ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

«Физическая мезомеханика.

**Материалы с многоуровневой иерархически
организованной структурой и интеллектуальные
производственные технологии»,**

**посвященная 90-летию со дня рождения
основателя и первого директора ИФПМ СО РАН
академика Виктора Евгеньевича Панина**

в рамках

**Международного междисциплинарного симпозиума
«Иерархические материалы: разработка и приложения
для новых технологий и надежных конструкций»**

**5–9 октября 2020 года
Томск, Россия**

Томск
Издательство ТГУ
2020

DOI: 10.17223/9785946219242/277

МНОГОСЛОЙНЫЕ ПОКРЫТИЯ С ПОВЫШЕННОЙ КОРРОЗИОННОЙ СТОЙКОСТЬЮ, ПОЛУЧЕННЫЕ МЕТОДОМ МАГНЕТРОННОГО ОСАЖДЕНИЯ

Дорофеева Т.И., Губайдулина Т.А., Сергеев В.П.

Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Томск

Изделия машиностроения из конструкционных сталей и сплавов при эксплуатации в агрессивных условиях подвергаются воздействию коррозии и последующему разрушению. Для предотвращения негативного влияния окружающей среды требуется обеспечение дополнительной коррозионной защиты в виде покрытия, причем если покрытие наряду с коррозионной стойкостью обладает и другими повышенными физико-механическими свойствами, такими как износостойкость, адгезия, твердость, жаростойкость и т.д., то это расширяет сферу применения таких покрытий.

Целью данной работы является получение и изучение многослойного покрытия с повышенной коррозионной стойкостью при использовании магнетронного метода распыления композиционной мишени на основе Al-Si и последовательной смене в вакуумной камере газовой атмосферы с аргоно-азотной на аргоно-кислородную и наоборот. Покрытие осаждали на полированные до шероховатости $R_a = 0,08$ мкм подложки из нержавеющей стали 08X18H10T. При этом первым на подложку наносили слой на основе нитрида Al-Si-N, который обладал более высокой адгезией к поверхности подложки по сравнению со слоем на основе оксида Al-Si-O. Известно, что нитридная керамика Al-Si-N характеризуются повышенной устойчивостью к растрескиванию и высокой термостабильностью [1], твердостью [2] и износостойкостью [3], поэтому введение в многослойное покрытие слоев этого материала позволит придать покрытиям высокие трибомеханические свойства [4], тогда как при введении оксидных прослоек на основе Al-Si-O можно ожидать усиления коррозионной стойкости покрытия [5].

На рисунке 1 представлено изображение поперечного шлифа многослойного покрытия на подложке из нержавеющей стали 08X18H10T, где отчетливо видны чередующиеся слои, толщина одного из которых около 0,2 мкм, другого около 0,9 мкм, общая толщина покрытия составляет около 3,3 мкм.

Рис.1. Изображение поперечного шлифа образца с защитным покрытием.

Концентрационные профили распределения элементов по толщине покрытия, полученные методом микрорентгеноспектрального анализа подтверждают многослойность покрытия, причем один из слоев содержит преимущественно Al, Si, N с содержанием кислорода не более 20 ат. %, другой – Al, Si, O и около 10 ат. % азота.

При проведении анализа фольг, приготовленных вдоль поперечного сечения образца с покрытием на просвечивающем электронном микроскопе (рис. 2а), получен диффузный характер (гало) микродифракционных картин покрытия от различных участков слоев. Это

Секция 7. Тонкие пленки и многослойные покрытия как иерархически организованные структуры

указывает на аморфную природу материала обоих слоев покрытия, поскольку отсутствуют рефлексы как от слоя Al-Si-N (рис. 2б), так и от слоя Al-Si-O (рис. 2в).

Рис.2. ПЭМ изображение поперечного среза покрытия (а) и микродифракционные картины слоя Al-Si-N (б) и слоя Al-Si-O (в)

Для оценки коррозионной стойкости покрытие сняты поляризационные кривые. Образцы с покрытием характеризуются сдвигом вольтамперных кривых в область больших значений напряжения и меньших значений плотности тока, что свидетельствует о повышении коррозионной стойкости полученных многослойных покрытий по сравнению с образцами без покрытия.

Таким образом, методом магнетронного напыления получены многослойные покрытия, состоящие из чередующихся слоев Al-Si-N и Al-Si-O, и характеризующиеся повышенными физико-механическими характеристиками, в том числе увеличенной коррозионной стойкостью. Многослойная структура этих покрытий позволяет сочетать свойства каждого слоя, а именно наличие предполагаемого оксинитрида алюминия-кремния и амфотерного силиката алюминия. Покрытия такого класса могут эффективно защищать конструкционные стали и сплавы от коррозии в условиях воздействия агрессивных сред и экстремальных условиях эксплуатации.

Работа выполнена в рамках государственного задания ИФПМ СО РАН, проект III.23.2.1

1. Musil J., Remnev G., Legostaev V., et al. Flexible hard Al-Si-N films for high temperature operation // Surf. Coat. Technol. 2016. V 307. P. 1112–1118.
2. Liu H., Tang W., Hui D., Lu F. Characterization of (Al, Si)N films deposited by balanced magnetron sputtering // Thin Solid Films. 2009. V. 517. P. 5988–5993.
3. Chang C.-L., Huang C.-S. Effect of bias voltage on microstructure, mechanical and wear properties of Al-Si-N coatings deposited by cathodic arc evaporation // Thin Solid Films. 2011. V. 519. P. 4923–4927.
4. Sergeev V.P., Panin V.E., Rizakhanov R.N., et al. Thermal Cycle Durability of Heat-Shielding Coatings on the Basis of Zr-Y-O/Si-Al-N under Ion Treatment of Copper Substrates // Advanced Materials Research 2014. V.880. P. 146–150.
5. Voevodin A.A., Yerokhin A.L., Lyubimov V.V., et al. Characterization of Wear Protective Al-Si-O Coatings Formed on Al-based Alloys by Micro-arc Discharge Treatment // Surf. Coat. Technol. 1996. 86–87(2). P. 516–521.