

МОДЕЛЮВАННЯ ТЕПЛОФІЗИЧНИХ ПРОЦЕСІВ НА ЕЛЕКТРОДАХ ПРИ ГЕНЕРАЦІЇ ВУГЛЕЦЕВИХ НАНОСТРУКТУР У ВАКУУМНІЙ ДУЗІ

Національний аерокосмічний університет імені М.Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут», Україна

На основі проведеного теоретичного розгляду теплових потоків діючих на електроди, під час випромінювання плазми при генерації вуглецевих наноструктур, було розроблено математичну модель для опису теплових процесів діючих на електродах при плазмовому формуванні наноструктур у плазмовому середовищі. Розроблена модель враховує джерела та стоки тепла в електродних плямах, випаровування, розпилення та температурні напруження у тілі електродів.

Сумісне вирішення задач теплопровідності та термопружності дозволило отримати поля температур та напружень, а також визначити можливість зміни геометрії катоду та аноду за час виходу установки на робочий режим. Розрахунки виконувались для різної густини струму $10^{10} \dots 10^{12}$ А/м² і для різних швидкостей переміщення плям $1 \dots 0.5 \cdot 10^2$ м/с. Результати розрахунків температурних полів на торцевій поверхні катоду з графіту показали, що при постійному рості температури поверхні катоду характер її розподілення принципово не змінюється.

Проведене теоретичне дослідження змін геометрії графітового катоду показало незначний вплив випаровування на зміну геометрії. Визначення зміни геометрії аноду повздовж утворюючої, завдяки випаровуванню під час виходу на робочий режим, показало найбільший вплив випаровування на малій ділянці аноду найближче розташованої до катоду. Також чисельними розрахунками визначено, що при густині струму більше 10^{10} А/м² збільшується імовірність появи викиду матеріалу у вигляді кластерів, що буде перешкоджати появі рівномірних наноструктур. Залежності коефіцієнта ерозії від часу життя було отримано як для стаціонарної, так і для рухомої плям. Визначено залежність суттєвого зменшення коефіцієнта ерозії при підвищенні швидкості плям

Збіг отриманих значень теоретичних та експериментальних результатів говорить про працездатність розробленої моделі

Список використаних джерел

1. Моделювання дугового розряду на мідному катоді для генерації наноструктур / Ю.В. Широкий, Г. І. Костюк // Відкриті інформаційні та комп'ютерні інтегровані технології, збірник наукових праць – Харків : Нац. аерокосм. ун-т "ХАІ", 2021. – Вип. 91 С.62-77.
2. On the growth and electrical characterization of CuO nanowires by thermal oxidation / K. Bazaka, O. Baranov, U. Svelbar, B. Podgornik, Y. Wang, S.Huang, L. Xu, J. W. M. Lim, I. Levchenko, S. Xu // Nanoscale. – 2018. – № 10. – P. 17494–1751.
3. Сысоев Ю. А. Проблемы ионно-плазменных технологий на основе вакуумно-дугового разряда и пути их решения / Ю. А. Сысоев // Авиационно-космическая техника и технология. – 2011. – № 7. – С. 38–43.
4. Костюк, Г.И. Особенности теоретического рассмотрения процессов в электродных пятнах вакуумного разряда [Текст] / Г. И. Костюк, Ю. В. Широкий, А. Н. Костюк // Открытые информационные и компьютерные технологии. – 2013. – № 60. – С 128–141.