

**ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ОСАЖДЕНИЯ НА СВОЙСТВА
МНОГОСЛОЙНЫХ ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ НИТРИДОВ Zr, Ti, Al и Si,
СИНТЕЗИРОВАННЫХ ПЛАЗМЕННО-АССИСТИРОВАННЫМ
КАТОДНО-ДУГОВЫМ НАПЫЛЕНИЕМ***

В.М. Савостиков, Ю.А. Денисова, В.В. Денисов,
А.А. Леонов, С.В. Овчинников, М.В. Савчук

Институт сильноточной электроники СО РАН, г. Томск, Россия

Проведено исследование закономерностей формирования многослойных покрытий на основе систем ZrTiN и ZrTiAlSiN. Максимальная твердость полученных покрытий составляет 28 и 29 ГПа соответственно. Результатом снижения скорости вращения от 3 до 1 об/мин является увеличение твердости покрытий систем ZrTiN и ZrTiAlSiN на 30 и 50% соответственно. Добавление Al и Si в покрытие приводит к наноструктуризации многокомпонентных покрытий ZrTiAlSiN и повышению его жаростойкости.

Ключевые слова: многослойное покрытие, нитрид циркония, нитрид титана, плазменное ассистирование, катодно-дуговое напыление, наноструктурирование.

Введение

Поверхность инструментов и деталей машин и механизмов в процессе эксплуатации испытывает воздействие комплекса разрушающих факторов. Это приводит к снижению срока эксплуатации. Решить задачу повышения рабочих характеристик и времени жизни возможно за счет нанесения на поверхность многокомпонентного и многослойного (композиционного) покрытия, где каждый из слоев выполняет свою защитно-упрочняющую функцию [1]. Ионно-плазменные методы нанесения покрытий [2], в частности катодно-дуговое напыление с плазменным ассистированием дополнительной газовой плазмой [3], на сегодняшний день считаются наиболее универсальными для управляемого синтеза многокомпонентных, многослойных структур с улучшенными физико-механическими и химическими свойствами. Поверхность режущего и штампового инструмента и деталей узлов трения в процессе работы подвергается износу: механическому (абразивному, адгезионно-усталостному) и окислительному вследствие локального разогрева. Поэтому наносимое покрытие должно обладать как высокими механическими характеристиками (в первую очередь, твердостью и прочностью сцепления с основой), так и химической стойкостью к разрушающему воздействию окисления. Одними из наиболее перспективных с точки зрения повышенной стойкости одновременно к механическому и окислительному износу являются покрытия на основе нитридов циркония и титана.

Методом вакуумно-дугового осаждения на стальной подложке, путем попеременного напыления Ti и Zr в атмосфере азота, были получены многослойные тонкопленочные системы TiN/ZrN (от 60 до 300 слоев) [4]. Авторы провели исследование влияния толщины нанослоев на структурные и физико-механические свойства многослойных покрытий. Было показано, что сформированные многослойные покрытия представляют собой системы, состоящие из чередующихся слоев стехиометрических нитридов титана и циркония с постоянной толщиной слоя от 10 до 50 нм с преимущественной ориентацией (111). Эта система обладает повышенной твердостью (29 ГПа) и меньшим модулем упругости (291 ГПа) по сравнению с моонитридными покрытиями TiN (20 и 450 ГПа соответственно). Еще ранее в работе [5] отмечалось, что твердость многослойных покрытий TiN/ZrN возрастает при увеличении количества слоев и достигает максимального значения при их количестве 180. При общей фиксированной толщине покрытия 2 мкм это указывает на связь возрастания твердости с уменьшением толщины отдельного слоя, а значит, с увеличением межфазных границ, препятствующих распространению дислокаций и трещин, и с уменьшением размеров зерен в отдельных слоях при уменьшении их толщины. Одновременно отмечено, что с течением времени эффект высокой твердости нитридных покрытий подобной многослойной архи-

* Работа выполнена при финансовой поддержке Российской Федерации в лице Министерства науки и высшего образования (проект № 075-15-2021-1348) в рамках мероприятия № 1.1.14.

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>