

УДК 535.247.4; 628.987

**Мирослав Наконечний<sup>1</sup>, Юрій Бачинський<sup>2</sup>, Павло Басистий<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

<sup>2</sup>Тернопільський національний педагогічний університет імені Івана Гнатюка, Україна

## **ВАКУУМНО ДУГОВИЙ МЕТОД ОТРИМАННЯ ТОНКИХ ПЛІВОК**

**Muroslav Nakonechniy Yuriy Bachinskiy, Pavlo Basistiy**

### **VACUUM ARC METHOD OF PRODUCING THIN FILMS**

Вакуумно – дуговий метод дозволяє отримувати плівки з високою стехіометрією складу, а також плівки сполук які утворюються в результаті реакції атомів металу в плазмовому середовищі.

Вакуумний дуговий розряд збуджується у парах ерозії матеріалу катода. Останній може бути або холодний (охладжуваний), або гарячий (не-охладжуваний). У першому випадку дуга горить у вигляді окремих катодних плям, що переміщуються по поверхні катода зі швидкістю 104 см/с, що дозволяє катоду залишатися інтегрально-холодним. У другому випадку дуга горить на всій робочій поверхні катода, при цьому температура може наближатися до температури плавлення катода. Вольт-амперна характеристика (ВАХ) розряду в загальному випадку складається з двох ділянок: дифузійного та дугового розрядів. На першій ділянці ВАХ круто зростає, приблизно до напруги 100 В. Так як напруженість поля біля поверхні і температура електрода на цій стадії розряду невеликі, то найбільший внесок у загальний струм буде вносити іонний струм з плазми. Напруга в першій ділянці ВАХ обумовлена зовнішньою характеристикою джерела живлення.

Перехід дифузійного розряду в дугову стадію може відбуватися як «стрибком», так і плавно. Для плазмових апаратів найбільш характерний стрибкоподібний перехід при напрузі і струмі пробою  $U_p$ ,  $I_p$ . Після переходу до несамостійного дугового розряду струм продовжує пульсувати за рахунок руху катодної плями (для «холодного» катода).

Для генерації матеріалу катода використовуються електродугові випаровувачі металів, щільність струму в катодній плямі яких  $10^5 \dots 10^7$  А/см<sup>2</sup>. Катодна пляма включає в себе область катодного падіння потенціалу, в якій зосереджений позитивний просторовий заряд, і найбільш яскраву частину - область іонізації. При роботі електродугового випарника металу в коаксіальній конструкції прискорювача катодна пляма прагне переміститися на бічну поверхню катода Бічна поверхня катода, що не підлягає випаровуванню, прикрита екраном, ізольованим від електродів випарника. Утримання катодної плями на поверхні катода здійснюється за допомогою магнітного поля. При намаганні катодної плями перейти на бічну поверхню катода радіальна складова сили, що виникає при взаємодії струму з магнітним полем, утримує катодну пляму на поверхні. При цьому граничний струм знижується.

Великий вплив на роботу прискорювача роблять також геометрія і тепловий режим анода. Форма вакуумного розряду на аноді залежить від співвідношення струму розряду і електронного струму з прианодної плазми. Режим дифузного горіння розряду на аноді з негативним анодним падінням реалізується за умови:

$$I_p = (1/4)n_e v_e S_a$$

де  $n_e$  - концентрація електронів біля анода;  $v_e$  - теплова швидкість електронів;  $S_a$  - площа анода.

Проведено напилення тонких плівок електротехнічної сталі та пермалоїв. Розроблено методику вимірювання електрофізичних параметрів цих плівок.