низці нових ефектів на поверхні, що є суттєво важливим з фундаментальної точки зору, але і окресленим у дисертації практично безмежним можливостям застосувань отриманих результатів. Особливої уваги заслуговує розгляд поверхонь перовскітів саме у нанорозмірному діапазоні з огляду на перспективу створення нанооб'єктів з прогнозованими унікальними функціональними властивостями.

Дисертація базується на трьох статтях, які опубліковано в журналах з кваліфікаційними Q1 і Q3 згідно SCImago Journal та Country Rank. Статті опубліковано у співавторстві, але особистий внесок здобувача переважно був визначальним, особливо у розробці нових та вдосконаленні існуючих методів аналізу та систематизації великого об'єму експериментальної структурної інформації. В.О. Гамалій брав участь у написанні статей та представляв особисто матеріали досліджень на міжнародних конференціях з усними доповідями.

Основні результати дисертаційної роботи.

Дисертація складається із вступу та п'яти розділів. Як зазначено у **вступі** метою дисертаційної роботи було отримання нового рівня розуміння структури та морфології поверхні модельного перовскіту титанату стронцію. Дійсно автором дисертації спільно з науковим

керівником знайдено принципово нові ефекти на поверхні давно здавалось відомого перовскіту.

Перший розділ присвячено багатобічному літературному огляду. Автор розглядає специфічну структуру перовскітів та роль центрованих металом кисневих октаедрів у детально описаних структурних перетвореннях та динаміці кристалічної ґратки. Розглянуто природу сегнетоелектрики та сегнетоелектричної нестабільності у перовскітах. Детальну увагу приділено титанату стронцію, його структурі у різних фазах та структурним фазовим переходам.

У **другому розділі** детально розглянуто процедуру приготування зразків та оригінальну методику низькотемпературної електронографії, розроблену у групі, де виконувалася дисертаційна робота. Експерименти проводили на монокристалічних зразках STO з атомарно гладкою поверхнею, яка є необхідною для прецизійного встановлення поверхневих параметрів майже ідеальної поверхневої ґратки. Також детально описано та обґрунтовано методологію вимірювань. Коротко описано теоретичне підґрунтя для подальшого порівняння експериментальних і теоретичних параметрів ґратки в залежності від глибини у кристалі.

У **третьому розділі** детально розглянуто поверхневі структурні переходи, яких виявилось п'ять. Три пов'язані з відомими переходами у об'ємі, два інші охарактеризовано як такі, що відбуваються лише у перших 2-3 шарах кристалу. Встановлено зокрема, що переходи, які корелюють з об'ємними, поширюються на температурні інтервали замість локалізації у певних температурних точках.

Розділ 4 присвячено найбільш інтригуючому ефекту площинного стиснення вздовж поверхні STO, який довго не був вивчений через популярне припущення, що параметри ґратки вздовж поверхні кристалу і в об'ємі є ідентичними. У цьому дослідженні знайдено узгодженість з теоретичними розробками партнерів.

У **Розділі 5** аналізуються три типи наноструктур, які створюються або цілеспрямовано на поверхні, або виникають внаслідок ефектів, що спостерігаються, завдяки чому їх поява і властивості можуть бути керованими що впливає з представлених досліджень. До перших можна віднести наноструктури, які виникають на витравлених поверхнях у вигляді горбків, також до цієї групи належать наноструктури, які виникають завдяки ступеням на поверхні. Третій тип наноструктур тісно пов'язаний з ефектом площинного стиснення, розглянутим у **Розділі 4**.

Зауваження до дисертаційної роботи:

На жаль у дисертації досліджувались лише геометричні параметри поверхневої ґратки і не розглядалися інтенсивності дифракції електронів на квазідвовимірній поверхневій ґратці, які могли б дати інформацію щодо значень параметрів ґратки у нормальному до поверхні напрямку та доповнили б загальну картину симетрії та параметрів кристалу на поверхні. Бажано провести такі дослідження у майбутньому.

Але це зауваження ніяк не впливають на загальну високу оцінку наукового рівня дисертації.

Загальні висновки

У дисертаційній роботі Гамалія В.О. дійсно досягнуто нового рівня розуміння поверхневих властивостей кристалічної структури перовскітів, подібних до їх модельного представника – титанату стронцію. Здобувач не лише продемонстрував уміння застосовувати новітні методики аналізу, але і виявив неабияку спроможність модернізувати ці методики, що дало змогу виявити та вивчити принципово нові ефекти і закономірності стосовно поверхневої симетрії та параметрів поверхневої ґратки титанату стронцію залежно від глибини у кристалі та від температури.

Таким чином, дисертаційна робота Гамалія В.О. «Низькотемпературне дослідження наноструктурованих поверхонь модельного перовскіту титанату стронцію», є оригінальною та завершеною науковою працею, яка повністю відповідає спеціальності 104 – «Фізика та астрономія», а її автор Гамалій Володимир Олександрович заслуговує на присудження йому ступеня доктора філософії за спеціальністю 104 – «Фізика та астрономія» з галузі знань 10 – «Природничі науки».

Рецензент: провідний науковий співробітник
ФТІНТ ім. Б.І. Веркіна НАН України,
доктор фізико-математичних наук,
професор

Соловйов А. Л.

