

## АНОТАЦІЯ

### ДО ЗВІТУ З ПРАКТИКИ

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

Тоябіної Христини Сергіївни

(ПІБ)

**На тему** Дослідження аномального тліючого розряду в коаксіальній системі електродів в азимутальному магнітному полі

**Науковий керівник** доктор філософії, асистент Майкут Сергій Олексійович

(науковий ступінь, вчене звання, посада, ПІБ)

**Актуальність** Тліючий розряд широко використовується в багатьох промислових іонних приладах (стабілітрони та тиратрони), в газосвітних лампах, спектральних джерелах в атомно-абсорбційній спектроскопії, для накачування газорозрядних лазерів, зварювання та плавки матеріалів електронною гарматою, для модифікації поверхонь твердих тіл (травлення, осадження тонких плівок), в аналітичній та плазмовій хімії.

Незважаючи на те, що вивченню тліючого розряду присвячена велика кількість робіт, досі немає повної ясності процесів, що відбуваються в катодних областях розряду: у шарі катодного падіння потенціалу, від'ємного свічення і темного фарадеевого простору. У цих областях майже немає електричного поля, тому області від'ємного свічення та темного фарадеевого простору найбільш чутливі до зовнішнього впливу на тліючий розряд. Ми маємо плазму, вільну від електричного поля, і в цьому разі вплив на неї магнітного поля здійснюватиметься у чистому вигляді.

Моделювання тліючого розряду у коаксіальній системі електродів і при наявності азимутального магнітного поля досі не досліджено у повному обсязі. Фізико-топологічних тривимірних моделей, аналогічних до розробленої в рамках даної роботи, не було представлено раніше.

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

Державна тема: 2415п «Стволи».

**Об'єкт дослідження** нормальний тліючий розряд, аномальний тліючий розряд в азимутальному магнітному полі, тліючий розряд в коаксіальній системі електродів.

**Предмет дослідження** природа виникнення тліючого розряду в коаксіальній циліндричній системі електродів, процес переходу від нормального до аномального тліючого розряду, розподіл потенціалу, густини електронів і магнітного потоку в тліючому розряді.

**Мета роботи** встановлення умов виникнення тліючого розряду та переходу від нормального до аномального тліючого розряду в коаксіальній циліндричній системі електродів в азимутальному магнітному полі за допомоги методів фізико-топологічного моделювання і чисельного розрахунку та аналіз отриманих результатів і пов'язаних із ними фізичних процесів.

**Методи дослідження** методи математичної фізики, фізико-топологічного моделювання і чисельного розрахунку для дослідження тліючого розряду у тривимірних моделях розрядної трубки з різними параметрами.

**Відомості про обсяг звіту, кількість ілюстрацій, таблиць, додатків і літературних найменувань за переліком використаних** Звіт складається з анотації, вступу, трьох розділів, висновків та списку використаних джерел. Робота містить у собі 57 сторінок, у тому числі: 41 сторінку основного тексту, 10 рисунків, 1 таблицю і список використаних джерел із 52 найменувань.

**Мета індивідуального завдання, використані методи та отримані результати**

Метою індивідуального завдання є:

1. Провести експериментальне дослідження запалювання тліючого розряду, та ознайомлення із впливом радіального магнітного поля на координату горіння тліючого розряду;
2. Здійснити моделювання тліючого розряду з накладеним магнітним полем у тривимірному просторі у середовищі COMSOL Multiphysics;
3. На підставі проведеного дослідження запропонувати загальні рекомендації для використання отриманих результатів у науковій або практичній діяльності.

**Висновок** В процесі дослідження було розроблено фізико-топологічну тривимірну модель для вивчення характеристик тліючого розряду в коаксіальній системі електродів в азимутальному магнітному полі, досліджено і проаналізовано деякі з параметрів тліючого розряду (розподіл потенціалу і густини електронів між електродами, молярну фракцію іонів і електронний та іонний струми), розглянуто вплив азимутального магнітного поля на ці параметри. Визначені струмові характеристики (електронна та іонна складові) тліючого розряду у тонких трубках з наявністю магнітного поля. Така конфігурація дозволяє не тільки проводити повну обробку внутрішньої частини деталі, а і сканувати її окремі частини при тліючому розряді у нормальному режимі шляхом зміни полярності та значення струму, що пропускаються через анод. Отримані результати потребують подальшого вивчення й аналізу, і дозволяють продовжити дослідження у даній області.

