

ВЛИЯНИЕ ПРОМЕЖУТОЧНОГО СЛОЯ НА АДГЕЗИЮ И ТРЕНИЕ АЗОТИРОВАННЫХ ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ ТИТАНА НА МЕДНОЙ ПОДЛОЖКЕ*

О.В. Сизова, Н.В. Терюкалова, А.А. Леонов,
Ю.А. Денисова, О.С. Новицкая, А.В. Колубаев

Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, г. Томск, Россия

Исследованы структура, фазовый состав, адгезионные и трибологические свойства покрытий TiN, нанесенных на медь методом катодно-дугового осаждения. Изучено влияние промежуточных слоев Cu+Ti и NiCr на фазовый состав и адгезионные свойства покрытий. При скретч-тестировании покрытий было установлено, что повышение нагрузки на индентор приводит к деформированию медного основания. При этом покрытие TiN на подслое Cu+Ti не разрушается вплоть до конца испытаний, появляются лишь поперечные трещины на покрытии при нагрузке ~ 35 Н. Покрытие TiN на подслое NiCr начинает растрескиваться при нагрузке на индентор ~ 23 Н, а при нагрузке ~ 26 Н покрытие отслаивается. Эти результаты свидетельствуют о том, что промежуточный слой Cu+Ti обеспечивает большую адгезионную прочность покрытия к подложке, чем NiCr-подслой. Рентгенофазовый анализ показал, что применение промежуточных слоев Cu+Ti и NiCr приводит к различным видам рентгенограмм покрытия TiN, что может быть обусловлено типом текстуры, формируемой в покрытии на разных промежуточных слоях. При трибоиспытаниях покрытий на медной подложке с промежуточными слоями Cu+Ti и NiCr были определены коэффициенты трения, которые ведут себя стабильно с течением времени.

Ключевые слова: медь, ионно-плазменные покрытия, нитриды, рентгеноструктурный анализ, скретч-тест, трение.

Введение

Характерной чертой любого типа трибологического контакта является модификация поверхностного слоя материала с образованием трибослоя, структура и фрикционные свойства которого существенно отличаются от исходного материала. Последнее служит причиной снижения износостойкости вследствие изменений условий заданного режима трения [1]. К числу материалов, которые широко используются в качестве элементов электрических контактов (в том числе скользящих), относятся медь и ее сплавы из-за их хорошей электро- и теплопроводности, хорошей обрабатываемости, а также сочетания механической прочности и пластичности. Однако основной трудностью при использовании медных деталей в узлах трения является их низкая износостойкость. Оптимальным решением для повышения износостойкости меди является применение методов нанесения покрытий с целью повышения твердости при сохранении высокой теплопроводности. В данном направлении ведутся разработки эффективных методов получения износостойких покрытий с высокой адгезией к подложке. К таким методам относятся метод лазерного поверхностного легирования (LSA), который включает плавление тонкого слоя медной подложки и осаждение легирующих элементов для образования легированной зоны при быстром затвердевании [2, 3], метод лазерного поверхностного плакирования (LSC) – получение толстых покрытий путем расплавления на подложке порошка титана, вольфрама или никеля [4], а также электровзрывное напыление [5]. Эти подходы перспективны в плане повышения износостойкости и коррозионной стойкости меди, но такие технологии неприменимы для ответственных деталей малых габаритов, работающих в условиях трения скольжения.

Из существующих современных технологий получения тонких пленок и покрытий следует отметить метод магнетронного распыления металлических мишеней в присутствии реакционно-способного газа, позволяющего образовывать на поверхности материала твердые соединения, такие как нитриды, оксиды и их комбинации [6]. Формирование и рост металлокерамических покрытий может осуществляться в данном случае при работе систем магнетронного распыления как с твердофазной, так и жидкофазной мишенью. Однако здесь часто возникает проблема непостоянства стехиометрического состава покрытия из-за высокой скорости осаждения, что может быть критичным для некоторых типов функциональных покрытий [7, 8]. Для меди и ее сплавов наибольшее распространение получил метод вакуумно-дугового напыления, который позволяет обес-

* Работа выполнена в рамках государственного задания ИФПМ СО РАН, тема номер FWRW 2021-0006.

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала
«Известия высших учебных заведений. Физика»
осуществляется на платформе
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU
на платной основе:

<https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>