

ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

Андрієнко Ольги Володимирівни

(прізвище, ім'я, по батькові /у разі наявності/ здобувача)

на тему « Довгомірна плазмова система малого діаметру з тліючим
розрядом низького тиску »,
(назва дисертації)

представлену на здобуття ступеня доктора філософії

в галузі знань 17 - Електроніка та телекомунікації

(галузь знань)

за спеціальністю 171 - Електроніка

(код і найменування спеціальності відповідно до Переліку галузей знань і спеціальностей, за якими здійснюється підготовка здобувачів вищої освіти)

Актуальність теми дисертації.

Застосування плазмових технологій обробки матеріалів є перспективним напрямком у різних галузях. Зокрема, для обробки довгомірних виробів малого діаметру для медицини (створення протезів, медичних пристроїв), виробів оборонної промисловості, виробів тонкої механіки, освітлювальної техніки, мікроелектроніки, перспективної водневої енергетики. Плазмові технології на основі тліючого розряду мають економічні переваги та значний технічний потенціал для реалізації. Для проектування технологічного обладнання і розробки технологічних процесів потрібні знання про особливості і характеристики тліючого розряду в умовах складної геометрії довгих трубок, що може бути досягнуте експериментальними дослідженнями та моделюванням. Врахування особливостей тліючого розряду в трубках малого діаметру дозволяє отримати нові знання про фізичні процеси в такій системі, що, в свою чергу, є основою для створення нових технологій обробки матеріалів. Дисертаційна робота присвячена вирішенню такої актуальної і складної задачі моделювання тліючого розряду в довгих трубках малого діаметру.

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.

Обґрунтованість та достовірність наукових результатів підтверджується результатами числового моделювання та даними проведених експериментів. Проведені числові розрахунки підтверджують ефективність використання розробленої моделі для: коаксіальної системи з внутрішнім анодом при низькому тиску аргону; коаксіальної системи з нитковим катодом на осі системи при низькому тиску аргону; двохелектродної системи в

діелектричній оболонці при низькому тиску неону (підтверджено експериментом); високовольтного іонного діоду в коаксіальній системі електродів при атмосферному тиску азоту (підтверджено експериментом).

Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження полягає в наступному:

- Вперше побудовано гідродинамічну модель довгомірної плазмової системи з тліючим розрядом в дрейфово-дифузному наближенні з урахуванням пружних зіткнень електронів та іонів з молекулами газу, іонізації атомів газу електронним ударом, генерації метастабільних частинок, вторинної іонно-електронної емісії з поверхні катода, рекомбінації заряджених частинок, процесів дифузії та дрейфу заряджених частинок, впливу просторового заряду на розподіл електричного поля та прилипання частинок на поверхні електродів для довгомірних вузьких трубчастих електродних систем;

- Вперше побудована модель газорозподілу у довгомірній плазмовій коаксіальній системі малого діаметру з перфорованим внутрішнім електродом у ламінарному режимі руху газових молекул (при діаметрі отворів суттєво більше ніж довжина вільного пробігу молекул газу) яка дозволяє визначити характеристики розподілу газу в газорозрядному проміжку, зокрема величину неоднорідності газового потоку.

Результати розрахунків з використанням запропонованої в дисертації моделі є новими, мають практичне значення для прогнозування характеристик реальних пристроїв працюючих при визначених умовах.

Результати виконаної роботи відкривають подальші перспективи для наукових досліджень і інноваційних розробок у сфері плазмових технологій інженерії та моделювання електричних розрядів, які відповідають умовам застосування гідродинамічної моделі у дифузійно-дрейфовому наближенні.

Отже, в дисертаційній роботі поставлене наукове завдання виконано повністю, здобувач повною мірою оволодів методологією наукової діяльності.

Оцінка змісту дисертації, її завершеність та дотримання принципів академічної доброчесності.

