

Фазов състав и механични характеристики на електродъгово отложени TiN покрития върху стомани 9XC и X12M

Десислава Миланова, Милко Йорданов, Иван Дерменджиев

Резюме: В работата е изследвано влиянието на вида на подложката върху топографията и структурата на образци от стомана 9XC и X12M. Покритията са получени чрез електродъгово изпаряване във вакуумна пещ ВИМ-МР/ЕДИ. Отложени са еднослойни покрития TiN. Изследванията направени на покритията са: топографски анализ, калотест, измерване на дебелината и микроструктурен анализ в напречен шлиф.

Ключови думи: еднослойни покрития, X12M, 9XC, TiN.

ВЪВЕДЕНИЕ

Към съвременните материали се предявяват повишени, често екстремални изисквания по отношение на редица свойства като: механични, устойчивост при циклични и температурни натоварвания, повишена устойчивост при наличие на химически активни или абразивни среди, и др. За решаването на тази задача напоследък особено внимание се отделя за създаване на качествено нови композитни материали и технологии за тяхното получаване.

Еднослойните нитридни и карбидни покрития на титанова основа са сравнително евтини и могат да се използват в редица процеси за механична обработка на различни изделия. Те се характеризират с висока плътност, адхезия и добра износоустойчивост. Покритията се прилагат самостоятелно или във вид на многослойни структури от вида TiN/TiC..., повишаващи производителността на режещи инструменти и инструменти за пластична деформация за обработване на Al, Ti, Cu, Ni и сплавите им, за месинги и други сплави.

Съвременната тенденция е получаване предимно на многослойни структури, които по същество представлява композит и водят до съществено подобряване на функционалните характеристики на покритията и особено на тяхната твърдост и износоустойчивост. Поради уникалните си свойства многослойните системи се прилагат в различни области, където се изискват не само повишени механични характеристики, но и термична и корозионна устойчивост и др. Чрез управление на архитектурата на многослойните структури е възможно съчетаването на качествата и свойствата на изходните структури, при което се получават и уникални такива, нехарактерни за отделните съставни слоеве (фази).

МЕТОДИКА

Покритията са нанесени върху образци с размери $d = 16$ [mm] и $\square 20/20$ [mm] и $h = 8$ [mm] и 10 [mm] от стомана 9XC (C $-0.85 \pm 0.95\%$; Mn $-0.30 \pm 0.60\%$; Si $-1.20 \pm 1.60\%$; Cr $-0.95 \pm 1.25\%$) и X12M (C $-1.45 \pm 1.7\%$; Mo $-0.40 \pm 0.60\%$; V $-0.15 \pm 0.30\%$; Cr $-11.0 \pm 12.5\%$). Мишената е изработена от титан (Ti-Al6-V4). Експериментите са извършени във вакуумна уредба ВИМ-МР/ЕДИ за магнетронно разпръскване и електродъгово изпаряване лабораторно промишлен тип.

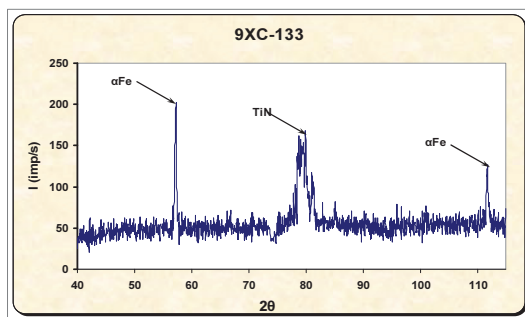
Проведени са топографски и микроструктурен анализ и са измерени грапавост и дебелината на покритията. Микроструктурният анализ е проведен по напречен шлиф и по отпечатьци от калотест. Дебелината на покритията е измерена чрез калотест и в напречен шлиф. Грапавостта е измерена с измервателен уред DIAVITE.

РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЯ

Ренгенограмите на получените покрития показват, че във всички от тях присъстват нитридни фази, според режимите на отлагане - представени на фиг. 1 a/, б/, в/, г/.

