

МЕТОДИКА ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНОГО ИЗНОСОСТОЙКОГО ПОКРЫТИЯ ДЛЯ СВЕРЛЕНИЯ

Аль Кадхими М.Ф.

Ульяновский государственный технический университет, г. Ульяновск

Ключевые слова: деформация, покрытие, износостойкость.

Аннотация. В статье рассматриваются основы планирования, проведения и статистического анализа данных экспериментальных исследований по влиянию состава однослойных износостойких покрытий на структурные и механические свойства, контактные процессы, а также на тепловое состояние спиральных сверл, сформированы требования, предъявляемые к износостойким покрытиям на операциях сверления, принцип формирования многослойных покрытий и предложены их архитектуры.

METHOD OF CHOICE OF OPTIMAL WEAR-RESISTANT COATING FOR DRILLING

Al Kadkhimi M.F.

Ulyanovsk State Technical University, Ulyanovsk

Keywords: deformation, coating, wear resistance.

Abstract. The article discusses the basics of planning, statistical and practical information requirements of experimental research data with respect to data quality on the influence of the composition of single-layer wear-resistant coatings on structural and mechanical properties, contact processes, as well as the thermal state of twist drills, the requirements for wear-resistant coatings in drilling operations, the principle of the formation of multilayer coatings, and principle and contents of their architecture are proposed.

В связи с возрастающими требованиями к повышению эффективности операций механической обработки существенно возрастает роль режущего инструмента. Применение модифицирующих покрытий позволяет существенно улучшить режущие свойства инструмента [1-4]. Важным направлением совершенствования модифицирующих покрытий является разработка новых многокомпонентных составов и формирование наноструктур. Целью работы является одной из неотъемлемых частей общего исследования износостойких покрытий, в том числе с целью последующей оценки теплового состояния режущего инструмента и в последующем выборе оптимального состава покрытия и его архитектур. Для реализации по вышеуказанному методу на оборудовании, указанном в работе [5] и последующего исследования, были сформированы соответствующие установок. Нанесение однослойных износостойких покрытий TiN, TiAlN и TiAlCrN проводили на установке «Булат-6Т» с использованием цельнометаллических, интерметаллидных и составных катодов по компоновочным схемам, представленным на рис. 1.

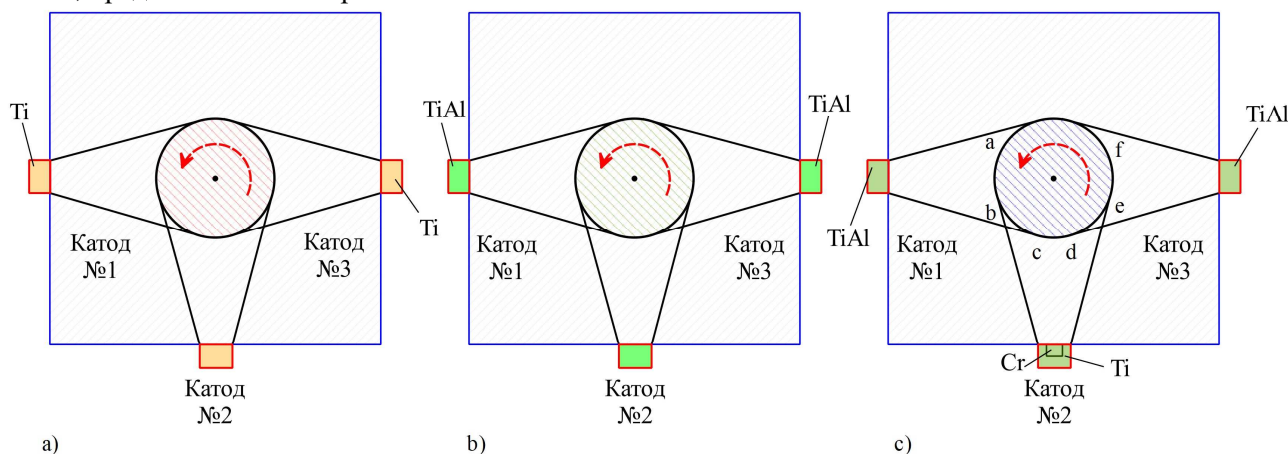


Рис. 1. Технологические компоновочные схемы установок для нанесения покрытий:
а – TiN; б – TiAlN; в – TiAlCrN

Покрытия наносили на установке «Булат-6Т», оснащенной системой магнитной фокусировки плазменного потока. Нанесение покрытий производили с использованием цельнометаллических, интерметаллидных и составных катодов. Технологическая компоновочная схема установки для нанесения покрытия TiN представлена на рис. 1 а; покрытия TiAlN – рис.1б; покрытия TiAlCrN – рис. 1в.

При нанесении покрытия TiN (рис. 1а) использовали три катода из сплава ВТ1-0. Покрытие TiAlN (рис. 1б) наносили с использованием двух интерметаллидных катодов (№1 и №3) из титана Ti и алюминия Al.

При нанесении покрытия TiAlCrN (рис.1б) использовали два интерметаллидных катода (№1 и №3) из титана Ti и алюминия Al и составной катод (№2) из титана Ti со вставкой из хрома Cr.

