

ВЛИЯНИЕ СОСТАВА МАТЕРИАЛА И ТОЛЩИНЫ СЛОЯ ДЕФОРМАЦИОННО-ПЛАКИРОВАННОГО ПОКРЫТИЯ НА ЕГО КОРРОЗИОННУЮ СТОЙКОСТЬ

*М.А. ЛЕВАНЦЕВИЧ, Е.В. ПИЛИПЧУК, В.Л. БАСИНЮК,
А.Н. РАГИМОВ*

*Объединенный институт машиностроения НАН Беларуси,
г. Минск, Республика Беларусь*

Приведены результаты экспериментальных исследований по оценке коррозионной стойкости различных по составу и толщине слоя покрытий, сформированных методом деформационного плакирования гибким инструментом. Установлено, что в среде соляного тумана при концентрации водно-соляного раствора NaCl 30%, наилучшими защитными свойствами обладают двухслойные покрытия хромоникель-алюмоцинк, с толщиной слоя не менее 6...9 мкм, и однослойные алюмоцинковые покрытия, с толщиной слоя 11...13 мкм на сторону.

Работа выполнена при финансовой поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований (проект T23МЭ-007).

Введение. Коррозионные повреждения металлических деталей и конструкций представляют серьезную проблему для машиностроения. Особенно эта проблема актуальна для нефтегазодобывающей промышленности и, в частности, для резьбовых соединений насосно-компрессорных труб (НКТ), к которым предъявляют жесткие требования по обеспечению высокой износо- и коррозионной стойкости. Одним из путей ее решения является формирование на резьбовых поверхностях защитных покрытий. Экспериментальными исследованиями установлено, что латунные покрытия, сформированные методом деформационного плакирования гибким инструментом (ДПИ) на резьбовых поверхностях соединительных муфт и ниппелей, хотя и выдерживают требуемое число циклов «свинчивание-развинчивание», однако имеют сравнительно невысокую коррозионную стойкость [1]. Поэтому исследования, направленные на изыскание путей повышения коррозионной стойкости плакированных покрытий, представляют научный и практический интерес.

Цель исследований заключалась в оценке коррозионной стойкости различных по составу и толщине слоев покрытий, сформированных методом ДПИ.

Материалы и методы исследований. Для проведения испытаний были подготовлены образцы – цилиндрические стержни диаметром 15 и длиной 30,...35,0 мм, выполненные из стали 45, объемной закалки (HRC 43...45). На цилиндрической образующей поверхности образцов методом ДПИ формировали покрытия с использованием различных по составу материалов доноров. При этом формировали однослойные, двухслойные и трехслойные покрытия. При нанесении покрытий на поверхности образцов №2, 3, 4, 7, 8 (таблица) предварительно формировалось хромоникелевое покрытие с содержанием хрома и никеля не более 15...20%.

Таблица. – Составы материалов и толщины слоев покрытий на образцах, подвергнутых испытаниям на коррозию

| № п/п | Состав покрытия | Толщина слоя, мкм (на сторону) | Параметр шероховатости, R_a , мкм | Время до возникновения первых очагов коррозии, час |
|-------|------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|--|
| 1 | без покрытия | - | 0,63 | 8 |
| 2 | хромоникель +алюмоцинк | 6...9 | 0,9 | нет |
| 3 | хромоникель | 7...8 | 0,7 | 18 |
| 4 | хромоникель | 4...5,5 | 0,7 | 17 |
| 5 | латунь | 50...55 | 1,1 | 19 |
| 6 | алюмоцинк | 11...12,5 | 0,9 | нет |
| 7 | хромоникель +латунь | 8,5...10,5 | 1,1 | 20 |
| 8 | хромоникель+алюмоцинк+латунь | 19...20 | 1,2 | 14 |
| 9 | Термо-диффуз-цинк | 446 | 0,7 | нет |

Кроме того, испытаниям был подвергнут также и образец (№9) с цинковым покрытием, сформированным методом термодиффузионного цинкования.

