

*Матеріали III Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів.
Актуальні задачі сучасних технологій – Тернопіль 19-20 листопада 2014.*

УДК 621.785

В.Г.Хижняк, докт. техн. наук, проф., О.Е. Дацюк, М.В.Аршук, Ю.Ю.Бицан, Н.С.Лазарєв

Національний технічний університет України «КПІ», Київ

**БУДОВА ТА ВЛАСТИВОСТІ БАГАТОКОМПОНЕНТНИХ ПОКРИТТІВ НА
НІКЕЛІ**

V.G. Khyzhnyak, Dr., Prof. O.E. Datsyuk, M.V. Arshuk, Y.Y. Bytsan, N.S. Lazarev
STRUCTURE AND PROPERTIES OF COATINGS MULTICOMPONENT NICKEL

Інтенсифікація технологічних процесів при збереженні або збільшенні терміну експлуатації обладнання, підвищення якості продукції відповідає вимогам прогресу в машинобудуванні. Ці питання в повній мірі можна віднести до методів хіміко-термічної обробки, використання яких дозволяє підвищити твердість, зносостійкість, жаростійкість, опір корозії виробів [1-3].

Як матеріал для нанесення покриттів в роботі було використано карбонільний нікель, який в якості домішки містить залізо в кількості 0,04% мас.

Результати досліджень фазового та хімічного складів, структури та деяких властивостей, отриманих в роботі покриттів наведено в таблиці. Аналіз показав, що алюмосиліціювання нікелю приводить до утворення багат шарових структур на основі сполук нікелю та алюмінію. Безпосередньо на поверхні формується шар оксиду Al_2O_3 , далі розташовуються шари сполуки $NiAl$, шар з двох сполук $NiAl$ та Ni_3Al і безпосередньо до основи примикає шар Ni_3Al незначної товщини.

Центральний шар з двох сполук $NiAl$, Ni_3Al утворився, вірогідніше за все, в процесі охолодження після закінчення ХТО при температурі $1000^\circ C$. Відповідно до діаграми стану $Ni-Al$ розчинність нікелю в сполуці $NiAl$ зменшується від 80% мас. при $1000^\circ C$ до 76,5% мас. при $550^\circ C$. Із сполуки $NiAl$ при цьому виділяється інтерметалід Ni_3Al . Вважають [3], що при цій же температурі відбувається впорядкування структури $NiAl$ з утворенням впорядкованої структури типу $CsCl$.

В роботі показано, що глибина проникнення кремнію в нікель більша за глибину проникнення алюмінію. Перехідна зона, обмежена зовні твердим розчином кремнію в нікелі, має підвищений вміст кисню (0,1-0,2% мас.) та товщину 10-20 мкм. Участь кисню в формуванні покриттів очевидна. Це підтверджується наявністю на поверхні дифузійних шарів оксиду Al_2O_3 (способи 1,2) та сполуки Ni_2Ti_4O (спосіб 2). Можливо, кисень розчиняється в нікелю на перших етапах ХТО, а далі відсувається від поверхні в перехідну зону дифузійним шаром, що росте. Вміст кисню в центральних частинах перехідної зони досягає 0,2-0,4 % мас, що на порядок вище можливої розчинності кисню в нікелі при температурі $1000^\circ C$.

Особливістю отриманих в роботі результатів є значна мікротвердість окремих шарів титаноалюмосиліційованих покриттів. Це стосується в першу чергу зони з підвищеним вмістом кремнію, в якій мікротвердість становила 6,8 – 12,5 ГПа. Причиною високої мікротвердості отриманих в роботі покриттів є дисперсність будови в поєднанні з незначною товщиною та великою кількістю окремих шарів.

Таблиця – Фазовий склад та властивості багатокомпонентних покриттів на нікелі

№ способу	Вид обробки і режим ХТО:Т - °С; τ-години	Склад насичуючої суміші % по масі	Зона покриття	Фазовий склад*	Період кристалічної ґратки, нм	Товщина шару, мкм	Мікротвердість, ГПа
1	Алюмосиліціювання: 1000; 4	Al-45, Si-15, Al ₂ O ₃ -35, NH ₄ Cl-5	Зона сполук	NiAl	a = 0,2869	41,0-45,0	4,3-3,0
				NiAl + Ni ₃ Al	-	25,0-27,0	3,6-2,4
				Ni ₃ Al	a = 0,4323	5,0-6,0	3,0-2,0
			Перехідна зона	Ni(Al,Si)	a = 0,3539	10,0-15,0	1,6-1,5
				Ni(Si)	a = 0,3530	5,0-7,0	1,5-0,9
				Ni(O)	a = 0,3526	20,0	0,9-0,8
			Основа	Ni	a = 0,3526	-	0,8
2	Титаноалюмосиліціювання: 1000; 4	Ti-40, Al-10, Si-15, Al ₂ O ₃ -30, NH ₄ Cl-5	Зона сполук	Ni ₂ Ti ₄ O	a = 1,1838	2,0-5,0	4,8-4,0
				NiTi _{0,6} Al _{0,4}	a = 0,2866	12,0	4,0-6,5
				Ni ₃ Ti _{0,6} Al _{0,3} Si _{0,1}	a = 0,5145 c = 0,7434	4,0-10,0	5,2-6,0
				Сполуки ** за участю Ti, Al, Si, Ni	-	16,0-20,0	6,8-12,5
			Перехідна зона	Ni(Ti,Al,Si)	a = 0,3588	15,0-20,0	1,7-1,5
				Ni(Ti,Si)	a = 0,3541	8,0-10,0	1,5-1,4
				Ni(Si)	a = 0,3536	15,0	1,4-0,8
			Основа	Ni	a = 0,3526	-	0,8

*На поверхні виявлено сполуку Al₂O₃; a= 0,4762; c=0,5145.

**Виявлено сполуку Ti₅Si₃; a=0,7439; c=0,5145

Можна вважати, що алюмосиліційовані, титаноалюмосиліційовані покриття на нікелі та його сплавах будуть сприяти, завдяки фазовому та хімічному складам, структурі, мікротвердості зростанню жаростійкості, ерозійної та абразивної зносостійкості.

Література

1. Похмурский В.И., Далисов В.Б., Голубец В.М. Повышение долговечности деталей машин с помощью диффузионных покрытий. – К.: Наукова думка, 1980. – 188 с.
2. Коломыйцев П.Т. Жаростойкие диффузионные покрытия. - М.: Металлургия, 1979. – 272 с.
3. Окисление металлов. Под ред. Ж. Бенарда. – М.: Металлургия, Т. II. 1969. – 448с.