**Перелік ключових слів (не більше 20)** катодні області тліючого розряду, плазма аргону, низький тиск, циліндрична система електродів, тривимірні моделі, фізико-топологічне моделювання.

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

Toiabina Khrystyna Serhiyvna

---

( FULL NAME)

***On the topic*** Investigation of an abnormal glow discharge in a coaxial system of electrodes in azimuthal magnetic field

***Scientific supervisor*** Doctor of Philosophy, Assistant Maikut Serhii

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

***Actuality*** Glow discharge is widely used in many industrial ion devices (stabilitrons and thyratrons), in gas lamps, spectral sources in atomic absorption spectroscopy, for pumping gas-discharge lasers, for welding and melting materials with an electron gun, for modifying the surfaces of solids (etching, deposition of thin films), in analytical and plasma chemistry.

Despite the fact that a large number of works have been devoted to the study of glow discharge, there is still no complete clarity of the processes occurring in the cathode regions of the discharge: in the layer of the cathode potential drop, negative glow, and dark Faraday space. In these regions, there is almost no electric field, therefore, the regions of negative glow and dark Faraday space are most sensitive to external influence on the glow discharge. We have a plasma that is free from an electric field, and in this case, the effect of a magnetic field on it will be carried out in a pure form.

Simulation of glow discharge in a coaxial system of electrodes and in the presence of an azimuthal magnetic field has not yet been studied in full. Physical and topological three-dimensional models, similar to those developed in the framework of this work, have not been presented earlier, and therefore, these studies are relevant and scientifically novel.

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

government topic: 2415n «Barrel».

***Object of research*** normal glow discharge, abnormal glow discharge in an azimuthal magnetic field, glow discharge in a coaxial system of electrodes.

***Subject of research*** nature of smoldering discharge in a coaxial cylindrical system of electrodes, the process of transition from a normal to an anomalous glow discharge, the distribution of potential, electron density and magnetic flux in a glow discharge.

***Purpose of work*** determination the conditions for the occurrence of a glow discharge and the transition from a normal to an anomalous glow discharge in a coaxial cylindrical system of electrodes in an azimuthal magnetic field using the methods of physico-topological modeling and numerical calculation and analysis of the obtained results and related physical processes.

***Research methods*** methods of mathematical physics, physico-topological simulation and numerical calculation for the study of glow discharge in three-dimensional models of a discharge tube with different parameters.

***Information about the volume of the thesis, the number of illustrations, tables, applications and references in the list of used ones*** the report consists of an abstract, an introduction, three chapters, a conclusion and a list of references. The work includes 57 pages, including: 41 pages of the main text, 10 figures, 1 tables and a list of references from 52 titles.

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

The purpose of the individual assignment is:

1. Conduct an experimental study on the ignition of a smouldering discharge and investigate the influence of radial magnetic fields on the burning coordinates of the smouldering discharge.
2. Perform simulations of the smouldering discharge with an imposed magnetic field in a three-dimensional space using COMSOL Multiphysics.
3. Based on the conducted study, propose general recommendations for utilizing the obtained results in scientific or practical activities.

***Conclusion*** In the course of the study, a physico-topological three-dimensional model was developed to study the characteristics of a glow discharge in a coaxial system of electrodes in an azimuthal magnetic field, some of the parameters of the glow discharge were investigated and analyzed (the distribution of the potential and electron density between the electrodes, the molar fraction of ions and the electronic and ion currents) , the influence of the azimuthal magnetic field on these parameters is considered. The current characteristics (electronic and ionic components) of a glow discharge in thin tubes with a magnetic field are determined. This configuration allows not only to carry out a complete processing of the internal part of the part, but also to scan its individual parts during a glow discharge in the normal mode by changing the polarity and value of the current that is passed through the anode. The results obtained require further study and analysis and allow you to continue research in this area.

***Keyword list (no more than 20)***glow discharge cathode zone, argon plasma, low pressure, cylindrical system of electrodes, three-dimensional models, physical and topological modeling.

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

