

Изменение количественного элементного состава формируемого покрытия в зависимости от размещения обрабатываемой поверхности относительно рабочей плоскости катода

*Л.М. Петров, *К.В. Григорович, В.В.Зеленков, *Г.С. Спрыгин, А.Н.Смирнова, В.Д.Семенов, *Я.Я.Химюк*

ОАО «Национальный институт авиационных технологий», Россия, г.Москва Петровка, д.24, e-mail: info@niat.ru

**ФГБУН Институт металлургии и материаловедения им. А.А.Байкова Российской академии наук, Россия, 119991, г. Москва, Ленинский пр-т, д.49, e-mail: grigorovichkv@gmail.com*

Рассмотрено влияние воздействия потока газо-металлической плазмы системы Ti-N на изменение количественного элементного состава обрабатываемого поверхностного слоя стали 12X18H10T. Показано, что количественное изменение состава формируемого покрытия и обрабатываемого поверхностного слоя зависит от его удалённости относительно рабочей плоскости катода.

The quantitative elemental composition of the generated coating changes depending on the location of the processed surface relative to cathode work plane. L.M.Petrov, K.V.Grigorovich, V.V.Zelenkov, G.S.Sprygin, V.D.Semionov, A.N.Smirnova, Ya.Ya.Khimiuk. The effect of Ti-N gas and metal plasma stream on the change in the quantitative elemental composition of 12H18N10T steel surface layer under treatment is discussed. It is demonstrated that the quantitative change in the generated coating composition and in the processed surface layer depends on its remoteness relative to cathode work plane.

Одним из способов получения широкой гаммы покрытий является метод вакуумной ионно-плазменной (ВИП) обработки, формирующий покрытия потоками газо-металлической плазмы. Результатом воздействия потоков плазмы на обрабатываемую подложку является: нагрев, обусловленный ударно электронно-ионно-атомным воздействием; удаление загрязнений различного рода, оксидов и дефектного слоя; осаждение элементов плазменного потока на обрабатываемую поверхность с формированием диффузионных пограничных процессов; осуществление поверхностных плазмохимических реакций.

Качество и эффективность взаимодействия плазменных потоков с обрабатываемой поверхностью в процессе осаждения покрытий, а также комплекс формируемых эксплуатационных свойств определяется соотношением компонентов потока газо-металлической плазмы, что особенно важно при формировании нитридных покрытий. Функциональные свойства покрытий системы Ti-N определяются количественным соотношением компонентов плазмохимической реакции, равномерностью распределения плотности плазменного потока и толщиной формируемого покрытия.

В данной работе приведены результаты сравнения осаждения массы Ti (в системе Ti-N) при различных расстояниях испарителей относительно обрабатываемой поверхности: расстояние от катода 434 мм и 161 мм. Эффективность напыления оценивалась по количественному сравнению осаждаемого количества Ti на подложку из стали 12X18H10T (150x33x2 мм) и формированию диффузионных зон элементами подложки и элементами покрытия при постоянстве рабочих параметрах процесса ($J_d=100\text{A}$, $U_{оп.}=-50\text{В}$, $p = 1,3 \cdot 10^{-1}\text{ Па}$, время осаждения 15 мин).

Проведенные исследования показали, что количество осаждаемого материала катода с уменьшением расстояния между торцом катода и подложкой растёт, что повлияло на количество осаждаемого материала и равномерность получаемого покрытия. Это объясняется тем, что уменьшение расстояния между торцом катода и подложкой привело к увеличению плотности распределяемого плазменного потока в зоне осаждения. Массовое количество осаждаемого элемента (Ti) в покрытии системы Ti-N изменилось с уменьшением расстояния

между торцом катода и подложкой, рис.1, при этом значительно выросла неоднородность распределения осаждаемых элементов плазменного потока по длине образца.

