

# **СТРУКТУРА И КОРРОЗИОННЫЕ СВОЙСТВА ПОКРЫТИЙ Ti-Zr-N, СФОРМИРОВАННЫХ ВАКУУМНЫМИ МЕТОДАМИ**

**А. Ю. Ровбуть**

## **ВВЕДЕНИЕ**

Синтезирование высокотвердых, износо- и коррозионностойких покрытий на основе тройных нитридных систем в настоящее время востребовано для ряда отраслей машиностроения и химической промышленности Республики Беларусь [1]. При этом использование дополнительных подслоев гальванических покрытий позволяет обеспечить дополнительное улучшение их эксплуатационных характеристик [2].

## **МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА**

Покрытия Ti-Zr-N синтезированы методами вакуумно-дугового (ВДО) и реактивного магнетронного распыления (МР) на подложке из стали Ст3 с предварительно осажденным методом химического восстановления подслоем Ni. Перед осаждением покрытия поверхность обрабатывалась ионами Ti. Толщина сформированных покрытий составила 1 и 6 мкм. Коррозионные исследования проводились в 3 %-ом растворе NaCl с применением трехэлектродной ячейки, включающей платиновый вспомогательный электрод и хлорсеребряный электрод сравнения. Исследования фазового состава покрытий проводилась на дифрактометре ДРОН-4. Микроструктура поверхности покрытий изучалась с помощью сканирующего электронного микроскопа LEO 1455 VP.

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ**

Согласно рентгеновской дифрактометрии, для покрытий Ti-Zr-N основной фазой является твердый раствор замещения (Ti,Zr)N с преимущественной ориентацией [111], соответствующей наиболее плотно упакованной структуре. Предварительные исследования коррозионной стойкости образцов с никелевым подслоем выявили, что анодное растворение начинается при потенциале 0,56 В (рис.1). Резкое увеличение плотности тока коррозии обусловлено нарушением сплошности тонкого подслоя никеля и последующей коррозией подложки. Анодное растворение образцов с покрытиями (рис.1) начинается при потенциале, совпадающем с началом растворения никеля, т.е. обусловлено проникновением коррозионной среды через микропоры, трещины, по границам зерен и постепенным растворением подслоя никеля и самой подложки.

Результаты растрово-электронномикроскопических исследований позволили выявить характер взаимодействий агрессивной среды с покрытием. Протеканию питтинговой коррозии соответствует наличие точечных очагов (рис.2,а), вследствие локальных механических разрушений покрытия потоками продуктов электрохимических реакций при продолжительных коррозионных испытаниях. Увеличение толщины, как покрытия, так и подслоя с 1 до 6 мкм способствует увеличению барьера для проникновения коррозионной среды к подслою Ni вследствие блокирования (перекрывания) микродефектов и включений капельной фазы (рис.1). При этом значения плотности тока коррозии не превышают  $0,2 \text{ мА/см}^2$  до потенциалов электролитической диссоциации раствора (1,2 В).

Повышение коррозионной стойкости магнетронных покрытий (рис.2,б) по сравнению с аналогичными дуговыми, обусловлено их структурными (поликристалличность) и морфологическими особенностями (отсутствие капельной фазы) [1,2].

## ВЫВОДЫ

Методами вакуумно-дугового осаждения и реактивного магнетронного распыления синтезированы покрытия Ti-Zr-N, сформированные твердые растворы (Ti,Zr)N обладают высокой коррозионной стойкостью, что делает их перспективными для защиты металлов и сплавов в агрессивных средах в области химической промышленности.

