

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу Веліховського Гліба Олеговича *«Динамічна теорія розсіювання у некристалічних багатошарових об'єктах довільної форми»*, представлену на здобуття наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук за спеціальністю 01.04.07 – фізика твердого тіла

Традиційні способи отримання рентгенографічних зображень базуються на використанні ефекту поглинання випромінювання. Але у разі вивчення систем з різними недосконаlostями структури - некристалічні матеріали, полімери, розчини, медико-біологічні об'єкти, тощо - рентгенографічні зображення не відповідають необхідним вимогам щодо їх якості. Тому в останні десятиріччя активного розвитку набули фазо-контрастні методи досліджень, що базуються на явищі заломлення, та дозволяють з достатньо високою точністю визначати структурні характеристики некристалічних об'єктів. Проте, разом із перевагами ці методи мають і суттєві недоліки. Річ у тому, що в основу фазо-контрастних методів покладено вимірювання розподілу інтенсивності розсіяного променя, обумовленого зміною фази скануючого променя при проходженні через досліджуваний об'єкт. Коректний опис процесів зміни фази при розсіянні є необхідною умовою для використання цього напряму рентгенографічної діагностики. Однак, на сьогодні для аналізу фазо-контрастних зображень зазвичай використовують спрощені теорії, що базуються на наближеннях геометричної оптики.

Дисертаційна робота Веліховського Г. О. саме і присвячена розвитку методів рентгенівської діагностики складних некристалічних об'єктів довільної форми і її метою є створення теорії, яка б надавала адекватний опис процесів формування фазо-контрастних зображень, зокрема багатошарових некристалічних об'єктів. Тож, тематика досліджень дисертаційної роботи є актуальною і сприяє як розширенню фундаментальних наукових уявлень, так і розвитку прикладних аспектів фізики твердого тіла.

Роботи, що увійшли до дисертації, виконувалися в рамках тематичного плану науково-дослідних робіт Інституту металофізики ім. Г.В. Курдюмова НАН України.

Дисертація складається зі Вступу, оглядового розділу, трьох основних розділів, висновків і списку використаних джерел. Повний обсяг дисертації – 138 сторінок. Дисертація містить 33 рисунки; список використаних джерел містить 121 найменування.

Метою дисертаційної роботи є встановлення основних ефектів при розсіянні та взаємодії високоенергетичного випромінювання з багатошаровими некристалічними об'єктами та створення моделі, яка б надавала адекватний опис процесів формування фазо-контрастних зображень таких структур.

Наведу приклади найбільш цікавих, на мій погляд, отриманих результатів.

Автором запропоновано тривіскову модель динамічного розсіювання, що є узагальненням існуючих теоретичних підходів кристалографії на випадок некристалічних речовин. На основі створеної моделі запропоновано метод розрахунку фазо-контрастних зображень, що враховує структурні особливості досліджуваного об'єкта та інструментальні фактори у тривісковій схемі; проведено ряд розрахунків для підтвердження працездатності розробленого методу.

Обґрунтовано використання так званого колонкового наближення для опису формування топографічних зображень неоднорідних некристалічних об'єктів складної форми. Зроблено теоретичний аналіз ряду випадків проходження високоенергетичного випромінювання через окремі шари як кристалічної, так і некристалічної речовини.

Запропоновано спосіб трактовки отриманих зображень. А саме, зв'язок між структурними характеристиками об'єкта і експериментально спостережуваними особливостями картини розсіювання. Зроблено узагальнення на випадок довільної кількості шарів із відповідним врахуванням параметрів кожного окремого шару та його внеску в остаточну зміну характеристик скануючого променя. Сформульовано критерії застосовності використаних наближень і відповідно область застосування одержаних виразів.

Проведено дослідження впливу різних експериментальних факторів на параметри фазо-контрастних зображень. Показана можливість підбору оптимальних параметрів устаткування для аналізу конкретного некристалічного об'єкта з врахуванням особливостей відбивання кристалів монохроматора і аналізатора. Проаналізовано вплив ефектів розмиття променя на мікродефектах та перерозподілу інтенсивності в залежності від масштабних факторів; показано необхідність їх врахування при аналізі картини розсіювання.

Результати роботи є обґрунтованими та достовірними. Їх достовірність та обґрунтованість забезпечується тим, що результати одержані за допомогою комплексу надійно апробованих методів теоретичної та математичної фізики. Надана інтерпретація отриманих результатів не суперечить відомим літературі даним, а у граничних випадках результати роботи відтворюють вже існуючі дані, що отримані іншими авторами.