При разглеждане на рентгенографските изследвания се вижда, че, пиковите на нитридната фаза се намират на ъгъл, много близо до теоритичния такъв, т.е. те имат състав, близък до стехиометричния. Те са малко на брой поради малката дебелина на покритията – единични или два. Повечето от тях са с увеличена ширина – това означава, че структура на покритията е дребнозърнеста. Това се дължи на сравнително ниската температура на подложката — 300°C.

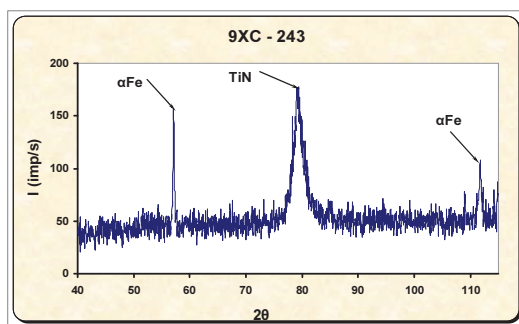
В рентгенограмите на четирите проби присъства линията на желязото, която се получава от подложката. Причината за появата на линии от подложката е сравнително малката дебелина на покритията (от 3.28 μm до 4.75 μm). Титанът от междинния слой, отлаган за намаляване на напреженията и подобряване на адхезията между покритието и подложката липсва. В случая, това се дължи на малката му дебелина и количеството му в пролъчвания обем не е достатъчно за откриването му. Този резултат корелира с получените резултати от металографския анализ в т. 4.2.



Образец 1.3.3 - 9XC							
№	2 θ / изм.	2 θ / теор.	d/n теор.	I изм.	I табл.%	HKL	Фаза
1	57,225	57,26	2,02	201	100	110	αFe
2	79,67	79,87	1,5	156	20	204	TiN
3	111,78	111,64	1,17	126	30	211	αFe

а.

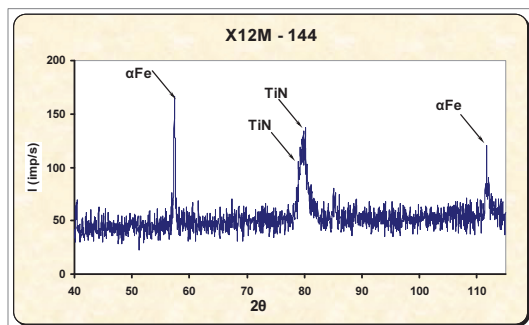
Фиг. 1- Рентгенограма и таблица на TiN покритие – режим 1 / 9XC



Образец 2.4.3 - 9XC							
№	2 θ / изм.	2 θ / теор.	d/n теор,	I изм.	I табл.%	HKL	Фаза
1	57,1	57,26	2,02	167	100	110	α Fe
2	79,8	79,87	1,5	138	20	204	TiN
3	111,78	111,64	1,17	121	30	211	α Fe

б.

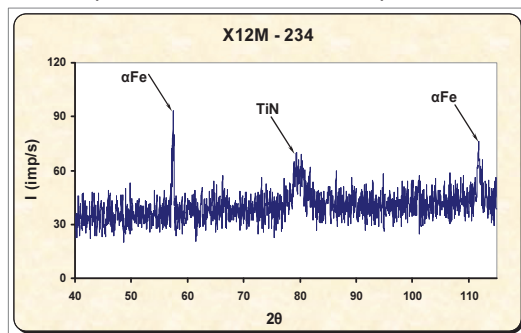
Фиг. 1 - Рентгенограма и таблица на TiN покритие – режим 2 / 9XC



Образец 1.4.4 - X12M							
№	2 θ / изм.	2 θ / теор.	d/n теор,	I изм.	I табл. %	HKL	Фаз а
1	57,32	57,26	2,02	167	100	110	α Fe
2	79,66	79,87	1,5	138	20	204	TiN
3	85,05	85,18	1,42	120	15	116	TiN
4	111,75	111,64	1,17	121	30	211	α Fe

в.

