

Исследование барьерных свойств TiO_2 и Ta_2O_5 , сформированных методом атомно-слоевого осаждения

Д.И. Мякота, С.В. Лисовский, А.Г. Черникова, В.В. Иванов, А.М. Маркеев
 Московский физико-технический институт (государственный университет)

В наше время значительное внимание научного сообщества уделяется поиску биоактивных покрытий для материалов, применяемых в медицине, в частности в дентальной имплантологии. Помимо биоактивности к таким покрытиям предъявляется ряд требований. Хорошо известно, что для производства имплантатов, в том числе дентальных, используются сплавы на основе Ti, содержащие легирующие добавки V, Al, Fe, Ni, которые являются токсичными для человеческого организма и вызывают некроз тканей. Таким образом, ставится вопрос о создании биоактивного диффузионного покрытия, препятствующего выходу ионов этих металлов в межтканевую жидкость организма. Перспективным методом формирования таких покрытий является метод атомно-слоевого осаждения (АСО) [1]. АСО позволяет конформно наносить биоактивные тонкопленочные покрытия на поверхности развитого рельефа, которые в последнее время широко применяются в имплантологии. Примерами поверхностей сложного рельефа могут быть дентальные, позвоночные, костные имплантаты, а также пористые структуры.

TiO_2 уже зарекомендовал себя в качестве биоактивного покрытия для титановых имплантатов [2,3]. Другим перспективным материалом, возможность использования которого активно обсуждается в научном сообществе, является Ta_2O_5 [3,4]. В этой связи актуально изучение биоактивных свойств покрытий на основе TiO_2 и Ta_2O_5 , сформированных методом АСО, а также исследование и сравнение барьерных свойств данных тонкопленочных покрытий.

В данной работе было проведено исследование по выходу ионов V, Al, Ni, Fe в деионизованную воду методом ускоренного старения при температуре 80°C в случаях наличия на исследуемом сплаве покрытий TiO_2 и Ta_2O_5 , а также без них. При помощи метода масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой было обнаружено, что выход ионов существенно снижается (рис. 1а) в случае формирования АСО покрытия Ta_2O_5 , что является следствием наличия диффузионного барьера. Кроме того, измерения показали видимое превосходство барьерных свойств Ta_2O_5 по сравнению с TiO_2 аналогичной толщины ~ 13 нм (рис. 1б). Применение тонкопленочных покрытий Ta_2O_5 , таким образом, позволяет говорить о безопасном применении титановых сплавов в сфере имплантологии. Впоследствии, применение АСО покрытий Ta_2O_5 может позволить расширить линейку материалов, применяемых в имплантологии, на материалы, обладающие более высокими прочностными, усталостными и износостойкими характеристиками за счет более высокого содержания примесей.

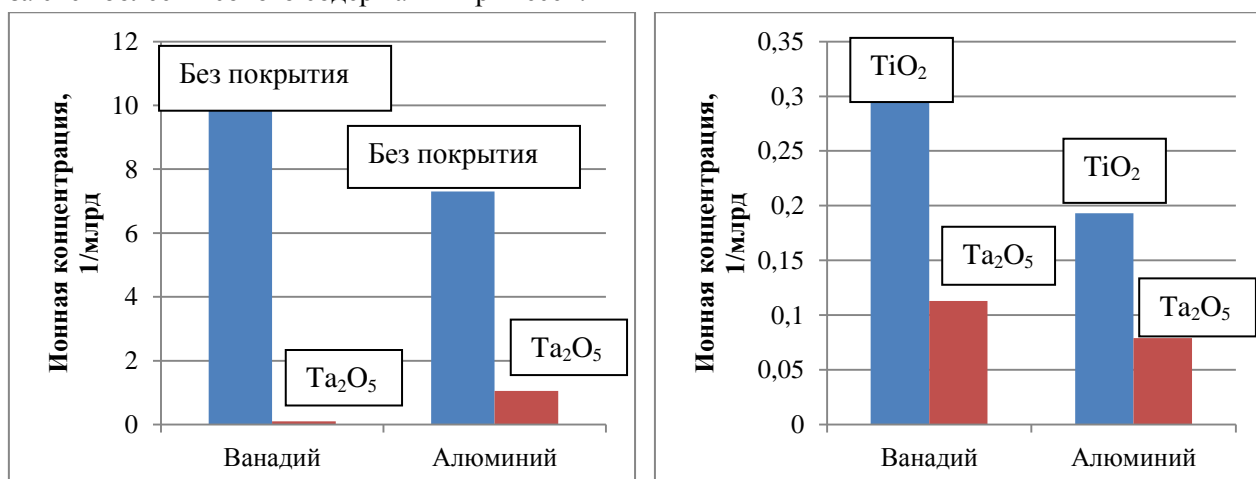


Рис.1 (а) Выход ионов Al и V без АСО покрытия Ta_2O_5 и с АСО покрытием Ta_2O_5 , (б) сравнение выхода ионов Al и V в случаях АСО покрытий TiO_2 и Ta_2O_5 толщиной ~ 13 нм

Литература

1. S. A. Skoog, J. W. Elam and R. J. Narayan. Atomic layer deposition: medical and biological applications// Int. Mater. Rev. 58 (2) (2013) 113-129
2. I.P. Grigal, A.M. Markeev, S.A. Gudkova, A.G. Chernikova, A.S. Mityaev, A.P. Alekhin. Correlation between bioactivity and structural properties of titanium dioxide coatings grown by atomic layer deposition// Appl. Surf. Sci. 258 (2012) 3415–3419
3. Tadashi Kokubo, Hyun-Min Kim, Masakazu Kawashita. Novel bioactive materials with different mechanical properties // Biomater. 24 (2003) 2161–2175
4. Ying-Sui Sun, Jean-Heng Chang, Her-Hsiung Huang. Corrosion resistance and biocompatibility of titanium surface coated with amorphous tantalum pentoxide // Thin Solid Films 528 (2013) 130–135