

Латушкина С.Д., Посылкина О.И.,
Комаровская В.М., Шкробот В.А.

**ЗАЩИТНЫЕ ПОКРЫТИЯ, СФОРМИРОВАННЫЕ
ИЗ СЕПАРИРОВАННОЙ ВАКУУМНО-ДУГОВОЙ ПЛАЗМЫ,
ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В МЕДИЦИНЕ**

*Физико-технический институт НАН Беларуси,
г. Минск, Республика Беларусь*

В современной медицине широко применяются искусственные материалы с целью замены поврежденных тканей и органов. Основным требованием, предъявляемым к медицинским имплантатам, являются их высокие функциональные характеристики и совместимость с биологической средой, в которой они будут эксплуатироваться. В настоящее время применяемые сплавы для изготовления медицинских имплантатов должны обладать высокими механическими характеристиками и коррозионной стойкостью [12]. Наиболее часто имплантаты могут быть подвержены воздействию щелевой и питтинговой коррозии, а также абразивному износу, что зачастую приводит к разрушению и потере имплантата. Кроме того, продукты износа таких имплантатов могут осаждаться в тканях организма человека, вызывая болевые ощущения и патогенные процессы. Таким образом, материалы, применяемые для изготовления имплантатов медицинского назначения должны быть нетоксичными, либо иметь надежные защитные покрытия [3–5]. В настоящее время для повышения стойкости к коррозионному разрушению имплантатов себя хорошо зарекомендовали покрытия на основе оксидов титана, циркония.

Для обеспечения высокой степени гомогенности, адгезионной и коррозионной стойкости покрытий на основе оксидов титана и циркония в работе предложена технология их осаждения из сепарированной вакуумно-дуговой плазмы в среде углеродсодержащего газа. Введение углерода в состав покрытий позволит снизить в них внутренние напряжения, использование системы сепарации плазмы позволит сформировать покрытия с низкой дефектностью и пористостью.

Осаждение покрытий осуществлялось на установке для нанесения упрочняющих покрытий 01ИН-6-008, оснащенной системой магнитной сепарации плазменного потока, путем распыления катодов из титана, циркония в среде углекислого газа при парциальном давлении $0,6 \cdot 10^{-2}$ Па. Потенциал смещения на основе составлял – 80 В.

Поверхность и структура пленок исследовалась на растровом электронном микроскопе РЭМ S-4800 Hitachi. Метод вакуумно-дугового осаждения с использованием сепаратора макрочастиц позволил сформировать покрытия гомогенного состава плотной однородной структуры (рисунок 1).

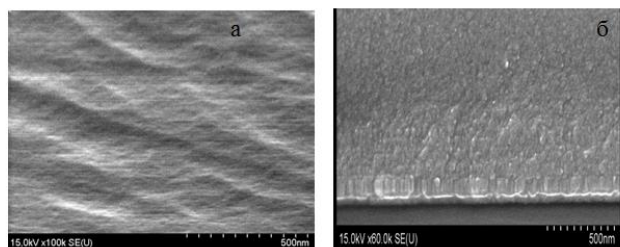


Рис. 1. Морфология поверхности (а) и структура (б) осажденных покрытий

Для определения коррозионной стойкости сформированных покрытий проводились их электрохимические исследования в 3%-м водном растворе NaCl при помощи потенциостата Multi Autolab М 204. Структурные и субструктурные неоднородности строения поверхностного слоя повышают в определенной мере его электрохимическую гетерогенность и способствуют тем самым возрастанию скорости растворения материала, а также протеканию локальных коррозионных процессов. Измерение стационарных электродных потенциалов системы «покрытие-основа» показало, что сформированные покрытия обладают защитным действием по отношению к стали 12Х18Н10Т. Установлено, что осаждение покрытий на нержавеющую сталь приводит к сдвигу в положительную сторону стационарного электродного потенциала и снижению плотности тока коррозии (таблицу 1).

Таблица 1. Электрохимические характеристики покрытий

Материал покрытия	$E_{ст}$, В	$i_{корр} \times 10^{-8}$, А	$E_{корр}$, В
TiZr+CO ₂	-0,190	0,695	-0,175
Ti+CO ₂	-0,191	1,841	-0,341
Zr+CO ₂	-0,155	1,317	-0,178
Сталь 12Х18Н10Т	-0,195	25,3	-0,210

Стоит отметить, что покрытия, включающие в себя цирконий и титан, обеспечивают лучшие антикоррозионные свойства, что может быть обусловлено мелкодисперсной структурой многокомпонентного покрытия в отличие от покрытий на основе одного металла.

Формирование плотной, однородной структуры покрытий, практически полное отсутствие в них сквозных и поверхностных дефектов в виде капель позволяет рекомендовать данные покрытия для их применения в качестве защитных для медицинских имплантатов для предотвращения их коррозионного разрушения и проникновения элементов материала имплантатов в ткани человека.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пузь, А.В. Многофункциональные покрытия для сплавов медицинского назначения: дис. ... канд. хим. наук: 02.00.04 / А.В. Пузь. – Владивосток, 2014. – 164 с.
2. Rack, H.J., Titanium alloys for biomedical applications / H.J. Rack, J.I. Qaz // Materials Science and Engineering. – 2006. – (2). – P. 1269–1277.
3. Создание биосовместимых покрытий на медицинских титановых имплантатах анодированием в сернокислых электролитах / И.В. Родионов // Перспективные материалы. – 2008. – № 6. – С. 45–54.
4. Соснин Н.А., Ермаков С.А., Тополянский П.А. Плазменные технологии. Изд-во Политехнического университета, 2013. – 408 с.
5. Латушкина С.Д., Романов И.М., Жижченко А.Г., Посылкина О.И. Вакуумно-дуговые наноструктурные покрытия на основе нитрида титана. Перспективные материалы 2014. – (6). – С. 49–55.