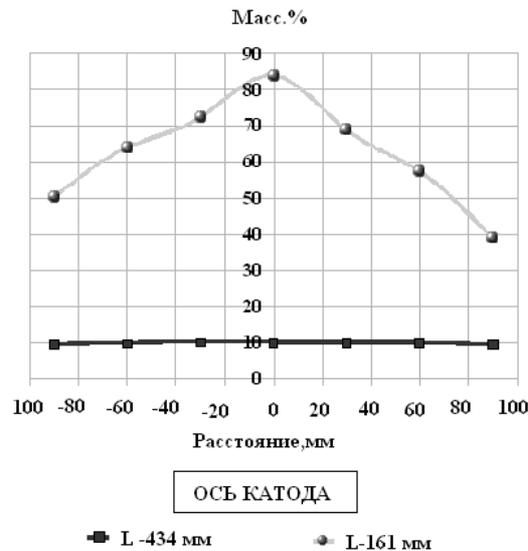


Рис. 1. Изменение массового содержания Ti в поверхностном слое стали 12X18H10T в зависимости от расстояния между торцом Ti катода и подложкой, где L-расстояние между торцом подложки и катодом, мм.

Исследования послойного анализа изменения элементного состава поверхностного слоя, сформированного в процессе воздействия плазменного потока системы (Ti-N) на обрабатываемую поверхность выявило, что расстояние между торцом катода и подложкой играет значительную роль в процессе осаждения покрытия и формировании диффузионных процессов, рис. 1-3.

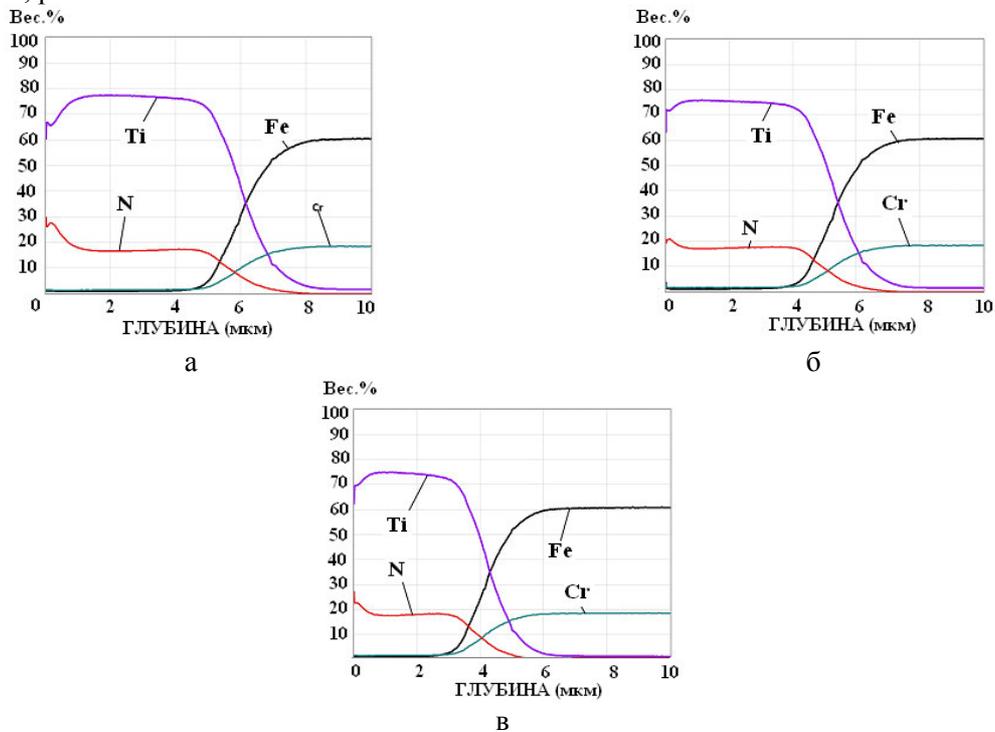


Рис.2. Количественное изменение элементного состава осаждаемого покрытия системы Ti-N (катод с постоянным магнитом) на подложку из стали 12X18H10T, размещенной на расстоянии 434мм от рабочей поверхности катода: а) на 100 мм выше оси катода; б) по оси катода; в) на 100 мм. ниже оси катода.

