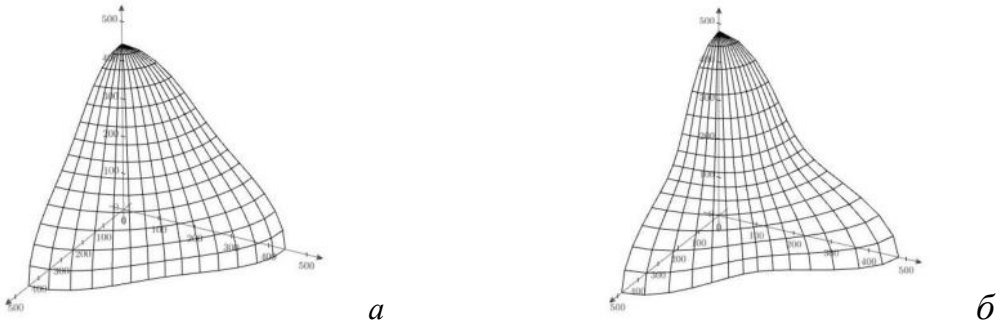
КУТОВІ ЗАЛЕЖНОСТІ МОДУЛЯ ПРУЖНОСТІ НІТРИДНИХ ПОКРИТТІВ ZrN

Пінчук Н.В., Терлецький О.С.
Національний технічний університет «ХПІ», м Харків

Досліджування структури та властивостей покриттів TiN, ZrN та ін. [1], які отримані за методом вакуумно-дугової конденсації (Arc-PVD) із застосуванням постійного та імпульсного потенціалів зміщення, свідчать про цікаве поєднання їх структурних параметрів. Стовпчасті матричні зерна мають внутрішні мікро- та в цілому покритті – макродеформації, які пов'язані з плоским напруженим станом. В залежності від тиску N_2 (до 0,65 Па), рівня постійного (до –230 В) та імпульсного (до –2000 В) зміщень, нормально до поверхні формуються аксіальні текстури спочатку з віссю [100], а потім [311]+[111], [110]+[111] та [111].

Наявність текстур обумовлює кубічну анізотропію покриттів (ґратка NaCl). Для розрахунків їх напруженого стану у складі виробів необхідні дані пружних властивостей за напрямками, зокрема, модуля пружності E_n, за яким усталених значень досі не спостерігається [2]. Тому для ZrN були розраховані кутові залежності E_n із відомих за літературою поєднань його коефіцієнтів жорсткості C_{11}, C_{12}, C_{44}. Застосовували їх зв'язок з коефіцієнтами податливості S, рівняння для податливості S'_{11} у напрямку n із направляючими косинусами щодо вихідних вісей ґратки із значеннями S_{11}, S_{12}, S_{44}, а також зв'язок $S'_{11} = 1/E_n$. Розрахунки свідчать про зміни як максимальних значень модуля E_n на осях, так і «глибини» мінімальних, але за незмінними напрямками [110] та [111] – рис. 1 *а*, *б* (шкала – до 500 ГПа). Це вельми корелює із закономірностями зміни текстур.



а *б*

Рис. 1 – Розподіл значень модуля E_n для C_{11}, C_{12}, C_{44}: *а* – 471, 88, 128; *б* – 521, 114, 110 ГПа

Література:

1. N.V. Pinchuk, O.S. Terletskyi Nanostructured coatings ZrN, obtained by vacuum-arc deposition method // Modernization of research area: national prospects and European practices: Scientific monograph. Riga, Latvia : "Baltija Publishing", 2022. P. 1–18. DOI: https://doi.org/10.30525/978-9934-26-221-0-1 .

2. Z.G. Mei, S. Bhattacharya, A.M. Yacout First-principles study of fracture toughness enhancement in transition metal nitrides //Surface & Coatings Technology, 2019. V. 357. P. 903–909. DOI: https://doi.org/10.1016/j.surfcoat.2018.10.102 .