

ОСОБЛИВОСТІ ЕЛЕКТРИЧНОЇ НЕОДНОРІДНОСТІ НІТРИДНИХ ПОКРИТТІВ НА ОСНОВІ СПЛАВУ Ti-V-Zr-Nb-Hf

Сердюк І.В.¹, Столбовий В.О.¹, Горбань В.Ф.², Чугай О.М.³,
Волошин О.О.³, Андреев А.О.¹, Кривошапка Р.В.¹

¹Національний науковий центр

“Харківський фізико-технічний інститут”, м. Харків

²Інститут проблем матеріалознавства ім. Францевіча, м. Київ

³Національний аерокосмічний університет

«Харківський авіаційний інститут», м. Харків

У роботі розглянуто питання виявлення неоднорідності властивостей нітридних покриттів на основі високоентропійного сплаву Ti-V-Zr-Nb-Hf шляхом дослідження електричних властивостей покриттів в зразку прямокутної форми. Важливою умовою досягнення найліпших технічних характеристик вакуумно-дугових покриттів є однорідність фізичних властивостей. Для контролю однорідності механічних властивостей покриттів з високою локальністю традиційно використовується метод вимірювання мікротвердості, але крім цього методу був запропонований метод виявлення неоднорідності характеристик покриттів шляхом дослідження електричних властивостей зразка прямокутної пластини. Дослідження таким чином на мікрорівні складу та морфології поверхні нітридних покриттів зі сплаву Ti-V-Zr-Nb-Hf показало, що на поверхні утворюються включення, які відрізняються між собою: складом, характерним розміром та формою, а також різницею щільностей включень в межах кожного зі зразків. Порівняльний аналіз перелічених характеристик включень дозволив встановити три основні групи. Найбільш чисельну групу (І) складають включення правильної форми розміром від одиниць до десятків мкм. Вміст Zr в таких включеннях на 5 – 15 % більший, ніж у навколишньої матриці. Значно рідше зустрічаються включення групи ІІ, в котрих вміст того ж компоненту на 30 – 90% більший, ніж у матриці. Крім того ці включення також мають правильну форму та розмір 5 – 30 мкм. І, нарешті, окрему групу (ІІІ) утворюють включення з найменшим вмістом Zr, котрі на 50 – 90 % менші, ніж у матриці зразка. При цьому во включенні містяться атоми Fe, Cr та Ni. Такі включення є найбільш великими – їх характерний розмір варіюється в межах від 50 до 100 мкм – та мають неправильну форму. Включення груп І та ІІ являють собою краплі, котрі є особливістю вакуумно-дугового методу нанесення покриттів. Включення групи ІІІ являють собою сколи на поверхні підкладки, котрі з'являються внаслідок високих внутрішніх мікронапружень. Склад матриці та включень одного зі зразків нітридного покриття, отриманого зі сплаву Ti-V-Zr-Nb-Hf представлені у таблиці нижче.

Вміст, ат. %		Zr	Hf	Ti	Nb	V	Fe	Cr	Ni
Матриця		33,5	31,9	17,7	11,4	5,5	-	-	-
Включення	I	35,0	32,9	16,3	11,7	4,1	-	-	-
	II	44,2	35,9	0,10	19,6	0,20	-	-	-
	III	3,1	1,9	1,5	1,9	0,90	66,5	18,1	6,1