

УДК 621.785

КОРРОЗИОННАЯ СТОЙКОСТЬ ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ ПОСЛЕ ЭЛЕКТРОЛИТНО-ПЛАЗМЕННОЙ НИТРОЦЕМЕНТАЦИИ

А. Ю. КОРОЛЁВ, А. И. ИВАНОВ

Научно-технологический парк БНТУ «Политехник»

Минск, Беларусь

Электролитно-плазменная нитроцементация (ЭПНЦ) является способом обработки металлов и сплавов, при котором поверхность изделия насыщается азотом и углеродом с целью повышения ее твердости, износостойкости, коррозионной стойкости и усталостной прочности. Основным преимуществом способа является высокая скорость насыщения поверхности легирующими элементами [1].

В работе исследовалось влияние режимов ЭПНЦ титана ВТ1 и титанового сплава ВТ6 на потенциал и плотность тока коррозии, а также потенциал питтингообразования. В качестве образцов использовались пластины размером $10 \times 12 \times 1$ мм. Обработка образцов выполнялась в водном растворе хлорида аммония (10 %), аммиака водного (5 %) и глицерина (10 %) с продолжительностью 5 мин. Температура электролита поддерживалась на уровне $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$. Величина рабочего напряжения устанавливалась с условием обеспечения нагрева и поддержания температуры образцов в следующих диапазонах: $750^\circ\text{C} \dots 800^\circ\text{C}$, $900^\circ\text{C} \dots 950^\circ\text{C}$ и $1150^\circ\text{C} \dots 1200^\circ\text{C}$.

Перед проведением коррозионных испытаний с поверхности образцов удалялся образовавшийся в процессе ЭПНЦ оксидный слой с низкой адгезией к основе. После удаления оксидного слоя поверхность образцов, за исключением области площадью 1 см^2 , изолировалась с помощью водостойкого лака. Для получения поляризационных кривых использовался потенциостат ПИ-50-Pro. Испытания выполняли в 3-процентном водном растворе хлорида натрия. Измерения проводились при комнатной температуре (20°C). Для регистрации поляризационных кривых использовалась трехэлектродная электрохимическая ячейка, включающая образец (рабочий электрод) и систему измерения, состоящую из вспомогательного платинового электрода ЭПВ-1СР-100, хлорсеребряного электрода сравнения ЭВЛ-1МЗ.1-100 и электролитического ключа. Перед снятием поляризационной кривой образец выдерживался в растворе при разомкнутой цепи в течение 30 мин. При проведении исследований скорость изменения потенциала составляла $0,2 \text{ мВ/с}$ с диапазоном тока 2000 мкА .

В результате проведенных испытаний получены поляризационные кривые, представленные на рис. 1. Значения потенциала коррозии и плотности тока коррозии определялись по пересечению линейных участков анодной и катодной кривых. Установлено, что ЭПНЦ титана ВТ1 при температуре $750^\circ\text{C} \dots 800^\circ\text{C}$ позволяет снизить плотность тока коррозии почти в 4 раза – с $0,408 \text{ мкА/см}^2$ (для исходного образца) до $0,115 \text{ мкА/см}^2$. При повышении температуры обработки до $900^\circ\text{C} \dots 950^\circ\text{C}$ плотность тока коррозии снижается более чем в 10 раз по сравнению с исходным значением (до $0,035 \text{ мкА/см}^2$). Потенциал коррозии при

этих режимах возрастает с -259 мВ до -2 и $+86$ мВ соответственно, а потенциал питтингообразования увеличивается с $1700...1900$ до $1800...2200$ мВ. Дальнейшее повышение температуры до $1150\text{ }^{\circ}\text{C}...1200\text{ }^{\circ}\text{C}$ приводит к снижению коррозионных характеристик обработанной поверхности. Так, плотность тока коррозии близка к значению для необработанного образца ($0,398\text{ мкА/см}^2$), а границы потенциала питтингообразования смещаются в более отрицательную область ($1650...1900$ мВ). Эти изменения могут быть обусловлены чрезмерным перегревом поверхности при данном режиме обработки. Тем не менее потенциал начала коррозии даже в этом случае смещается в положительную область и составляет -99 мВ.

