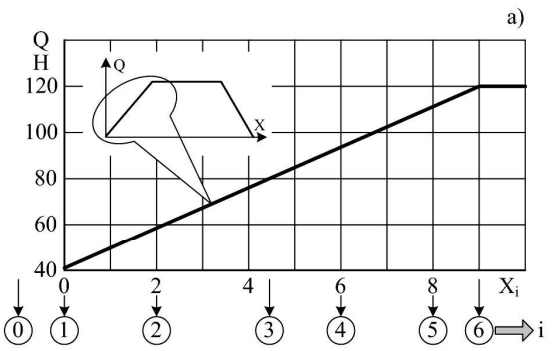

Q H	Rq мкм	Rp мкм	Rm мкм	$\rho_{ср}$ мм	b	ν	Δ	i
0	3,87	12,3	19,8	0,022	0,72	1,5	1,13	0
40	3,08	5,23	13,8	0,73	1,27	1,09	0,015	1
58	2,16	3,9	12,03	0,94	0,89	1,31	0,014	2
78	1,34	5,3	11,5	0,74	0,82	1,48	0,018	3
95	1,29	3,1	10,7	1,40	0,80	1,6	0,009	4
110	1,13	2,3	10,6	1,63	1,30	1,04	0,005	5
120	0,79	2,6	10,5	1,63	1,30	1,04	0,006	6

в)

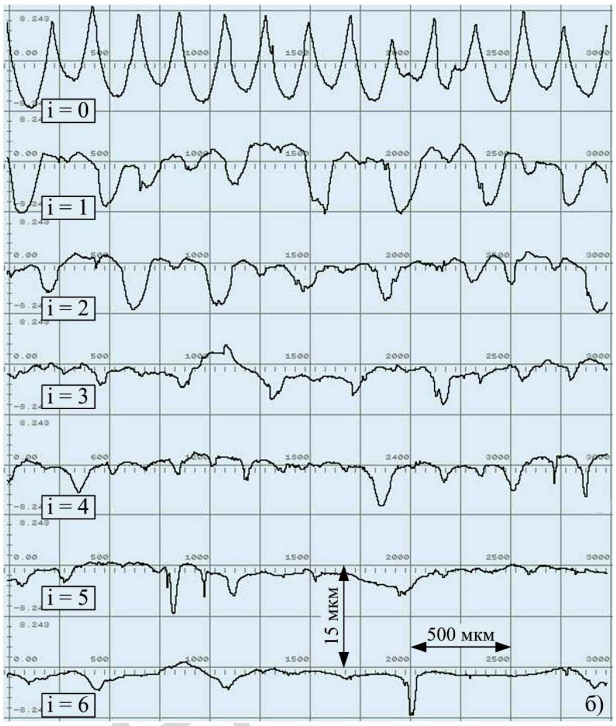

Рис. 2. Результаты управления параметрами микропрофиля плоской поверхности по заданному трапецеидальному закону изменения нагрузки при алмазном выглаживании: а – закон Q = f(x); б – типовые профилограммы; в – значения параметров микропрофиля

Литература

1. Фёдоров, В.П. Технологическое обеспечение закономерного изменения качества поверхностного слоя деталей при обработке на станках с ЧПУ / В.П. Фёдоров, М.Н. Нагоркин // Наукоёмкие технологии в машиностроении. – Москва: Изд-во "Машиностроение". – № 2(02). – 2011. – с. 40 – 46.

2. Нагоркин, М.Н. Условия эксплуатации функциональных поверхностей трибоэлементов в типовых соединениях трения скольжения / М.Н. Нагоркин, В.П. Фёдоров, А.В. Тотай // Известия Юго-Западного государственного университета. – Курск: ЮЗГУ, №6 (57). – 2014 – с. 15 – 26.

УДК 620.22: 669

ИОННО-ВАКУУМНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ

Е.О. Насакина, М.А. Севостьянов, А.С. Баикин, М.А. Каплан, К.В. Сергиенко, С.В. Конушкин, Е.Д. Ковалева, Ю.О. Леонова, А.В. Леонов, А.Г. Колмаков, М.Л. Хейфец, П.А. Витязь
Институт металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова РАН, Москва

Получены нано- и микроразмерные поверхностные слои тантала на плоских и проволочных подложках NiTi, Cu, Ti, SiO_2. Структуру и состав образцов определяли с помощью СЭМ, АЭС, Оже-спектроскопии и рентгеновской дифрактрометрии. С увеличением времени распыления толщина

поверхностного слоя нелинейно возрастает. На толщину и структуру поверхностных слоев влияют дистанция напыления, мощность распыления, напряжение смещения на подложке. Формирование танталового поверхностного слоя повышает прочностные, пластические и твердостные характеристики на 5-20 %.