Фиг. 1 - Рентгенограма и таблица на TiN покритие – режим 1 / X12M



Образец 2.3.4 - X12M							
№	2 θ / изм.	2 θ / теор.	d/n теор,	I изм.	I табл.%	HK L	Фаза
1	57,32	57,26	2,02	167	100	110	α Fe
2	80	80,18	1,49	70	50	220	TiN
3	111,78	111,64	1,17	121	30	211	α Fe

Фиг. 1 - Рентгенограма и таблица на TiN покритие – режим 2 / X12M

Във всички рентгенограми присъстват линиите на нитрида – Таблица 1. На лице е разлика в резултатите за двата вида подложки:

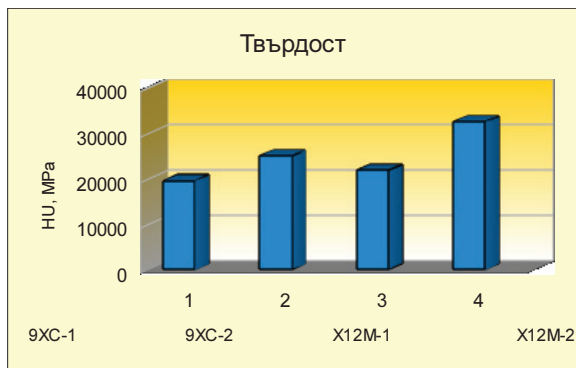
- При стомана 9ХС при режими 1 и 2 нитридната фаза се наблюдава с по един пик и е текстурирана по направление <204>.

- При стомана Х12М положението е доста по - различно. При режим 1 нитридната фаза се наблюдава с два пика и е текстурирана по направления <204> и <116>. При режим 2 нитридната фаза се наблюдава с един пик и е текстурирана по направление <220>.

Този факт може да се обясни с разликата в преднапреженията подавани към подложките. Стомана Х12М, поради по-голямата степен на легираност (около 13%) е с по-малка топлопроводност от стомана 9ХС (легираност около 2%). Поради това, при еднаква температура на метализиране 300°С, прегряването на повърхностния слой на стомана Х12М и израстващото покритие ще бъде по-висока. Това стимулира в по-голяма степен възможността за протичане на рекристализационни процеси във вече полученото покритие и да измени направлението на текстурата.

НKL на TiN		Таблица 1	
Марка стомана	9ХС	Х12М	
Режим 1	204	204	116
Режим 2	204	220	

Измерена е универсалната твърдост [1] на покритията като резултатите са показани а фиг.2.



Фиг. 2 – Универсална твърдост

Ясно се вижда, че при двата вида подложки твърдостта на образците при режим 2 е по-висока, това може да се дължи на по-голямото преднапрежение подавано към подложките.

- При стомана 9ХС при режими 1 и 2 разликата в твърдостта не е много голяма.

- При стомана Х12М положението е доста по - различно. При режим 2 твърдостта е доста по-висока от тази при режим 1. Това може да се обясни с различната текстура на двете покрития. При текстура по направление <220>

(образец 2.3.4) твърдостта е по-голяма, докато при текстура по направления <204> и <116>(образец 1.4.4) тя е очаквано по-малка.

ИЗВОДИ:

- Видът на подложката, т.е. нейния химичен състав, оказва влияние върху направлението на текстурата на покритието TiN. Поради по-голямата степен на легираност и респективно - по-малка топлопроводност на стомана X12M прегряването на израстващото покритие е по-високо, рекристализационните процеси в него са протекли по-пълно и са изменили направлението на текстурата, за разлика от подложките 9XC.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Захаријева В., Шишков Р., Йорданов М. Химичен състав и твърдост на магнетронно отложени покрития от типа Ti/TiC/TiN... върху стомана 9XC. В: Сборник доклади, ТУ София, МТФ, 2007, стр. 82-88, ISBN 978-954-438-624-5.

За контакти:

Маг. инж. Десислава Миланова, тел.082/888204 e-mail: dmlanova@uni-ruse.bg

Докладът е рецензиран.