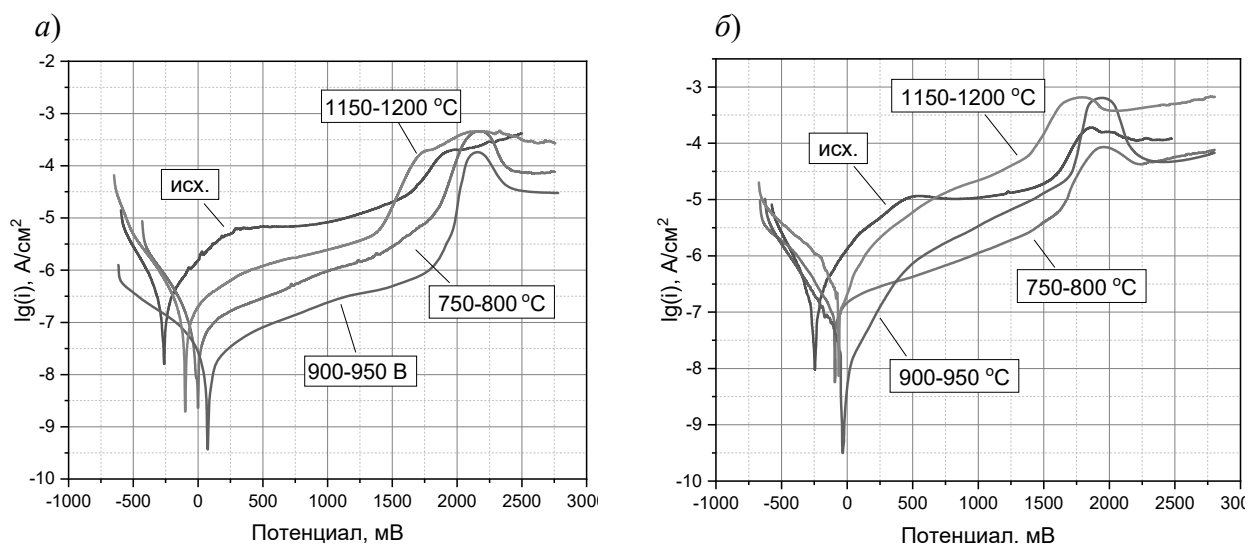


Рис. 1. Поляризационные кривые для образцов из титана VT1 (а) и титанового сплава VT6 (б) до и после ЭПНЦ

Схожие результаты наблюдаются и для образцов из титанового сплава VT6. ЭПНЦ при $750\text{ }^{\circ}\text{C}...800\text{ }^{\circ}\text{C}$ приводит к снижению плотности тока коррозии в 1,4 раза (с $0,208$ до $0,151\text{ мкА/см}^2$), а потенциал начала коррозии смещается в более положительную сторону (с -278 до -89 мВ). В результате обработки при $900\text{ }^{\circ}\text{C}...950\text{ }^{\circ}\text{C}$ плотность тока коррозии снижается более чем в 10 раз (до $0,02\text{ мкА/см}^2$), а потенциал начала коррозии смещается в еще более положительную область (-39 мВ). Границы начала питтинговой коррозии смещаются с $1600...1850$ до $1600...2300$ мВ. Увеличение температуры обработки до $1150\text{ }^{\circ}\text{C}...1200\text{ }^{\circ}\text{C}$, как и для образцов из титана VT1, вызывает чрезмерный нагрев поверхности. В результате плотность тока коррозии соответствует значению для исходного образца ($0,199\text{ мкА/см}^2$), а границы потенциала питтингообразования смещаются в более отрицательную область (до $1400...1900$ мВ).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Распределение температурных зон при электролитно-плазменном нагреве титановых сплавов / В. М. Асташинский, А. Ю. Королёв, А. И. Иванов [и др.] // Наука и техника. – 2024. – Т. 23, № 6. – С. 443–450.