За своїм змістом дисертаційна робота здобувача Андрієнко О.В.
(прізвище, ініціали)

повністю відповідає Стандарту вищої освіти зі спеціальності 171- Електроніка
(код і найменування)

_____ та напрямкам досліджень відповідно до освітньої програми спеціальності)

Дисертаційна робота є завершеною науковою працею і свідчить про наявність особистого внеску здобувача у науковий напрям Електроніка.
(назва наукового напрямку)

Розглянувши звіт подібності за результатами перевірки дисертаційної роботи на текстові співпадиння, можна зробити висновок, що дисертаційна робота Андрієнко Ольги Володимирівни є результатом
(прізвище, ім'я, по батькові /у разі наявності/ здобувача)

самостійних досліджень здобувача і не містить елементів фальсифікації, компіляції, фабрикації, плагіату та запозичень. Використані ідеї, результати і тексти інших авторів мають належні посилання на відповідне джерело.

Мова та стиль викладення результатів

Дисертаційна робота написана українською мовою.

Дисертаційна робота має логічну послідовність, доступність викладення для читача, науковий стиль мовлення із використанням загальноприйнятої термінології.

Структура та зміст дисертації

Дисертація складається з вступу, 4-х розділів, висновків, списку літератури та додатку. Загальний обсяг дисертації 144 сторінок.

У вступі міститься обґрунтування вибору теми дослідження, актуальність роботи, наукова новизна та практичне значення роботи, сформульовані мета і завдання дослідження, об'єкт та предмет дослідження, описані методи дослідження, особистий внесок здобувача, відомості про апробацію роботи, структуру та зміст дисертації.

У першому розділі міститься огляд основних напрямків досліджень та окремих технічних аспектів газорозрядних систем на основі тонких металевих трубок. Розглянуто функціональну структуру та методи постановки експериментів в зазначених системах. Описані галузі практичного застосування. На основі проведеного аналізу робиться висновок про необхідність проведення математичного моделювання внаслідок складності експериментального дослідження газорозрядних систем на основі тонких металевих трубок.

У другому розділі на основі аналізу існуючих методів моделювання тліючого розряду, їх переваг і обмежень у застосуванні до специфічних

умов іонно-плазмової обробки внутрішньої поверхні трубок коаксіальних електродних систем, робиться висновок про використання для моделювання тліючого розряду в довгомірних тонких трубках моделі на основі гідродинамічного підходу у дифузійно-дрейфовому наближенні. Вибір тиску робочого газу для гідродинамічного моделювання відповідає умові значно меншої середньої довжини вільного пробігу електронів по відношенню до міжелектродного проміжку. Виконання умови мінімальної напруги на тліючому розряді приводить значення добутку тиск-діаметр металевої трубки в область мінімуму кривих Пашена. Наведене обґрунтування вибору параметрів математичної моделі коректності самоузгодженого математичного опису процесів електричного розряду.

У третьому розділі на основі гідродинамічної моделі тліючого розряду в дрейфово-дифузному наближенні для ряду довгомірних коаксіальних систем електродів, яка враховує пружні зіткнення електронів та іонів з молекулами газу, іонізацію атомів газу електронним ударом, генерацію метастабільних частинок, вторинну іонно-електронну емісію з поверхні катода, рекомбінацію заряджених частинок, процеси дифузії та дрейфу заряджених частинок, вплив просторового заряду на розподіл електричного поля та прилипання частинок на поверхні електродів проведено чисельними методами розрахунки електрофізичних параметри тліючого розряду з урахуванням геометричних особливостей системи для ряду систем: коаксіальної системи з внутрішнім анодом при низькому тиску аргону; коаксіальної системи з нитковим катодом на осі системи при низькому тиску аргону; двохелектродної системи в діелектричній оболонці при низькому тиску неону; високовольтного іонного діоду в коаксіальній системі електродів при атмосферному тиску азоту. Зроблено порівняння отриманих результатів моделювання з даними окремо проведених експериментів.

У четвертому розділі наведені результати експериментальних досліджень довгомірної коаксіальної електродної системи, які підтвердили можливість створення стабільного та однорідного аномального тліючого розряду. Також проведене моделювання розподілу газового потоку в коаксіальній довгомірній системі з перфорованим анодом на основі рівняння Нав'є-Стокса. Модельні експерименти показали, що запропонована модель є адекватною для розрахунку параметрів розряду як в суцільних, так і в перфорованих трубках за умови стаціонарного тиску в газорозрядній системі, коли немає продування газу через трубку.