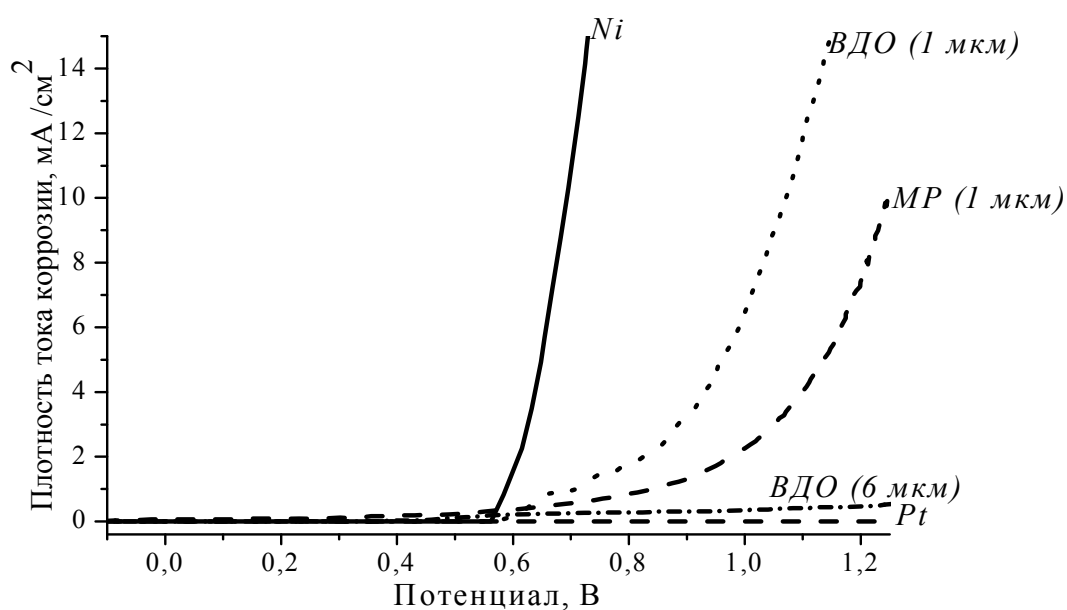


Рис. 1. Анодные кривые растворения образцов в 3 %-ом растворе NaCl

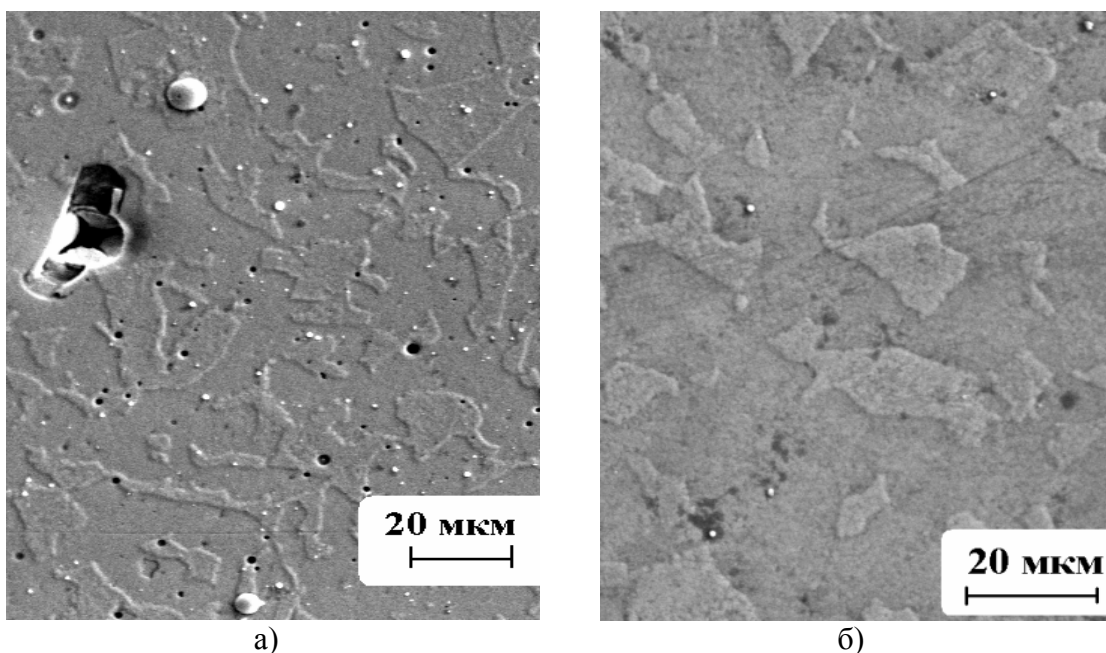


Рис.2. Микроструктура поверхности покрытий Ti-Zr-N после коррозионных испытаний в 3 %-ом растворе NaCl: а) ВДО (1 мкм), б) МР (1 мкм)

С целью дальнейшего повышения коррозионной стойкости покрытий, формируемых методами физического вакуумного осаждения, эффективным является увеличение как толщины самого Ti-Zr-N покрытия, так и подслоя гальванического никеля.

#### Литература

1. *Lin Yu-Wei, Huang Jia-Hong, Ge-Ping Yu.* Effect of nitrogen flow rate on nanostructured TiZrN thin films produced by radio frequency magnetron sputtering // *Thin Solid Films.* 2010. № 518. P. 7308.
2. *Uglov V.V., Anishchik V.M., Zlotski S.V., Abadias G., Dub S.N.* Structural and mechanical stability upon annealing of arc-deposited Ti-Zr-N coatings // *Surface and Coatings Technology.* 2008. Vol. 202. P. 2394.