

ГРАДИЕНТНЫЕ МЕТАЛЛ-УГЛЕРОДНЫЕ ПОКРЫТИЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ ИМПУЛЬСНЫМ КАТОДНО-ДУГОВЫМ ОСАЖДЕНИЕМ

Кулеш Е.А., Пилипцов Д.Г.

Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины», Международная китайско-белорусская научная лаборатория по вакуумно-плазменным технологиям

Abstract: the method is proposed for the deposition of gradient coatings based on amorphous carbon and metals (Ti, Cr and Al) from combined flows of carbon and metal plasma. The distribution of elements over the thickness of the coating is determined by the energy modes of operation of sources of metal and carbon plasma. It is shown that in order to achieve optimal adhesion values, it is necessary to deposit a metal sublayer, followed by an increase in the concentration of the carbon component in the coating volume, leading to the formation of a pure amorphous "diamond-like" layer on the coating surface. The study of the phase composition, microstructure and mechanical properties of gradient coatings obtained under various energy modes of generation of plasma carbon flows has been carried out.

Достижения в области материаловедения позволяют формировать на поверхности узлов трения, инструмента, а также медицинских имплантов наноконпозиционные углеродные покрытия, позволяющие регулировать трибологические и коррозионные свойства поверхности, что определяет увеличение срока эксплуатации и приводит к экономии.

В настоящее время ведутся исследования [1], связанные с разработкой архитектуры композиционных металл-углеродных покрытий с неоднородным распределением легирующих элементов по толщине. Такое распределение элементного состава позволяет регулировать распределение различных фаз по толщине слоя, что определяет формирование необходимого градиента механических свойств. Путем подбора условий синтеза, архитектуры покрытий возможно получать покрытия с заданными значениями микротвердости, коэффициента трения, коррозионной и термической стойкости, смазываемости и адгезии.

В данной работе предложен метод осаждения градиентных покрытий, осуществляемый из потоков металлической плазмы, формируемой за счет испарения металлического катода дугой постоянного тока, и углеродной плазмы, образуемой в результате импульсного дугового распыления графитового катода. На основе ранее полученных данных об эффективности влияния легирующего металла на механические свойства в качестве металлической компоненты использовали карбидообразующие металлы Ti, Cr и Al. Распределение элементов по толщине покрытия определяется энергетическими режимами работы источников металлической и углеродной плазмы.

Методом спектроскопии комбинационного рассеивания установлено, что для Ti/a-C(5...20 Гц):Ti покрытий происходит увеличение степени разупорядочения sp^2 кластеров за счет увеличения sp^3 компоненты слоя, что согласуется с данными РФЭС и указывает на образование карбида титана TiC за счет взаимодействия атомов титана с углеродом в состоянии sp^2 гибридизации связей. Для Ti/a-C(5...20 Гц):Ti покрытий характерна более низкая твердость в сравнении с a-C покрытием, однако высокая пластичность и прочность адгезионного соединения определяют высокую износостойкость. Наличие в покрытии титана обуславливает изменение твердости и модуля упругости, а также влияет на кинетику трения и износа. Подслой титана приводит к более существенному снижению коэффициента трения, чем легирование. Изучение влияния других переходных металлов на изменение структуры и механических свойств покрытий является актуальной и перспективной задачей и требует дополнительного исследования.

Список использованных источников:

1. Corrosion Resistance and Hydrophobic Properties of Gradient Coatings Based on Carbon and Alloying Elements / E.A. Kulesh [et al.] // R. Várkonyi-Kóczy (Ed.): INTER-ACADEMIA 2019, LNNS. – Vol. 101. – 2020. – P. 74–83.