Слід відзначити також, що основні результати роботи опубліковані у центральних наукових журналах, пройшли апробацію на міжнародних наукових конференціях та семінарах.

Наукове та практичне значення отриманих результатів достатньо вагоме. З фундаментальної точки зору, сукупність отриманих у дисертаційній роботі результатів являє собою значний внесок у теорію методів, що застосовуються для дослідження некристалічних об'єктів. На основі створеної моделі запропоновано метод розрахунку фазо-контрастних зображень, що враховує структурні особливості досліджуваного об'єкта і інструментальні фактори у тривісковій схемі.

В цілому, робота справляє позитивне враження. Дисертація добре написана і оформлена, хоча є і певні недоліки. Серед *зауважень* до роботи відзначу наступні.

1. Автор наголошує на тому, що розвинена ним модель дозволяє врахувати вплив мікродефектів, що містяться у монокристалах монохроматора і аналізатора, на картину розсіювання. Однак, всі розрахунки, що наведені в дисертаційній роботі, проведено для ідеальних монокристалів.

2. При врахуванні дефектів на поверхні некристалічного об'єкта більш доцільно було б використовувати не модельний розподіл їх за Гаусом, а проводити фактичне врахування реальних характеристик поверхні.

3. Не вказані границі придатності моделі. Яка похибка при обчисленні, наприклад, тих же дефектів на поверхні?

4. Було б доречно, на додачу до врахування процесів багатократності розсіювання між шарами для когерентної складової, провести у явному вигляді аналогічний розгляд для дифузної складової.

Оформлення дисертації, в основному, відповідає вимогам ВАК України. Хоча і тут є певні *зауваження*.

Так, наприклад, рисунки (3.5) – (3.9) оформлені так, що потрібен мікроскоп, щоб розглянути масштаб та підписи по осям рисунка. Це також відноситься і до всіх рисунків в авторефераті.

Стор. 117, коментар до рисунку 4.5. «Рисунок 4.5 демонструє, що найбільша похибка виникає в ділянках, де кут падіння наближається до 90 градусів. ...» Але на рис. 4.5 не вказані кутові градуси.

Нестандартно оформлено перелік використаної літератури: після прізвища йде кома і тільки потім ініціали?

Звичайно, як і у інших роботах, зустрічається друкарські та стилістичні помилки. Але специфіка даної роботи - це слова-паразити. Навіть результати, що виносяться на захист, сформульовані з їх використанням. Автор пише: «При цьому встановлено ...», «При цьому забезпечено ...», «При цьому розроблена ...» (стор. 21-22 дисертації, стор. 4-5 автореферату).

Автореферат, на мій погляд, в достатній мірі *відображає основні результати дисертації* та положення, що виносяться на захист, хоча й він містить *недоліки*. Так, всі зауваження, щодо оформлення рисунків та літератури в дисертації, відносяться і до оформлення рисунків та літератури в авторефераті. Крім того, в авторефераті немає жодного посилання на використану літературу. В результаті, такі фрази як (стор. 1): «Сучасні методи структурної діагностики ...», «Традиційні методи рентгенографічної діагностики ...», тощо для читача автореферату зависають у повітрі, бо не ясно, що автор має на увазі? Що він вважає за «сучасні» і «традиційні» методи, а що ні?

Втім, зазначені вище зауваження не впливають на достовірність отриманих наукових результатів і загальну позитивну оцінку представленої до захисту дисертаційної роботи. Деякі з них слід розглядати як побажання автору для його майбутньої роботи.

Мета, задачі та предмет досліджень дисертаційної роботи, методика досліджень, основні наукові положення та висновки роботи відповідають паспорту спеціальності 01.04.07 – фізика твердого тіла. В цілому, у дисертації наведено низку нових результатів, які дають можливість краще зрозуміти особливості формування рентгенографічних зображень систем з різними структурними недосконалостями. Отримані результати, безперечно, будуть сприяти постановці нових експериментальних досліджень таких матеріалів.

Враховуючи актуальність теми, новизну, наукове та практичне значення отриманих результатів, науковий рівень та кількість публікацій, вважаю, що дисертаційна робота «Динамічна теорія розсіювання у некристалічних багаточастинкових об'єктах довільної форми» відповідає вимогам ВАК України щодо кандидатських дисертацій, а її автор Веліховський Гліба Олеговича заслуговує присудження йому наукового ступеня кандидата фізико-математичних наук за спеціальністю 01.04.07 – фізика твердого тіла.

Офіційний опонент,
доктор фізико-математичних наук, професор,
заступник директора ДонФТІ ім. О.О. Галкіна НАН України,
лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки


Криворучко В. М.

