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: 10.17223/9785946219242/266

НАНОСТРУКТУРНЫЕ (Ti,Zr)N ПОКРЫТИЯ КАК БАРЬЕР ДЛЯ ПРОНИКНОВЕНИЯ ВОДОРОДА В СПЛАВ Ti0.2Pd

¹Лотков А.И., ²Копылов В.И., ²Латушкина С.Д., ¹Гришков В.Н., ¹Батурин А.А.,

¹Родионов И.С., ¹Гирсова Н.В., ¹Тимкин В.Н., ¹Жапова Д.Ю.

¹*Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Томск*

²*Физико-технический институт НАН Беларуси, Минск, Беларусь*

Одним из перспективных материалов для применения в медицине является сплав Ti0.2Pd (Grade 7 – российский аналог сплав 4200), обладающим наиболее высокой коррозионной стойкостью среди титановых сплавов. Вместе с тем, важной проблемой, возникающей при применении титановых сплавов (в том числе Ti0.2Pd) как в медицине, так и в технике, является развитие водородной хрупкости в результате абсорбции водорода при длительном контакте с водородсодержащими средами. Актуальным направлением защиты материалов является создание тонких барьерных покрытий, препятствующих проникновению водорода.

В данной работе представлены результаты исследований структуры покрытий (Ti,Zr)N, полученных методом вакуум-плазменного осаждения на подложки из сплава Ti0.2Pd со структурой α -Ti, и закономерностей абсорбции водорода при электро-химическом наводороживании в физиологическом растворе (0.9% NaCl) в зависимости от микроструктуры и химического состава этих покрытий. Изменением соотношения токов дуг Ti и Zr катодов получены покрытия из нитрида титана и (Ti,Zr)N с соотношением Zr/Ti 1.28, 1.34 и 10.15 (почти «чистый» нитрид циркония). Исследования проводили на образцах с покрытиями, осажденными по двум режимам: режим 1 – осаждение на неподвижные образцы, расположенные перпендикулярно продольной оси плазменного потока; режим 2 – осаждение на подложки, расположенные на столике вращающемся относительно вертикальной оси рабочей камеры.

Показано, что независимо от элементного состава и режима осаждения (1 или 2) покрытия имели однофазную структуру типа NaCl, характерную для квазибинарного разреза TiN-ZrN. Однако, и это наиболее важно, покрытия, осажденные по режимам 1 и 2, отличались микроструктурой. При неподвижных образцах формировалась высокорегулярная столбчатая микроструктура. Мезафрагменты столбчатой формы с длиной, равной толщине покрытий, и размерами поперечного сечения 50-60 нм ориентированы перпендикулярно поверхности подложки и состоят из нанозёрен размерами 6-12 нм. Покрытия, осажденные по режиму 2, имели низкую степень пространственного распределения нанозёрен размерами ≤ 20 нм. Длина отдельных мезофрагментов микроструктуры существенно меньше толщины покрытий, а их разориентация относительно друг друга и нормали к поверхности подложки достигает 30°.

Обнаружено, что при электролитическом наводороживании барьерные свойства покрытий, полученных по режиму 2, существенно выше, чем покрытий, осажденных по режиму 1. Покрытия с регулярной столбчатой микроструктурой почти равномерно насыщаются водородом, концентрация которого резко уменьшается только на границе с подложкой. Однако при этом водород частично диффундирует в подложку уже в процессе наводороживания. В покрытиях, полученных по режиму 2, высокая концентрация водорода наблюдается только в поверхностной зоне этих покрытий, а его диффузия в подложку отсутствует как непосредственно после наводороживания, так и после 430 часов хранения при комнатной температуре.

Установлено, что увеличение содержания Zr приводит к повышению количества абсорбированного водорода, а наиболее высокими барьерными свойствами обладают покрытия с соотношением Zr/Ti ≤ 1 и наименее выраженной корреляцией пространственного распределения нанозёрен. В заключение обсуждается соответствие полученных результатов

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

современным представлениям о барьерных свойства покрытий различного типа, предназначенных для защиты материалов от негативного влияния водорода.

Работа выполнена в рамках государственного задания ИФПМ СО РАН, проект III.23.2.2 и гранта РФФИ № 18-58-00036.