

ОСАЖДЕНИЕ ПОКРЫТИЙ (Ti, Cr)_xN ВАКУУМНО-ДУГОВЫМ МЕТОДОМ

БНТУ, г. Минск

Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Латушкина С. Д.

Одной из важнейших задач физики конденсированного состояния и материаловедения является разработка новых способов улучшения поверхностных свойств материалов, используемых в машиностроении и других отраслях промышленности. При практическом применении их поверхность подвергается интенсивным разрушающим воздействиям, к которым можно отнести трение, износ, коррозию и окисление материала. Поскольку обычно разрушение начинается с поверхности, то для увеличения срока эксплуатации соответствующих узлов и деталей достаточно их поверхностного модифицирования путем нанесения покрытий на основе системы Ti-N, обладающие высокой твердостью, износостойкостью, коррозионной стойкостью. Введение в TiN легирующих добавок, в частности, хрома, способствует дополнительному улучшению их механических характеристик, что стало новым этапом создания многоэлементных нитридных покрытий [1].

Покрытие на основе системы Ti-Cr-N формируются методом вакуумно-дугового осаждения при совмещении плазменных потоков титана и хрома в среде реакционного газа - азота. Изменение концентрации хрома в покрытии на основе TiN приводит к изменению фазо-структурного состояния покрытий.

При вакуумно-дуговом осаждении, используя только один катод ($I_{Ti}=100$ А, $U_b=-120$ В), формируется однофазное покрытие TiNc кубической ГЦК-решеткой.

Анализ дифракционных спектров покрытий $Ti_{1-x}Cr_xN$ ($0,36 < x < 0,70$) показывает, что во всем исследуемом концентрационном диапазоне угловое положение их дифракционных ли-

ний находится между значениями для TiN и CrN, что свидетельствует о формировании твердого раствора (Ti, Cr)N с ГЦК-решеткой, образованного на базе кристаллической решетки TiN, в которой часть атомов Ti замещено атомами Cr. Обнаружено, что покрытия $Ti_{1-x}Cr_xN$ ($0,36 < x < 0,70$) формируются с преимущественной ориентацией плоскости, параллельной поверхности подложки. При формировании покрытия CrN образуются кубическая CrN и гексагональная $\beta-Cr_2N$ фазы и содержание хрома достигает 82 ат.%, что обусловлено его меньшим (в 3 раза) химическим сродством к азоту по сравнению с титаном.

В зависимости от концентрации элементов меняются механические характеристики покрытий (табл.1)

Таблица 1 – Механические характеристики вакуумно-дуговых покрытий

Покрытие	Твердость системы «покрытие-подложка» H_c , ГПа, при нагрузке, мН			Истинная твердость H_{μ}^0 , ГПа
	30	50	100	
TiN	25,5	23,1	22,7	24,8
$Cr_{0,82}N_{0,18}$	13,1	10,4	7,4	19,8
$Ti_{0,36}Cr_{0,64}N$	28,4	26,9	21,6	32,5
$Ti_{0,60}Cr_{0,40}N$	27,3	24,1	21,8	35,9
$Ti_{0,64}Cr_{0,36}N$	24,3	18,4	17,3	34,8

Обнаружено, что в покрытиях $Ti_{1-x}Cr_xN$ ($0,36 < x < 0,64$) твердость составляет 32,5-35,9 ГПа (в 1,5 раза выше по сравнению с покрытием TiN).

Так же обнаружено уменьшение коэффициента трения покрытий $Ti_{1-x}Cr_xN$ ($0,36 < x < 0,64$) в 1,3-1,8 раз (по сравнению с TiN).

Нанесение покрытий $Ti_{1-x}Cr_xN$ ($0,36 < x < 0,64$) приводит к повышению коррозионной стойкости стали Ст3 в 1,5 раза в солевой (3%-ый раствор NaCl) и до 2,7 раза в сернокислой (1 MH_2SO_4) средах.

В результате проведения изохронного отжига в течение 1ч согласно данным РСА твердый раствор (Ti, Cr)Nс ГЦК-решеткой является термодинамически стабильным до температуры 900 °С, т.е. распада фазы твердого раствора (Ti, Cr)N не происходит.

ЛИТЕРАТУРА

1. Электронная библиотека БГУ [Электронный ресурс] / Авторефераты диссертаций, защищенных в 2016 г. – Минск, 2016. – Режим доступа : <http://elib.bsu.by/handle/123456789/161562/>. – Дата доступа : 01.04.2018.

УДК 621.791.722

Шастерик А. А.

ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВАЯ СВАРКА

БНТУ, г. Минск

Научный руководитель: канд. техн. наук Данильчик С. С.

Электронно-лучевая сварка – сварка, источником энергии при которой является кинетическая энергия электронов в электронном пучке, сформированном электронной пушкой [1].

Используется для сварки тугоплавких, высокоактивных металлов в космической, авиационной промышленности, приборостроении и др. Электронно-лучевая сварка используется и при необходимости получения высококачественных швов с глубоким проплавлением металла, для крупных металлоконструкций.

Электронно-лучевая сварка проводится электронным лучом в вакуумных камерах. Размеры камер зависят от размеров свариваемых деталей и составляют от 0.1 до нескольких сотен кубических метров [3□3].

Плавление металла при электронно-лучевой сварке и образование зоны проплавления обусловлено давлением потока электронов в электронно-лучевой пушке, выделением теплоты