При получении покрытия TiAlCrN за один оборот стола установки образуется мультислойная структура, с чередующимися мультислоями TiAlN (зоны «a-b» и «e-f») и TiCrN (зона «c-d») и расположенным между ними мультислоем TiCrAlN (зоны «b-c» и «d-e»). Наличие мультислоистости способствует повышению его механических свойств

При получении покрытий TiN и TiAlN мультислоистость отсутствует, имеет место однородная микроструктура.

Технологический процесс нанесения покрытий [6-8] включал в себя три этапа: ионную очистку (бомбардировку) поверхности, нанесение покрытия и охлаждение покрытия в камере установки до комнатной температуры.

Технологические параметры нанесения износостойких покрытий TiN, TiAlN и TiAlCrN представлены в таблице 1.

Табл. 1. Технологические режимы нанесения износостойких покрытий на основе нитрида титана

Покрытие	Катод №1			Катод №2			Катод №3			Время, Т _к	Приме-
	Технологические параметры процесса конденсации										
	Мат	I _д , А	I _ф , А	Мат	I _д , А	I _ф , А	Мат	I _д , А	I _ф , А		
TiN	Ti	110	0,4	Ti	110	0,4	Ti	110	0,4	53	Ионная очистка: I _д = 110 А, I _ф = 0,35 А, □ = 10 мин
TiAlN	Ti	110	0,4	Ti	110	0,4	TiAl	110	0,4	53	
TiAlCrN	Ti	110	0,4	Ti	110	0,4	TiAl + Cr	110	0,4	53	

Первый этап технологического процесса – герметизация и откачка камеры до давления $6,65 \cdot 10^{-3}$ Па и включение поворотного устройства, далее подача на него отрицательного напряжения 1 кВ и при включенных двух противоположно расположенных катодах-испарителях № 1 и № 3 (рис. 1) и токе дуги I_д, равном 110 А, для проведения ионной очистки и нагрев сверл до температуры (560 – 580) °С. Опорное напряжение U_{оп} при этом равно 160 В, ток фокусирующих катушек I_ф – 0,4 А.

Выводы

Исследованы параметры структуры и механических свойств износостойких покрытий TiN, TiAlN и TiAlCrN. Установлено, что многоэлементные покрытия, по сравнению с покрытием TiN, обладают более высокими механическими свойствами, такими как микротвердость, модуль Юнга и коэффициент интенсивности напряжений, вместе с этим покрытие TiAlN так же обладает низким коэффициентом отслоения, характеризующего прочность адгезионной связи покрытия с инструментальной основой.

Список литературы

1. Табаков В.П., Николаев Ю.Н. Влияние теплового режима конденсации покрытия методом КИБ на работоспособность инструмента из быстрорежущей стали // Опыт производства и перспективы развития инструмента с износостойким покрытием. – М.: ВНИИинструмент, 1988. – С. 30-35.
2. Повышение стойкости режущего инструмента с покрытиями / Ю.В. Полянсков, В.П. Табаков, В.И. Езерский и др. // Физика износостойкости поверхности металлов. – Л.: ФТИ, 1988. – С. 212-216.
3. G.S. Fox-Rabinovich, K. Yamamoto, S.C. Veldhuis, A.I. Kovalev, G.K. Dosbaeva, Tribological adaptability of TiAlCrN PVD coatings under high performance dry machining conditions, Surf. Coat. Technol. 200 (2005) 1804-1813.
4. L.S. Shuster, A. Elfizy, Wear behavior of adaptive nano-multilayered TiAlCrN/NbN coatings under dry high performance machining conditions, Surf. Coat. Technol. 202 (2008) 2015-2022.
5. Табаков В.П., Кокорин В.Н., Морозов О.И., Алешин А.С., Аль Кадхими М.Ф. Моделирование процесса предварительной механической активации подложки композиции покрытие - металл и исследование напряженного и деформированного состояния рабочих поверхностей штампового инструмента. – Ульяновск: УлГТУ, 11 (179) 2019. – С. 523-528.
6. A.S. Vereschaka, S.N. Grigoriev, V.P. Tabakov, E.S. Sotova, A.A. Vereschaka, M.Y. Kulikov, Improving the efficiency of the cutting tool made of ceramic when machining hardened steel by applying nano-dispersed multi-layered coatings, Key Eng. Mater. 581 (2014) 68-73.
7. T.N. Loladze, Nature of brittle failure of cutting tool, Ann. Cirp. 24 (1975) 13-16. A.S. Vereschaka, Working Capacity of the Cutting Tool with Wear Resistant Coatings, in: M. Mashinostroenie (Ed.), Mashinostroenie, Moscow, 1993.
8. Табаков В.П. Работоспособность режущего инструмента с износостойкими покрытиями в условиях стесненного резания / В.П. Табаков, Д.И. Сагитов. – Ульяновск: УлГТУ, 2015. – 197 с.

Сведения об авторе:

Аль Кадхими Мохаммед – аспирант, УлГТУ, г. Ульяновск.