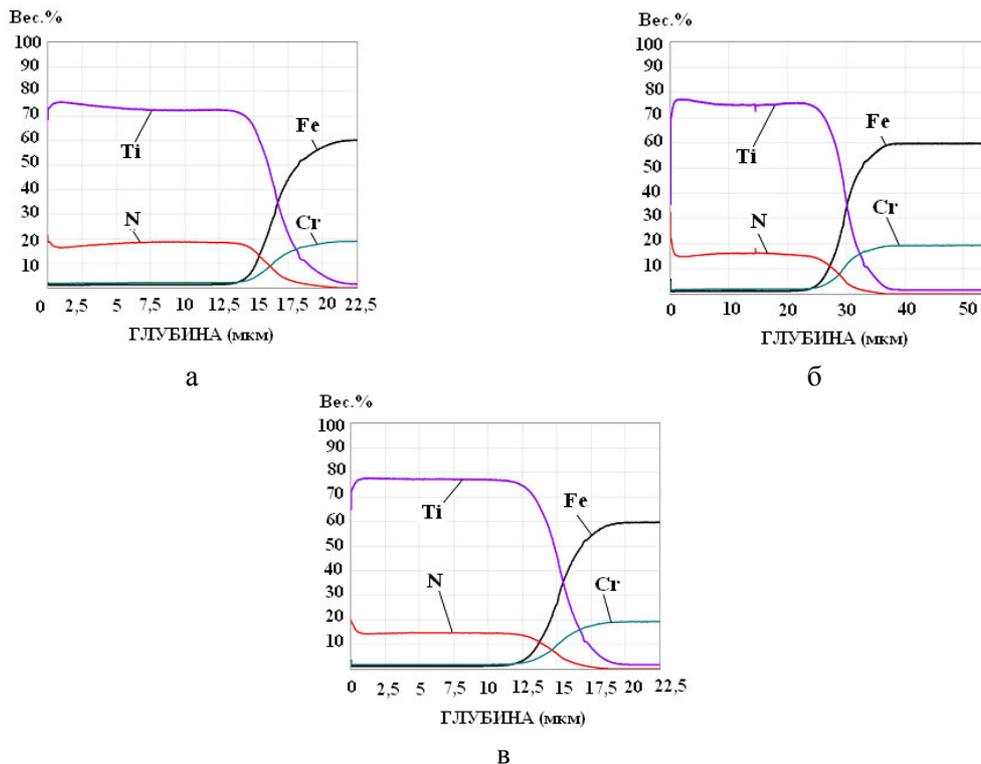


Рис.3. Количественное изменение элементного состава осаждаемого покрытия системы Ti-N (катод с постоянным магнитом) на подложку из стали 12X18H10T, размещенной на расстоянии 161 мм. от рабочей поверхности катода: а) на 100 мм выше оси катода; б) по оси катода; в) на 100 мм. ниже оси катода.

Наиболее интенсивно увеличение содержания Ti в покрытии, с уменьшением расстояния между торцом катода и подложкой наблюдается в зоне находящейся по оси катода. Присутствует тенденция роста диффузионной зоны титана и азота в поверхность обрабатываемого образца с уменьшением расстояния. Наличие такой диффузионной зоны является гарантом обеспечения адгезионной прочности формируемого покрытия, чем больше диффузионная зона, тем выше адгезионная прочность покрытия к подложке.

Таким образом, уменьшение расстояния между рабочей поверхностью катода привело к увеличению массы осаждаемого титанового покрытия и увеличению переходной диффузионной зоны, что является одним из важнейших факторов, влияющих на получение функциональных и эксплуатационных свойств.

Литература

1. Петров Л.М., Иванчук С.Б., Зеленков В.В., Смирнова А.Н., Гусева С.С., Влияние схемы подключения анода в процессах вакуумной ионно-плазменной обработки на формирование свойств поверхностного слоя стали 45. // Материалы XI - ой Международной научно-технической конференции «Вакуумная техника, материалы и технология», г. Москва, 12-14. 04, 2016 г., с. 78-83.
2. В.В.Зеленков, Л.М.Петров, С.Б.Иванчук, В.Д.Семёнов, А.Н.Смирнова., Технологические возможности вакуумного дугового испарителя.// Материалы XI - ой Международной научно-технической конференции «Вакуумная техника, материалы и технология», г. Москва, 12-14. 04, 2016 г., с. 98-102.
3. Петров Л.М., Григорович К.В., Иванчук С.Б., Спрыгин Г.С., Семенов В.Д., Смирнова А.Н., Дормидонтов Д.М., Влияние среды вакуумной камеры на процесс формирования свойств поверхностного слоя стали 40X.//Материалы XI-ой Международной научно-технической конференции «Вакуумная техника, материалы и технология», г. Москва, 12-14. 04, 2016 г., с. 113-119.