

## **МОДЕЛЮВАННЯ УМОВ ОТРИМАННЯ НАНОСТРУКТУР ПРИ ІОННО-ПЛАЗМОВІЙ ОБРОБЦІ**

Національний аерокосмічний університет ім. М.С. Жуковського  
«Харківський авіаційний інститут»

У сучасному виробництві нанотехнології використовуються дуже широко, як захисні покриття для трибів та розподільних валів або як каталізатори хімічних реакцій. Також вони застосовуються у електроніці та мікроелектроніці, як покриття для екранування електромагнітних хвиль або як автоемісійні джерела електронів у вакуумній електроніці, а також у сенсорних, електронних, оптоелектронних нанопристроях.

Отримати наноструктуровані матеріали можна різноманітними біосинтетичними, електрохімічними, плазмовими та іншими методами. Особливо цікаві вакуумно-дугові методи, які можуть використовуватися для отримання тонких поверхневих або багаточарових наноструктур.

Основні теоретичні дослідження для отримання наноструктур у конструкційних матеріалах з використанням іонно-плазмових технологій базуються на використанні теплопровідності, термопружності та загальних характеристик матеріалу. Але ці методи не враховують особливості електронної теплопровідності та теплопровідності решітки матеріалу (фонон-фононної теплопровідності), тобто можуть некоректно враховувати залежності коефіцієнта лінійного розширення, модуля пружності теплоємності та інших фізико-механічних характеристик матеріалу від характеру теплового та механічного впливу на нього.

В цьому дослідженні проведено удосконалення попередньо розробленої моделі теплопровідності й термопружності з урахуванням всіх можливих зовнішніх та внутрішніх теплових впливів з використанням квантово-механічного підходу до опису будови матеріалу. Це дозволило точніше визначити технологічні параметри потоків іонів для отримання наноструктур у оброблюваному матеріалі.

За вдосконаленою моделлю з використанням теплофізичних, механічних і квантово-механічних характеристик при обробці міді іонами кисню розраховано технологічні параметри, необхідні для появи наноструктур певного обсягу як за об'ємом, так і за глибиною їх утворення. Отримані результати порівняні з відомими експериментальними та довідковими даними. Зроблено висновки, що при розрахунках параметрів наноструктур для технологій з енергіями іонів (100 – 500 eV) потрібно користуватися раніше запропонованою моделлю [1] з загальними теплофізичними та механічними характеристиками. При енергіях іонів у діапазоні  $10^3 - 2 \cdot 10^3$  eV при користуванні тією ж моделлю необхідно враховувати квантово-механічні впливи, а при енергіях вище  $10^4$  eV потрібно проводити розрахунки за двома варіантами і після порівняння використовувати варіант, найближчий до експериментальних результатів. Вдосконалену модель можна використовувати для корегування технологічних параметрів іонно-плазмової обробки з метою отримання наноструктур в захисних та зміцнюючих покриттях.

### **Список використаних джерел**

1. Kostyuk, G. Prospects for producing nanostructures in the volume of parts under the action of plasma flows / G. Kostyuk, O. Melkozirova, E. Kostyuk, Iur. Shirokiy // Rizannya and tools in technological systems.– KhrTU «KhrTU» .– 2020.– 92.– pp. 107–121.