

Очень важной и актуальной является задача организации электронных архивов различных типов документов. Как правило под термином “электронный архив” понимается набор отсканированных файлов конструкторских или технологических документов безотносительно к изделиям, то есть как полная аналогия “бумажным архивам”. В системах PDM имеется возможность создавать не только базу данных документов в электронном виде, но и электронные архивы, в которых отслеживаются все этапы эксплуатации документов (оригиналов, подлинников и т.п.) при изготовлении и утилизации изделий.

Таким образом, применение PDM – систем является одним из эффективных способов решения проблемы информационной интеграции задач технической подготовки производства промышленных предприятий. С участием сотрудников кафедры “Технология машиностроения” начаты работы по внедрению данной системы на ПО МТЗ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Е. Яблочников. Компьютеризация подготовки производства в едином информационном пространстве предприятия.//САПР и графика. – 2001. – №3. – 80 с. 2. IMAN Deployment Guide. Unigraphics Solution Inc., 2000. – 47р.

УДК 621.785

Ю.Ю. Ярмак, А.А. Пуховой, У. Фюссель, Г. Эккарт

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПЛАЗМЕННОГО НАНЕСЕНИЯ ТВЕРДОСПЛАВНЫХ КАРБИДНЫХ ПОКРЫТИЙ

Белорусская государственная политехническая академия

Минск, Беларусь

Дрезденский технический университет

Дрезден, Германия

Нанесение защитных покрытий на поверхности деталей машин является одним из современных методов повышения надежности и долговечности. При плазменном нанесении защитных покрытий широкое применение находят тугоплавкие материалы, которые по своим физическим свойствам подразделяются на металлические (карбиды, нитриды, бориды, силициды) и неметаллические (оксиды, керамика). Это объясняется тем, что тугоплавкие материалы обладают целым рядом положительных свойств, но не могут во многих случаях применяться для изготовления контактных изделий из-за их высокой хрупкости и низкой прочности при динамических нагрузках, а также из-за технологических трудностей при изготовлении деталей.

Одно из ведущих мест среди тугоплавких материалов занимают карбиды и особенно карбиды вольфрама, хрома и титана. Однако уже первые исследования в области нанесения плазменных покрытий из чистых карбидов показали, что покрытия имеют высокую пористость, низкую прочность сцепления с подложкой, а частицы порошка при нанесении подвергаются сильному окислению [1].

Одним из способов сохранения свойств карбидов в процессе плазменного напыления и улучшения качества покрытий является нанесение их в виде плакированного порошка [1].

В качестве порошка для нанесения покрытий был выбран карбид титана, плакированный Ni-Mo-P оболочкой. Нанесение на высокодисперсные частицы карбида металлической оболочки осуществлялось химическим осаждением в водных растворах. Применение этого метода позволило получить на частицах TiC равномерную никель-молибден-фосфорную оболочку с заданным соотношением карбидной составляющей и металлической матрицы. Для определения влияния никель-молибден-фосфорной плакирующей оболочки на сохранение свойств карбида титана и его химического состава в процессе плазменного напыления, а также влияния оболочки на некоторые свойства покрытий, полученный TiC-Ni-Mo-P порошок напылялся на металлическую поверхность аргоно-водородной плазмой в атмосфере. По достижении определенной толщины нанесенное покрытие скалывалось, подвергалось измельчению и в полученном порошке определялось содержание различных элементов. В качестве порошка для напыления использовался чистый карбид титана (TiC), а также плакированный карбид титана с содержанием плакирующей оболочки 50% по массе (50TiC-50Ni-Mo-P).

Нанесение покрытий осуществлялось на следующих режимах: $U=60\text{В}$; $I=400\text{А}$; $L=100\text{мм}$. Структура полученных покрытий из чистого карбида титана и плакированного порошка показана на рис. 1. Отличительной особенностью покрытий из плакированного карбида титана (рис. 1-б) является их низкая пористость, а также наличие мягкой металлической матрицы с равномерно расположенными в ней твердыми частицами карбида. Металлическая матрица позволяет напылять покрытия из карбида титана значительной толщины, повышает прочность сцепления покрытия с подложкой и удерживает частицы карбида в процессе трения, которые могут воспринимать большие нагрузки и не выкрашиваться. Некоторые из свойств покрытий, нанесенных из карбида титана и композиционного порошка TiC-Ni-Mo-P с соотношением массы карбида к массе металлической составляющей 1:1, приведены в табл. 1.

Изменение содержания углерода в покрытии по отношению к напыляемому порошку определялось по формуле

$$C_{\text{пот}} = \frac{C_{\text{пор}} - C_{\text{пок}}}{C_{\text{пор}}} \cdot 100, \%$$

где $C_{\text{пот}}$ – потери углерода в процессе напыления; $C_{\text{пор}}$ – содержание углерода в напыляемом порошке; $C_{\text{пок}}$ – содержание углерода в нанесенном покрытии.

