

Некоторые пути повышения качества PVD и CVD покрытий

Студент гр. 104217 Ковальчук А.В.
Научный руководитель – Константинов В.М.
Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Целью настоящей работы являлось выявление ряда перспективных путей повышения качества PVD и CVD покрытий TiN за счет регламентированного воздействия на металлическую подложку.

Основными критериями качества PVD и CVD покрытий являются пористость и, прежде всего, адгезионная способность (прочность). Первая зависит от технологических факторов, вторая – от природы наносимого материала и материала подложки, и от характера преобладающего типа зацепления покрытия на подложке (химическое или диффузионное, физическое, механическое). Однако эти критерии не являются достаточными для оценки технической эффективности и экономической целесообразности применения покрытий. Для этого следует рассматривать как единое целое определенную конструкцию, состоящую из материала подложки и материала поверхностного слоя – топокомпозит [1], конструирование которых в настоящее время идентифицируется как создание из подложки и покрытия нового композиционного материала со свойствами, недостижимыми по отдельности ни материалом подложки, ни материалом покрытия. В западной литературе это научное направление

называют surface engineering [2], в Японии – Tribo-Design of Coating/Substrate System (TDCSS) [3]. Подтверждением тому служат теоретические исследования автора [1, 4], которые показали, что для тонких твердых покрытий проявляется эффект снижения несущей способности слоистой системы (топокомпозита). Этот эффект заключается в снижении предельной нагрузки, действующей на топокомпозит, для появления пластической деформации в материале подложки (продавливание покрытия) по отношению к нагрузке, прикладываемой к подложке без покрытия и приводящей к такой же пластической деформации в ней. Решением проблемы следует считать рассмотрение эффективных характеристик топокомпозита – эффективной жесткости и эффективных пределов твердости, текучести и несущей способности, варианты расчета которых предложены автором [4] и применение различных видов модифицирования металлической подложки.

По цели применения модифицирование металлической подложки можно условно разделить на 2 группы, в одной из которых основной целью является увеличение прочности сцепления покрытия и подложки, а во второй – получение для подложки твердости и износостойкости, близких к покрытию.

В первом случае наиболее часто рассматриваются предварительный подогрев (для уменьшения растягивающих напряжений на границе раздела между покрытием и подложкой и дополнительной взаимодиффузии); облучение (для увеличения содержания углерода и уменьшения содержания кислорода (примесные элементы) в зоне нанесения покрытия, уменьшения коэффициента трения покрытия на 20 – 30%); ионная имплантация (модифицирование тонкого поверхностного слоя подложки – изменение условий зарождения покрытия и характера его сопряжения с подложкой); ионная бомбардировка (на начальной стадии осаждения покрытия – формирование на межфазной границе протяженного переходного слоя комбинированного состава с градиентом концентрации элементов подложки и покрытия и получение текстуры, соответствующей ориентации плоскостей (100) параллельно поверхности); различные виды предварительной очистки (выявление границ зерен, углублений, дислокаций, дислокационных трубок и т.д.) [5].

Во втором случае внимание акцентируется в основном на возможности применения способов химико-термической обработки для повышения твердости и износостойкости подложки, необходимой для увеличения времени до наступления момента исчерпания несущей способности покрытия из-за локальных повреждений на участке трения [6].

В настоящее время в США, Китае, Японии и странах Европы активно ведутся разработки дуплекс-процессов, включающих первоначально один из способов одно- или многокомпонентного насыщения подложки (чаще всего уже предварительно модифицированной одним из методов 1 группы) из различных марок сталей с последующим нанесением износостойкого вакуумного покрытия [7, 8, 9].

Литература

1. Воронин Н.А. Топокомпозиты – новый класс конструкционных материалов триботехнического назначения. Ч.1. Трение и износ, 1999. Т.20 №3. С. 313-320. Ч.2. Трение и износ, 1999. Т.20. №5. С.533-544.
2. Towards B. Designer Surfaces // Ind. Lubrication and Tribology. 1992. V.44. №1. P.2-11.
3. Diao D. Tribo-design of coating/substrate system // Proceeding of the international symposium of high performance of tribosystem, May 28-29. 1999. KETRI, Korea, P. 36-41.
4. Воронин Н.А. Особенности и прикладной аспект механики контактного взаимодействия жесткого сферического штампа с упруго-пластичным слоистым полупространством // Межвуз. сб. науч. тр. Механика и физика процессов на поверхности и в контакте твердых тел и деталей машин. Тверь: ТГТУ, 2006. С.32-55.
5. Ходасевич В.В., Солодухин И.А. Роль предварительного облучения и нагрева подложки в модификации переходного слоя и механических свойств покрытий TiN. // 3-я

международная конференция «Взаимодействие излучений с твердым телом». Октябрь 6-8. 1999. БГУ, Минск. С.109-111.

6. Андреев А.А. Вакуумно-дуговое модифицирование поверхности стальных изделий. // Технология машиностроения, Т.5, №3-4 2007. С.140-148.

7. Polok M. Comparison of the PVD coatings deposited onto plasma nitrided steel. // Journal of achievements in materials and manufacturing engineering. 2010.V.42. №2.P.172-179.

8. Shengli M. The composite of nitrided steel and TiN coatings by plasma duplex treatment and the effect of pre-nitriding // Surface and Coatings Technology. 2001. №137. P.116-121.

9. Mancosu R. Plasma nitriding and PVD hard coating: a critical overview of duplex coating processing. // Jornadas Sam/Caonamet/Simposio Materia 2003. P.600-603.