Разработка композиционных материалов с поверхностными модифицированными слоями позволяет эффективно сочетать желаемые эксплуатационные характеристики нескольких материалов, что в настоящее время перспективно во многих сферах человеческой жизнедеятельности: в оптике (проводящие, просветляющие, фильтрующие, отражающие, поглощающие среды), электронике (проводники, полупроводники, диэлектрики), машиностроении, строительстве и быту (трибологические, износостойкие, функциональные, защитные покрытия конструкционных и бытовых материалов, стойкие к действию агрессивных сред, декоративные и др.), медицине (биосовместимые) и т.д. Достаточно популярным методом создания таких поверхностей является физическое осаждение в вакууме [1 – 5]. Целью данной работы являлось исследование многослойных композиционных материалов с танталовым поверхностным слоем.

Слоистый композит «подложка – поверхностный слой», получали методом магнетронного напыления в газовой среде аргона при остаточном и рабочем давлениях ~ $4x10^{-4}$ и 0,4 Па, соответственно.

Получение поверхностных слоев проводилось при условиях процесса: магнетрон на постоянном токе, I ~ 400 – 1100 мА, U ~ 360 – 700 В, с и без вращения подложки, с и без предварительного ионного травления подложки (очистка, активация и полировка поверхности при бомбардировке ионами аргона – ПИТ), время распыления 0 – 120 мин, напряжение смещения 0 – 1000 В, расстояние от мишени до подложки 100 – 200 мм.

Для определения фазового состава использовали рентгеновский дифрактометр "Ultima IV" фирмы "Ригаку". Морфологию поверхности и исследования послойного элементного состава исследовали на сканирующем электронном микроскопе (СЭМ) TESCAN VEGA II SBU, снабженном приставкой для энергодисперсионного анализа INCA Energy, атомно-эмиссионном спектрометре (АЭС) GDS–850A, применяемом в оптической спектрометрии с тлеющим разрядом, и Оже-спектрометре JAMP-9500F фирмы JEOL в сочетании с ионным травлением при бомбардировке аргоном под углом 30°.

Фрактографические исследования образцов после статического разрыва или хрупкого слома также проводились на растровом электронном микроскопе TESCAN VEGA II SBU.

PolotskSU

Статические свойства исследованных образцов определялись на механической 10-тонной машине INSTRON 3382 со скоростью испытаний не более 2 мм/мин, с точностью скорости траверсы ± 0,2% от значения величины установленной скорости.

Испытания усталостных свойств проволочных образцов осуществлялось по схеме нагружения «изгиб с вращением». Для этого использовалась установка для усталостных испытаний тонких проволок. Испытания проводились в области многоцикловой усталости при числе циклов до разрушения $N=2x10^4...6x10^6$. Частота вращения образцов составляла: 3000 об/мин. При разрушении образцов испытания автоматически прерывались. Определялось максимальное напряжение цикла.

Микротвердость определяли с помощью оснащенного оптическим микроскопом прибора WOLPERT GROUP 401/402 – MVD с компьютерным управлением. Испытания проводили по схеме "микро-Виккерс", используя алмазный индентор размером 10 мкм и нагрузки в размере 100 – 200 гс. Эта схема соответствовала испытаниям на микротвердость Н по ГОСТ 9450-76. Проволочные образцы фиксировали специальной твердеющей смесью.

С увеличением времени распыления толщина поверхностного слоя нелинейно возрастает. На толщину и структуру поверхностных слоев влияют дистанция напыления, мощность распыления, напряжение смещения на подложке. Переходный слой обеспечивает высокую адгезию поверхностного слоя к подложке. Формирование танталового поверхностного слоя повышает прочностные, пластические и твердостные характеристики на 5-20 %.

Работа выполнена при поддержке РФФИ № 14-29-10208.

Литература

1. Кузьмичев, А.И. Магнетронные распылительные системы. Кн. 1. Введение в физику и технику магнетронного распыления / А.И. Кузьмичев. – К.: Аверс, 2008. – 244 с.

2. Технологии конструкционных наноструктурных материалов и покрытий / П.А. Витязь [и др.] / под общ. ред. П.А. Витязя и К.А. Солнцева. – Минск: Бел. навука, 2011. – 283 с.

3. Колмаков, А.Г. Основы технологий и применение наноматериалов / А.Г. Колмаков, С.М.Баринов, М.И. Алымов. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2013 – 208 с.

4. Nasakina E.O., Baikin A.S., Sevost'yanov M.A., Kolmakov A.G., Zabolotnyi V.T., Solntsev K.A. Properties of nanostructured titanium nickelide and composite based on it // Theoretical Foundations of Chemical Engineering, 2014. – V. 48. №4. – P. 477 – 486.

5. Nasakina E.O., Baikin A.S., Sergienko K.V., Sevost'yanov M.A., Kolmakov A.G., Goncharenko B.A., Zabolotnyi V.T., Fadeev R.S., Fadeeva I.S., Gudkov S.V., Solntsev K.A. Biocompatibility of nanostructured nitinol with titanium or tantalum surface composite layers formed by magnetron sputtering // Doklady Chemistry, 2015, Vol. 461, Part 1, pp. 86 – 88.

PolotskSU