

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу Кобеця Андрія Геннадійовича «Розробка та створення джерела низькоенергетичних позитронів і електронів для діагностики точкових дефектів в конденсованих середовищах» представлену на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 01.04.07 – фізика твердого тіла

Актуальність роботи. Електрофізичні джерела іонізуючого випромінювання на теперішній час знаходять все більш широке застосування як в різних галузях фундаментальної науки, так і в сучасних високих технологіях. Серед напрямків дослідження фундаментальних основ будови Всесвіту слід зазначити найбільш відомі експерименти на адронному колайдері. Слід зазначити, що подібні проекти як на стадії підготовки та обґрунтування доцільності, так і на стадії реалізації містять опис перспектив практичного застосування. До них належить синтез короткоживучих ізотопів для діагностики та лікування, розробка каналів частинок для матеріалознавчих досліджень, вивчення радіаційних ефектів для радіаційних технологій та ін.. Такий широкий спектр використання електрофізичних джерел випромінювання зумовлений різноманіттям частинок, які прискорюються. При чому реалізація кожної установки містить приблизно майже однакову послідовність технічних задач: розробка первинного джерела частинок з необхідним значенням густини, прискорення їх до потрібних значень енергії, забезпечення стійкості матеріалів установки, реалізація в фізичних експериментах. З огляду на це окреме місце обіймають установки для прискорення позитронів, оскільки, якщо відтворювати названу вище послідовність, первинна ланка потребує наявності спеціального ізотопного джерела, яке б при розпаді генерувало позитрони. Особливістю подальших кроків по реалізації установки є вирішення комплексу матеріалознавчих, електрофізичних та інженерних задач. В даній роботі автор запропонував апробацію створеного ним каналу діагностики для з'ясування особливостей структури твердих тіл, що були оброблені радіаційними та механічними впливами. Беручи до уваги, що створена установка та канал спектроскопії

дозволяє вирішувати задачі радіаційної фізики твердого тіла, тема роботи є актуальною.

Робота виконана згідно наукових планів організації – місця виконання, про що свідчить відповідний розділ дисертації та автореферату. Звертає увагу наявність тем, виконаних в форматі програм співробітництва з міжнародною науковою організацією, засновником якої є Україна – Об'єднаним інститутом ядерних досліджень.

Обґрунтованість і достовірність наукових положень, висновків та рекомендацій. В першому розділі роботи зроблено аналіз напрямків застосування прискорювачів заряджених частинок та механізмів прискорення. Достатньо ретельно описано технічні рішення для одержання потоків позитронів. Також вказані напрямки застосування пучків позитронів для ідентифікації різноманітних дефектів у виробках, приладах та пристроях. До останніх належать навантажені елементи літальних апаратів, фотоелектричні перетворювачі, кераміки для іммобілізації радіоактивних відходів та ін. На додаток до перерахованих вище застосувань в розділі також обґрунтовується необхідність розробки джерела позитронів з керованою величиною енергії частинок, як для діагностики вакансій в структурі твердих тіл на заданій відстані, так і для перевірки фундаментальних постулатів, наприклад, теореми про порушення зарядової парності, принципу калібрувальної інваріантності. Отже вирішення задачі створення позитронного та електронного джерела є цілком обґрунтованим.

Серед результатів, що наведені в другому розділі, хотілося би відзначити розробку криогенного джерела повільних позитронів і позитронної пастки для інжектора позитронів. Завдяки цьому технічному рішенню здійснюється накопичення позитронів, та їх подальша інжекція в накопичувальне кільце. Період повторення імпульсів інжекції визначається більшою з двох величин: часом життя пучка, що циркулює, або часом накопичення позитронів в пастці. Інжектор дозволяє також реалізувати на його основі методи дефектоскопії, застосовуючи ефект позитронно-електронної анігіляції. Цінність цього методу

полягає в можливості виявлення первинних стадій утворення дефектів під впливом потоків випромінювання, зокрема, в можливості досліджувати радіаційні пошкодження в матеріалах ядерних реакторів.

В третьому розділі з'ясовано причини скорочення часу життя позитронів у пастці. Таке скорочення відбувається внаслідок низки процесів, а саме, в результаті пружного розсіяння електронів на молекулах залишкового газу, на неоднорідностях магнітного поля та поглинання на стінках камер прискорювальних секцій. Для пригнічення цих ефектів було розроблено відповідні технічні заходи. Вплив органічних молекул залишкового газу було зменшено за рахунок їх конденсації на низькотемпературному екрані, що розташовувався біля місця накопичення. Для зменшення ефектів розсіяння на неоднорідностях магнітного поля були розроблені спеціальні конструкції шин зворотнього струму, та запропонована схема їх з'єднання. Автором розроблено схему для оцінки величини вторинної електронної емісії на матеріалах, що можуть бути кандидатними для стінок прискорювальних секцій.

