

СОСТАВ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ КОМПОНЕНТОВ ПО ГЛУБИНЕ В ПОКРЫТИЯХ, ПОЛУЧЕННЫХ ИОННО-АССИСТИРУЕМЫМ ОСАЖДЕНИЕМ ТИТАНА И КРЕМНИЯ НА СТАЛЬ

В работе для модифицирования поверхности стали применялся метод ионно-ассистируемого осаждения металлов. Этот метод позволяет в процессе осаждения покрытия облучать поверхность формируемой структуры ускоренными ионами материала покрытия. На подготовленные подложки из сталей марок Ст3, 40Х, 45 наносились тонкие пленки на основе титана или титана с кремнием. Ионно-ассистируемое осаждение осуществлялось при ускоряющих напряжениях $U = 15$ кВ. Плотность ионного тока составляла $\sim 3-5$ мкА/см², а интегральный поток ассистирующих ионов – $(1-6) \cdot 10^{16}$ ион/см². В рабочей камере в процессе осаждения поддерживался вакуум при давлении $\sim 10^{-2}$ Па.

Элементный состав и распределение элементов по изучались методом резерфордовского обратного рассеяния (РОР) ионов гелия в сочетании с компьютерным моделированием. Энергия ионов гелия составляла 1,5 МэВ, угол влета 40° , угол вылета 80° , угол рассеяния 145° . Экспериментальные спектры РОР показали, что на поверхности образцов формируется пленка толщиной $\sim 10-15$ нм. Моделирование спектров РОР показало, что в состав пленки входят атомы осаждаемого материала (Ti, Si), атомы Fe, C и O.

Так как на спектрах РОР пики более легких элементов C и O невозможно выделить, то были проведены эксперименты по определению их содержания в пленки. Для установления наличия кислорода был использован метод резонансного упругого рассеяния ионов He на ядрах ^{16}O . Этот метод показал, что в состав пленки входит кислород со слоевой концентрацией $(3,5-4,0) \cdot 10^{16}$ ат/см², а толщина оксидной пленки составляет ~ 5 нм. Наличие углерода в пленки был определялось с помощью резонансной ядерной реакции $^{12}\text{C}(p,\gamma)^{13}\text{N}$. Этот метод показал, что в состав сформированного покрытия входит 15 ат.% углерода, а профиль распределения углерода по глубине покрытия качественно согласовывается с результатами моделирования спектров РОР.

Таким образом, независимыми методами было установлено, что в состав пленок входят атомов осаждаемого материала (10-30 ат.%), атомы Fe из подложки (20-30 ат.%), атомы технологических примесей кислорода (10-30 ат.%) и углерода (5-10 ат.%).