

# АНОТАЦІЯ

## ДО МАГІСТЕРСЬКОЇ ДИСЕРТАЦІЇ

СТУДЕНТА 2-го (МАГІСТЕРСЬКОГО) РІВНЯ ВИЩОЇ ОСВІТИ ГР. ОФ-21мп

Павшука Єгора Кириловича

(ПІБ)

На тему «Дослідження впливу геометрії коаксіальних електродів на характеристики тліючого розряду в азоті»

Науковий керівник доктор філософії, асистент кафедри загальної фізики та моделювання фізичних процесів, Майкут Сергій Олексійович

(науковий ступінь, вчене звання, посада, ПІБ )

*Актуальність* Актуальність даного дослідження полягає в необхідності розуміння та оптимізації газорозрядних процесів, зокрема тліючого розряду в азоті з використанням коаксіальної системи електродів. Це дослідження має велике значення для розвитку нових технологій, таких як плазмові джерела світла, технології обробки матеріалів, та інших важливих виробничих процесів.

Вивчення впливу геометрії коаксіальних електродів на характеристики тліючого розряду може призвести до вдосконалення ефективності та стабільності таких систем. Результати цього дослідження можуть мати практичне застосування в різних галузях, включаючи освітлення, технологічні процеси, та виробництво електроніки.

Застосування комп'ютерних моделей у дослідженнях газорозрядних процесів важливо для швидкого та ефективного вивчення складних фізичних явищ. Цей підхід дозволяє здійснювати віртуальні експерименти та оптимізувати проекти без необхідності фізичного створення прототипів.

*Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами кафедри* \_\_\_\_\_

«Технологія комбінованого лазерного та імпульсно плазмового нанесення зносостійких покриттів для зміцнення стволів вогнепальної зброї» – д/р № 0121U111822, дата реєстрації: 27-06-2021

*Об'єкт дослідження* тліючий розряд в азоті, нормальний та аномальний режими тліючого розряду в коаксіальній системі електродів.

*Предмет дослідження* зміни характеристик плазми тліючого розряду в азоті в коаксіальній системі електродів при різних тисках і радіусах системи.

*Мета роботи* Основною метою даної науково-дослідної роботи є вивчення впливу зміни геометрії коаксіальних електродів на характеристики тліючого розряду в азотному середовищі. Конкретні цілі включають аналіз основних властивостей тліючого розряду, дослідження його поведінки в азоті, вивчення особливостей коаксіальної системи електродів, а також розробку та верифікацію математичної моделі для комп'ютерного моделювання.

Методи дослідження методи математичної фізики, математичне моделювання і чисельний розрахунок для дослідження тліючого розряду у двомірній моделі коаксіальної системи електродів.

Відомості про обсяг звіту, кількість ілюстрацій, таблиць, додатків і літературних найменувань за переліком використаних В роботі наведено: використаної літератури - 104, сторінок: - 126, рисунків - 36, таблиць - 6.

Мета індивідуального завдання, використані методи та отримані результати \_\_\_\_\_

Головні цілі індивідуального завдання:

1. Провести хронологічне вивчення історії відкриття газових розрядів та внеску вчених у цей процес. Ознайомитися з фізичними процесами в плазмі газових розрядів і провести огляд сучасних теоретичних концепцій. Вивчити механізми та умови переходу від несамотійного до самотійного газового розряду.
2. Вивчити основні характеристики тліючого розряду. Дослідити поведінку тліючого розряду в азотному середовищі у тонких трубках. Вивчити особливості та параметри коаксіальних систем електродів, які використовуються для створення тліючого розряду. Здійснити аналіз наукових публікацій та досліджень, присвячених тліючому розряду.
3. Обґрунтувати вибір комп'ютерного моделювання як інструменту для наукових досліджень газорозрядних процесів. Описати використане програмне забезпечення для комп'ютерного моделювання тліючого розряду в коаксіальній системі електродів. Описати математичну модель, яка використовується для комп'ютерного моделювання тліючого розряду в коаксіальній системі електродів.
4. Описати розроблену модель у середовищі COMSOL Multiphysics, вказавши всі вхідні параметри та вибрані області дослідження. Представити та проаналізувати отримані результати моделювання. Сформулювати рекомендації для можливого застосування отриманих результатів на практиці та вказати можливі напрямки для подальших наукових досліджень у даній області

Висновок В рамках даного дослідження вивчено процеси в плазмі розрядів та умови переходу від несамотійного до самотійного газового розряду. Досліджено основні властивості тліючого розряду та його поведінку в азотному середовищі, визначено ключові параметри, що впливають на розряд. Встановлено, що комп'ютерне моделювання є ефективним інструментом для вивчення газорозрядних процесів, обґрунтовано вибір програмного забезпечення та надано математичну модель для моделювання тліючого розряду в коаксіальній системі електродів. Описано модель, розроблену в середовищі COMSOL Multiphysics, представлено отримані результати комп'ютерного моделювання та проведено їх аналіз. В результаті верифікації моделі сформульовано рекомендації для практичного використання отриманих результатів та вказано напрямки подальших досліджень у галузі газорозрядних процесів.