В четвертому розділі було сформульовано та експериментально підтверджено механізм, що пояснює ефект стиснення позитронних згустків в пастці з поздовжнім магнітним і обертовим електричним полями. Так було встановлено, що траєкторія руху частинки в поперечній площині в області поза обертально-поздовжнього поля представляє собою результат додавання швидкого циклотронного обертання і повільного «магнетронного» обертання відносно осі симетрії статичних електричних полів пастки і згустку. Тертя, що виникає у зіткненнях, що призводить до стиснення орбіт циклотронного обертання і розкручування траєкторій магнетронного руху — дифузія накопичених частинок на стінки вакуумної камери з подальшою загибеллю. Встановлено що вплив буферного газу необхідного для захоплення частинок в область накопичення значно зменшує час життя частинок. Обертальне поле, будучи консервативним, здатне зменшувати розміри згустку, збільшувати час життя частинок і, як наслідок, ефективність їх накопичення. Цей ефект має

місце, якщо частота поля узгоджена з частотами магнетронного обертання і поздовжніх осциляцій частинок.

П'ятий розділ присвячено реалізації одержаних результатів у вигляді працюючого каналу позитронно-аннігіляційної спектроскопії (ПАС) для проведення досліджень дефектної структури твердих тіл. Інжектор позитронів дозволяє отримувати необхідні для ПАС пучки монохроматичних позитронів з регульованою енергією до 30 кеВ. Серед одержаних результатів слід відзначити визначення кута піскоструминної обробки нержавіючої сталі, при якому спостерігаються найбільші концентрації утворення дефектів. Це є важливим для розуміння впливу режимів такої обробки на експлуатаційні властивості виробів. Також становить цінність демонстрація чутливості методу до ідентифікації ефекту далекосяжності в металах, опромінюваних концентрованими потоками енергії.

Матеріали дисертаційної роботи доповідались на фахових конференціях і семінарах міжнародного рівня. Результати роботи повністю відображено в 19 наукових працях, в тому числі у 10 статтях, що входять до міжнародної бази Scopus, серед них є дві що віднесені до вищих квантилів.

Автореферат досить точно відображає зміст дисертації.

Практичне значення роботи полягає у можливості реалізації низки технологій створення нових матеріалів шляхом керування їх будовою на нанорівні, що підтверджується відповідними актами впровадження.

Зауваження до тексту та змісту дисертації

В ході вивчення тексту дисертації були помічені ряд недоліків.

1. Вважаю, що сутність п. 4 загальних висновків слід було викласти більш докладно, адже проблема впливу матеріалу камер прискорювальних секцій на величину коефіцієнту вторинної електронної емісії є однією з визначальних в прискорювальній техніці.

2. Є низка зауважень до перекладу на українську мову. Так у висновках до розділу 2 (п.1) вжито термін «состав» тоді як правильно «склад». В окремих випадках не узгоджена відміна слів.

3. У розділі 5 розглянуто три можливих метода ПАС, але у роботі реалізована тільки одна методика, а саме вимірювання розширення анігіляційних ліній гамма квантів.

4. Наведено дуже багато різноманітних залежностей отриманих при тестуванні криогенного джерела, що охолоджується рідким гелієм, а для джерела, що охолоджується газоподібним через криокулер, вказано тільки температуру та інтенсивність потоку позитронів.

Однак вказані недоліки не знижують науково-практичної цінності виконаної дисертаційної роботи і не впливають на її позитивну оцінку.

Дисертаційна робота Кобеця Андрія Геннадійовича виконана на високому науковому рівні і присвячена вирішенню важливої наукової задачі – створенню прецизійного інструменту вивчення первинних стадії дефектоутворення в твердих тілах під впливом зовнішніх чинників. По актуальності, науковому рівню та практичному значенню одержаних результатів дисертаційна робота Кобеця А.Г. повністю відповідає вимогам Департаменту атестації кадрів МОН України, зокрема пп. 9, 11, 12 «Порядку присудження наукових ступенів».

Вважаю, що Кобець Андрій Геннадійович, безумовно, заслуговує присудження йому наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 01.04.07 – фізика твердого тіла.

Офіційний опонент,
старший науковий співробітник
ННЦ «Харківський фізико-технічний інститут»
НАН України
кандидат технічних наук

С.Ф. Скоромна

ЗАСВІДЧУЮ
Учений секретар
ННЦ ХФТІ

22

06

2020

Кадійшов до секретаря 22.06.2020

Учений секретар [Signature]

