ИЗМЕНЕНИЕ КРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ В ПРИПОВЕРХНОСТНОМ СЛОЕ ТИТАНА В РЕЗУЛЬТАТЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ИМПУЛЬСНЫХ МИКРОПЛАЗМЕННЫХ РАЗРЯДОВ

В.А. Иванов, А.А. Ширяев\*, М.Е. Коныжев

Институт общей физики им. А.М. Прохорова РАН, Москва, Россия, ivanov@fpl.gpi.ru
\*Институт физической химии и электрохимии им. А.Н. Фрумкина РАН, Москва,
 Россия

Возбуждение микроплазменных разрядов на поверхности титана, частично покрытого тонкой диэлектрической оксидной плёнкой толщиной около 1 мкм (которая образуется в результате термического отжига при температуре 400°С на воздухе), приводит к формированию прочного микрорельефа на его поверхности: микротвёрдость возрастает до 7 раз, износостойкость увеличивается до 3 раз, предельное давление повышается до 4 раз [1]. Цель экспериментов состояла в исследовании фазового состава и наноструктуры приповерхностного слоя образцов из титана (с размерами 4×4×12 мм), сформированного при взаимодействии с импульсными (длительность импульса 20 мс) микроплазменными разрядами, которые возбуждаются на поверхности титана в потоке внешней плазмы и поддерживаются импульсным электрическим током с амплитудами 200 А, 600 А и 750 А.

Эксперименты по формированию микрорельефа на поверхности титана были проведены на установке «Сфера» в ИОФ РАН. Исследования приповерхностных слоев титана, сформированных с помощью микроплазменных разрядов, выполнялись в ИФХЭ РАН на рентгеновском дифрактометре Empyrean, длина волны 1,542 Å (Cu Kα). При этом исследования проводились как при скользящем падении рентгеновских лучей под углом 1-1,5°, так и в стандартной геометрии Брэгга-Брентано («на отражение»).

Основные результаты рентгеновских исследований состоят в следующем. Исходные образцы представляют собой металлический титан со средним размером кристаллитов около 50 нм. После термического отжига образцов в воздушной атмосфере в приповерхностном слое титана образуются рутил и анатаз (модификации TiO2) с характерным размером кристаллитов 65 нм. В результате возбуждения микроплазменных разрядов на поверхности таких образцов в приповерхностном слое титана появляются смеси окислов Ti6O [2] и Ti3O с характерными размерами кристаллитов 20 нм (при электрическом токе разрядов 200 А), 15 нм (при токе 600 А) и 10 нм (при токе 750 А).

Установлено, что в результате возбуждения микроплазменных разрядов на поверхности титана, покрытого диэлектрической плёнкой, происходит существенная перестройка наноструктуры переплавленного приповерхностного слоя титана, что может быть причиной сильного изменениями прочностных характеристик металла.

Работа выполнена при поддержке РФФИ, проект № 13-08-01174-а.

Литература

1. V.A. Ivanov, M.E. Konyzhev, L.I. Kuksenova, V.G. Lapteva, et al. Creation of a Hard Microrelief on a Titanium Surface Processed by Microplasma Discharges with a Current Amplitude of 200 A and Pulse Duration of 20 ms // Plasma Physics Reports, 2012, V.38, No.13. P.1105-1112.
2. Л.Е. Фыкин, В.В.Вавилова, И.И. Корнилов, Р.П. Озеров, С.П.Соловьёв. Нейтроно-графическое исследование упорядоченных фаз в системе титан-кислород. Доклады Академии наук СССР, 1970. Т. 191, № 1. С. 96-99.