Перелік ключових слів (не більше 20) тліючий розряд, коаксіальна система електродів, циліндрична система електродів, розряд в азоті, комп'ютерне моделювання, плазма розрядів, COMSOL Multiphysics

Підпис керівника \_\_\_\_\_



**SUMMARY  
TO THE MASTER THESIS**

2<sup>nd</sup> YEAR STUDENT OF THE SECOND LEVEL OF HIGHER EDUCATION (MASTER LEVEL),

GR. OF-21mp

**Yehor Pavshuk**

---

( FULL NAME)

*On the topic **Investigation of the influence of the geometry of coaxial electrodes on the characteristics of a glow discharge in Nitrogen***

*Scientific supervisor **a doctor of philosophy, assistant Maikut Serhii***

---

(scientific degree, academic title, position, FULL NAME)

*Actuality **The relevance of this research lies in the necessity to understand and optimize gas discharge processes, particularly the glow discharge in nitrogen using a coaxial electrode system. This study is crucial for the development of new technologies, such as plasma light sources, material processing technologies, and other essential industrial processes.***

*Investigating the influence of the geometry of coaxial electrodes on the characteristics of the glow discharge can lead to improvements in the efficiency and stability of such systems. The findings of this research may find practical applications in various fields, including lighting, technological processes, and electronics manufacturing.*

*The application of computer models in the study of gas discharge processes is essential for the rapid and effective exploration of complex physical phenomena. This approach allows for virtual experiments and optimization of designs without the need for the physical creation of prototypes.*

*Relationship of work with scientific programs, plans, themes of the department*

*«Technology of combined laser and pulsed plasma application of wear-resistant coatings for strengthening firearm barrels» – project No. 0121U111822, registration date: 06/27/2021*

---

*Object of research **The glow discharge in nitrogen, normal and abnormal modes of the glow discharge in a coaxial electrode system.***

*Subject of research **Changes in the characteristics of the plasma in the glow discharge in nitrogen in a coaxial electrode system at different pressures and system radii.***

---

*Purpose of work **The main objective of this scientific research is to study the influence of changes in the geometry of coaxial electrodes on the characteristics of the glow discharge in nitrogen. Specific goals include the analysis of the basic properties of the glow discharge, investigation of its behavior in nitrogen, study of the features of the coaxial electrode system, and the development and verification of a mathematical model for computer simulation.***

*Research methods **Methods of mathematical physics, mathematical modeling, and numerical calculations will be employed to investigate the glow discharge in a two-dimensional model of the coaxial electrode system.***

---

*Information about the volume of the thesis, the number of illustrations, tables, applications and references in the list of used ones The work contains: references - 104, pages: - 126, figures - 36, tables - 6.*

*The purpose of the individual task, the methods used and the results obtained \_\_\_\_\_*

*Main Objectives of the Individual Task:*

- 1. Conduct a comprehensive study of the history of the discovery of gas discharges and the contributions of scientists to this process. Thoroughly investigate the physical processes in the plasma of gas discharges and provide an overview of modern theoretical concepts. Study the mechanisms and conditions of the transition from non-self-sustained to self-sustained gas discharge.*
- 2. Examine the main characteristics of the glow discharge. Investigate the behavior of the glow discharge in a nitrogen environment. Study the features and parameters of coaxial electrode systems used to create the glow discharge. Analyze scientific publications and research dedicated to the glow discharge.*
- 3. Justify the choice of computer modeling as a tool for scientific research on gas discharge processes. Describe the software used for computer modeling of the glow discharge in a coaxial electrode system. Develop and describe the mathematical model used for computer modeling of the glow discharge in a coaxial electrode system.*
- 4. Describe the model developed in COMSOL Multiphysics, specifying all input parameters and selected areas of study. Present and analyze the results of modeling. Formulate recommendations for the practical application of the obtained results and suggest possible directions for further scientific research in this field.*

*Conclusion Within the scope of this study, plasma discharge processes and the transition conditions from non-self-sustained to self-sustained gas discharge have been investigated. The fundamental properties of the glow discharge and its behavior in a nitrogen environment have been explored, identifying key parameters influencing the discharge. Computer modeling has been established as an effective tool for studying gas discharge processes, with a rationale for software selection and a provided mathematical model for simulating the glow discharge in a coaxial electrode system. The model, developed in the COMSOL Multiphysics environment, is described, and the obtained results of computer simulation are presented and analyzed. Recommendations for practical application of the results and directions for further research in the field of gas discharge processes are formulated based on model verification.*

*Keyword list (no more than 20) glow discharge, coaxial system of electrodes, cylindrical system of electrodes, discharge in nitrogen, computer modeling, plasma discharges, COMSOL Multiphysics*

Signature of the supervisor \_\_\_\_\_