У висновках подано основні наукові результати, зазначено на їх теоретичну та практичну цінність.

Дисертаційна робота оформлена відповідно до вимог наказу МОН України від 12 січня 2017 р. № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації».

Оприлюднення результатів дисертаційної роботи

Наукові результати дисертації висвітлені у 10 наукових публікаціях здобувача, серед яких: 5 статті у наукових виданнях, включених на дату опублікування до переліку наукових фахових видань України; 0 статті у періодичних наукових виданнях, проіндексованих у базах даних Web of Science Core Collection та/або Scopus, з яких 0 статей у виданнях, віднесених до першого — третього кварталів (Q1—Q3) відповідно до класифікації SCImago Journal and Country Rank або Journal Citation Reports; 0 патентів на винахід, що пройшли кваліфікаційну експертизу та безпосередньо стосується наукових результатів дисертації; 0 патентів України на корисну модель; 0 одноосібних монографій, що рекомендовані до друку Вченою радою КПІ ім. Ігоря Сікорського та пройшли рецензування.

Також результати дисертації були апробовані на 5 наукових фахових конференціях.

Публікації здобувача виконані на високому рівні з беззаперечним дотриманням принципів академічної доброчесності.

Таким чином, наукові результати описані в дисертаційній роботі повністю висвітлені у наукових публікаціях здобувача.

Дискусійні положення, недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.

У цілому дисертаційна робота Андрієнко О.В. виконана на високому професійному рівні, але разом з тим до неї є певні питання та зауваження:

1. Опис математичної моделі не містить врахування процесів перенесення випромінювання, елементарних реакцій за участі фотонів.

2. Застосування максвеллівської функції розподілу для електронів потребує оцінки можливої фізичної похибки такого наближення, зокрема для середовища аргону, де має місце ефект Рамзауера, що зменшує частоту зіткнень у плазмі для низьких енергій.

3. Бажано було б навести енергетичний баланс для газорозрядної лампи (розділ 3) з урахуванням променевої складової.

4. Бажано було б окремо виділити методики експериментальних досліджень в окремому розділі або пункті.

Вважаю, що висловлені зауваження не є визначальними і не зменшують загальну наукову новизну та практичну значимість результатів та не впливають на позитивну оцінку дисертаційної роботи.

Висновок про дисертаційну роботу

Вважаю, що дисертаційна робота здобувача ступеня доктора філософії

Андрієнко Ольги Володимирівни

(прізвище, ім'я, по батькові /у разі наявності/ здобувача)

на тему « Довгомірна плазмова система малого діаметру з тліючим розрядом низького тиску »

(назва дисертації)

виконана на високому науковому рівні, не порушує принципів академічної доброчесності та є закінченим науковим дослідженням, сукупність теоретичних та практичних результатів якого розв'язує наукове завдання, що має істотне значення для галузі знань 17 - Електроніка та телекомунікації. Дисертаційна робота за актуальністю, практичною цінністю та науковою новизною повністю відповідає вимогам чинного законодавства України, що передбачені в п.6 – 9 «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 січня 2022 р. № 44.

Здобувач Андрієнко Ольга Володимирівна _____ заслуговує на

(прізвище, ім'я, по батькові /у разі наявності/ здобувача)

присудження ступеня доктора філософії в галузі знань

17 Електроніка та телекомунікації

(галузь знань)

за спеціальністю 171 - Електроніка

(код і найменування спеціальності відповідно до Переліку галузей знань і спеціальностей, за якими здійснюється підготовка здобувачів вищої освіти)

Офіційний опонент:

старший науковий співробітник
відділу фізики плазми та плазмових
технологій Інституту ядерних
досліджень НАН України,
кандидат фізико-математичних наук,
старший науковий співробітник

(посада, місце основної роботи,
науковий ступінь, вчене звання)


(підпис)

Павло ПОРИЦЬКИЙ
(власне ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Особистий підпис Павла ПОРИЦЬКОГО засвідчую

Вчений секретар Інституту ядерних
досліджень НАН України


(підпис)

Наталія ДОРОШКО
(власне ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

« 17 » червня 2025 року

