ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

INTERNATIONAL WORKSHOP

**«Multiscale Biomechanics and Tribology
of Inorganic and Organic Systems»**

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

**«Перспективные материалы с иерархической структурой
для новых технологий и надежных конструкций»**

**VIII ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ
КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ,
ПОСВЯЩЕННАЯ 50-ЛЕТИЮ ОСНОВАНИЯ
ИНСТИТУТА ХИМИИ НЕФТИ**

«Добыча, подготовка, транспорт нефти и газа»

DOI: 10.17223/9785946218412/309

**СОСТАВ И СТРУКТУРА ГРАДИЕНТНО-СЛОИСТЫХ ПОКРЫТИЙ:
ЛЕГИРОВАННЫЙ НИТРИД ТИТАНА - ДИСПЕРСНО-УПРОЧНЁННЫЙ
АМОРФНЫЙ УГЛЕРОД**

¹Овчинников С.В., ¹Слабодчиков В.А., ^{1,2}Кузнецов В.М.

¹Институт физики прочности и материаловедения СО РАН

²Томский государственный университет

Перспективным направлением синтеза износостойких покрытий является формирование градиентно-слоистых композиций, обеспечивающих долговечность покрытия ввиду снижения контактных напряжений, высоких адгезионной прочности, несущей способности нагрузки и вязкости разрушения. Данные характеристики покрытий могут быть получены за счёт соответствующего конструирования их состава и структуры. В этой связи в исследуемом в данной работе покрытиях системы элементов Ti-Al-Si-Cu-N-C предполагается оптимизация их состава и структуры с формированием твёрдого (несущего нагрузку) слоя легированного нитрида (Ti,Al,Si,Cu)N, верхнего антифрикционного слоя аморфной углеродной матрицы с высокодисперсными частицами TiC (повышают вязкость разрушения) и слоя переходного состава между ними.

Указанные покрытия получены на установке СПРУТ [1] несбалансированным магнетронным распылением мишеней титана (ВТ 1-0), сплава Al₄₀Si₂₀Cu₂₀Ti₁₀ и графитовых мишеней технической чистоты при ассистировании плазмогенератора ПИНК, потенциале смещения -100 В на подложках 12X18H10T, P6M5, α-Ti и сплава T15K6. Для создания переходного слоя ступенчато изменяли мощность распыления мишени сплава AlSiCuTi вплоть до нулевого значения, тогда как состав и структуру основных слоёв контролировали соотношением мощностей распыления всех отмеченных мишеней.

На основе представленных условий синтеза получено многослойное и градиентное по составу покрытие (рис. 1) общей толщиной около 1.15 мкм с верхним тонким слоем чистого аморфного углерода (предназначен для уменьшения износа при приработке).

Рис. 1. Светлопольное изображение структуры градиентно-слоистого покрытия в поперечном сечении; обозначено: 1 – подслоя α-Ti, 2 – слой (Ti,Al,Si,Cu)N постоянного состава, 3 – слой (Ti,Al,Si,Cu)N переменного состава. 4 – слой TiC/a-C, 5 – слой a-C.

Для твёрдого несущего нагрузку слоя (Ti,Al,Si,Cu)N установлено следующее. Во-первых, согласно известным представлениям закономерностей формирования структуры элементный состав данного слоя (сверхстехиометричное относительно структуры В1 содержание азота, высокая – до 25 ат.% - концентрация Al при более низких, на порядок, концентрациях меди и кремния) обеспечивает как повышение твёрдости за счёт твердорастворного упрочнения и диспергирования структуры, так и повышение пластичности покрытия при выделении нитрида алюминия гексагональной модификации.

Во-вторых, неоднородность фазового состава и параметров решёток фаз по толщине, которое при близости элементного состава свидетельствует об изменении упруго-напряжённого состояния кристаллов. В-третьих, неоднородности структурного состояния на различных масштабных уровнях, связанные с формированием наноразмерной слоевой

Секция 5. Деградация тонких пленок и многослойных покрытий как иерархически организованных структур

структуры, различием размеров кристаллов (наличие текстурной компоненты роста), повышением дисперсности кристаллов в верхней части слоя и ростом столбчатых кристаллов в слое с пониженным содержанием легирующих элементов.

Для слоя покрытия TiC/a-C найдены рост концентрации углерода и уменьшение размеров кристаллов TiC при уменьшении мощности распыления мишени титана с формированием структуры наноразмерных частиц (средний размер около 3 нм) карбида титана при толщине зернограницной прослойки a-C ~ 1 нм (оценка). Полученные результаты структурных исследований обсуждаются на основе учёта изменений в процессе синтеза условий получения: мощности распыления мишеней, температуры, интенсивности ассистирования плазмогенератором, планетарного вращения подложек.

1. Борисов Д.П., Детистов К.Н., Коротаев А.Д., Кузнецов В.М., Мошков В.Ю., Пинжин Ю.П., Тюменцев А.Н. Вакуумно-плазменный технологический комплекс «Спрут» для создания новых нанокompозитных материалов и упрочняющих поверхностных структур изделий // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2010. Т. 76, № 12. С. 32 – 36.