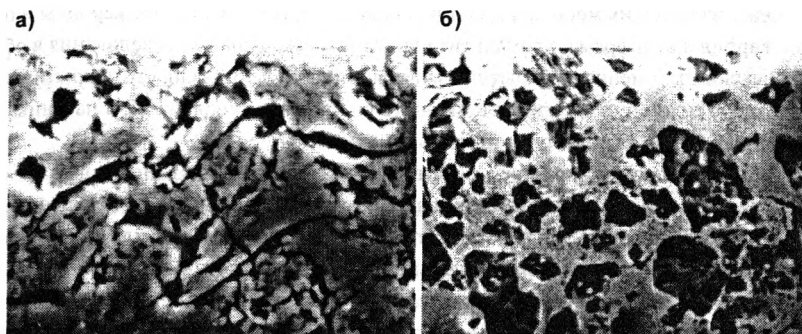


Рис. 1. Структура карбидных покрытий (РЭМ x 3000): а – TiC; б – 50TiC/50Ni-Mo-P

Таблица 1

Содержание элементов и характеристики покрытий

Порошок	Содержание элементов, %			Пористость, %	Прочность сцепления, МПа	Микротвердость, HV ₅₀ , МПа
	O ₂	N ₂	C			
TiC	8,04 (0,63)	0,74 (0,09)	14,80 (19,14)	–	–	24000
TiC/Ni-Mo-P (50/50)	1,76 (1,26)	0,42 (0,11)	8,88 (10,16)	15,21	38	15000 – матрица 30000 – TiC зерна

ПРИМЕЧАНИЕ: в скобках указано содержание химических элементов в напыляемом порошке.

Изменение содержания кислорода и азота в покрытии определялось как отношение их процентного содержания в покрытии к соответствующей величине в напыляемом порошке.

Следует отметить, что общей тенденцией явилось уменьшение содержания углерода в напыляемом порошке и резкое увеличение содержания кислорода и азота в покрытии. Это увеличение особенно значительно при напылении чистого карбида титана. Однако нанесение плакированного карбида титана позволяет значительно сократить потери углерода при напылении в атмосфере, уменьшить в покрытии содержание кислорода и азота по сравнению с покрытиями из TiC.

Следует отметить, что металлическая матрица обладает также достаточно высокой микротвердостью не свойственной покрытиям из никеля. Это можно объяснить, как показал рентгеноструктурный анализ, образованием различных фаз и соединений в процессе плазменного напыления.

Прочность сцепления покрытия с подложкой и пористость покрытий из TiC не определялись из-за трудностей, вызванных невозможностью нанесения покрытий достаточной толщины.

В данной работе были проведены также исследования влияния режимов плазменного напыления на содержание в покрытии таких химических элементов как: кислород (O₂), углерод (C). Качество покрытий в процессе напыления определялось в зависимости от напряжения (U), тока (I) и расстояния нанесения покрытий (S). Предельные значения этих величин, а также интервалы их варьирования приведены в табл. 2. Указанные интервалы режимов напыления позволили изменять мощность плазменного потока от 12 до 35 кВт.

Таблица 2.

Исследуемые параметры и интервалы из варьирования

Параметры	Обозначение	Интервалы варьирования		
		Нижний	Средний	Верхний
Напряжение, В	U	40	55	70
Ток, А	I	300	400	500
Расстояние напыления, мм	S	70	110	150

Для проведения исследований был выбран полнофакторный эксперимент типа 2³. В результате проведения экспериментов для плакированного порошка с содержанием TiC-65% и Ni-Mo-P – оболочки 35% были получены уравнения множественной регрессии для углерода и микротвердости:

$$C = 7,75 + 0,78U - 0,54S - 0,22UI + 0,2UIS$$

$$HV_{50} = 1565 + 114U + 179S + 128US$$

Для определения зависимости содержания кислорода (O₂) в покрытии из порошка с содержанием TiC 65%, а также для определения влияния режимов напыления на качество покрытий из порошка с соотношением карбидной составляющей к матрице 1:1 исходя из полнофакторного эксперимента 2³ был использован план типа 2³⁻¹ и получены следующие уравнения регрессии:

$$O_2 = 3,78 - 0,5U - 0,72I + 0,4S \text{ (порошок 65TiC/35Ni-Mo-P)}$$

$$O_2 = 2,20 - 0,35U - 0,45I + 0,36S \text{ (порошок 50TiC/50Ni-Mo-P)}$$

$$C = 6,94 + 1,75U + 0,28I - 0,09S \text{ (порошок 50TiC/50Ni-Mo-P)}$$

Из полученных зависимостей следует, что напряжение и расстояние напыления являются основными факторами, влияющими на содержание углерода и кислорода в покрытии, а также на микротвердость покрытия. С увеличением напряжения содержание углерода в покрытии и микротвердость, увеличиваются. Увеличение расстояния напыления приводит к снижению содержания углерода в покрытии, но, в тоже время, увеличивает их микротвердость.

Влияние тока на содержание химических элементов в покрытии является незначительным, причем это влияние зависит существенно от других параметров плазменного потока.

На основе проведенных экспериментов были определены оптимальные режимы для нанесения твердосплавных карбидных покрытий из плакированных порошков с различным содержанием карбидной составляющей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Mash D.R., Weare N.E., Walker D.L. Process variables in Plasma – Jet Spraying. – Journal of metals. New-York. – 1961.– № 7.– S. 473–478. 2. Blume F., Eckart G., Jarmak Ju. Plasma-spritzten verschleissbestandiger TiC –Schichten. – Schweisstechnik. Berlin. – 1986.– № 6.– S. 251–253.