

Рабочие металлические элементы с модифицированными поверхностями широко используются в самых различных и перспективных областях техники, включая металлообработку, производству медицинских изделий, инструментальные и ремонтные производства. Использование защитных сверхтвердых покрытий особенно актуально в производствах, где применяется металлические элементы из нетеплостойких материалов [1]. Однако получение сверхтвердых соединений из тугоплавких металлов на поверхностях таких материалов имеет свои недостатки, например, покрытия получают с низкой адгезией, и низкими защитными свойствами и т.д. Для решения таких проблем необходимо изучать зарождение покрытия в ранней стадии роста. Структура пленки, возникающая в процессе формирования системы, в значительной мере определяет многие эксплуатационные свойства. Диапазон структурных изменений может колебаться от атомного до микроуровня, что требует применения методов исследований с широким диапазоном измерения от 10 нм до 500 нм и выше. Синтез проводился в установке ННВ6.6 снабженной тремя вакуумными дугowymi испарителями по ранее определенным режимам.[2] Исследования поверхности методом атомно-силовой микроскопией осуществляли на сканирующем зондовом микроскопе Ntegra фирмы NT MDT. Известно, что в установках с электродугowymi испарителями пространственное расположение подложки в вакуумной камере влияет на скорость осаждения покрытия. [3] В связи с этим подложки были размещены по высоте на уровне катода и 50 мм от оси приспособления. Для исследования формирования покрытия на начальных стадиях роста в вакуумной камере использовали специальные экраны для отсеивания капельной фазы и для равномерного формирования покрытия по площади. При таком осаждении скорость роста покрытия составила 0,08 нм/с. После нанесения покрытия в течении 55 секунд исследовали поверхность подложки. На рисунке 1 показаны поверхности покрытия. а б Рис. 1 – Двухмерное (а) и трехмерное (б) АСМ-изображение поверхности покрытия Как видно из рисунка 1 при конденсации из плазмы дугового разряда происходит образование не сплошной пленки. Покрытие формируется по островковой модели Фольмера-Вебера [4]. Согласно этой модели сплошное покрытие образуется в нескольких этапов: образование адсорбированных атомов и их миграция по поверхности; образование и рост зародышей, зародыши растут в трех измерениях, но рост в направлениях, параллельных подложке, происходит быстрее, чем по нормали к ней, это, по-видимому, объясняется тем, что рост происходит, в основном, за счет поверхностной диффузии (миграции) адатомов по подложке, а не за счет прямого соударения с атомами в паровой фазе; срастание зародышей и образование кластеров (островков); рост островков и их слияние; образование сплошной пленки.[4, 5]. Из рис. 1 видно, что при конденсации в течении 55 секунд образуется островки с размерами от 30 до 50 нм. Сканирование поверхности позволило достоверно определить толщину

островков (рис. 2). Рис. 2 - Распределение участков поверхности подложки с покрытием по высотам (гистограмма) На гистограмме (рис. 2) распределение высот по участку показывают толщину островков - 3,3-3,5 нм. АСМ изучение покрытия на начальных стадиях роста позволило смоделировать осаждение по механизму Фольмера-Вебера (рис. 3). Рис. 3 – Модели островков конденсированного покрытия из TiN в течение 55 секунд Таким образом, регулируя процесс конденсации покрытия на начальных стадиях роста можно сформировать в поверхностном слое рабочих элементов покрытие заданной структуры путём воздействия на поверхность высокоэнергетических потоков частиц газовой или металлической плазмы. Результатом такого воздействия являются либо структурные изменения в исходной поверхности детали, так называемый процесс модифицирования, либо формирование покрытия, структурное состояние которого зависит от исходной структуры поверхностного слоя подложки детали.