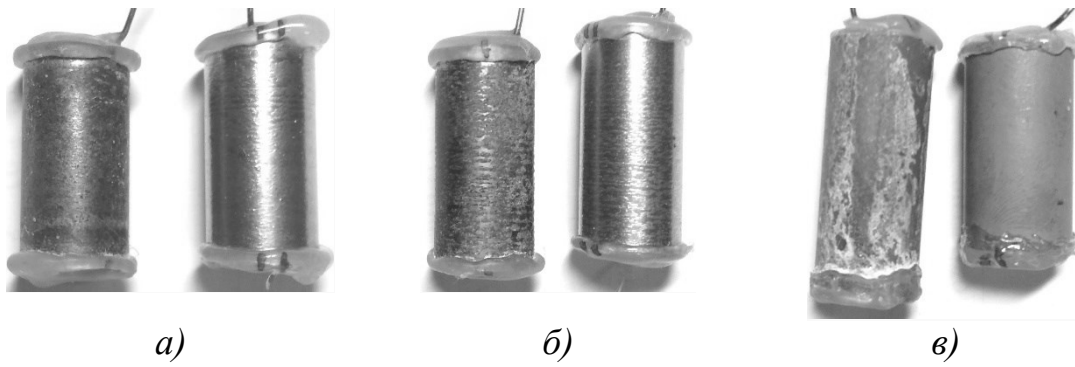
Оценку коррозионной стойкости образцов выполняли в камере соляного тумана при концентрации водно-соляного раствора NaCl 30%, в соответствии с ГОСТ 9.905-2007, при температуре окружающего воздуха – 22...23 °С. Продолжительность испытаний составляла 48 часов.

В качестве критерия оценки коррозионной стойкости принималось время до возникновения первых очагов коррозии. Выявление очагов коррозии осуществляли визуально путем периодического осмотра поверхности образцов вначале через 2 часа, затем через каждый час после извлечения их из камеры.

Результаты и их обсуждение. На основе анализа результатов исследований (см. таблицу) установлено, что первые очаги коррозии возникли через 8 часов у образца №1 без покрытия. Через 14 часов коррозионные повреждения выявлены у образца №8 с трехслойным хромоникель-алюмоцинк-латунным покрытием. Однослойные хромоникелевые покрытия на образцах №3 и 4, а также латунное покрытие на образце №5 смогли противостоять коррозии, соответственно, в течение 18, 17 и 19 часов. У двухслойного хромоникель-латунного покрытия (образец №7) очаги коррозии появились через 20 часов.

Полный цикл испытаний в соляном тумане выдержали только образцы №2, 6 и 9, соответственно, с двухслойным хромоникель-алюмоцинковым, однослойными алюмоцинковым и термодиффузионным цинковым покрытиями (рисунок 1).

Выводы. Результаты проведенных исследований позволяют заключить, что алюмоцинковые покрытия, сформированные методом ДПГИ, как однослойные, так и двухслойные (на хромоникелевом подслое), обеспечивают удовлетворительную защиту металлоизделий от коррозии. При 48-ми часовой выдержке в камере соляного тумана с 30% концентрацией водно-соляного раствора NaCl их коррозионная стойкость сопоставима с цинковым покрытием, полученным методом термодиффузионного цинкования.



a) – с двухслойным хромоникель-алюмоцинковым, *б)* – с однослойным алюмоцинковым, *в)* – с термодиффузионным цинковым покрытиями
 (на фото слева – образцы после испытаний, справа – образцы до испытаний)
 Рисунок 1. – Фото образцов, подвергнутых испытаниям на коррозию

Однослойные хромоникелевые и латунные покрытия, а также двухслойные хромоникель-латунные и трехслойные хромоникель-алюмоцинк-латунные покрытия слабо противодействуют возникновению коррозии.

Таким образом, коррозионная стойкость покрытий, сформированных методом ДПГИ, в большей степени зависит от состава материала и комбинации наносимых слоев покрытий и в меньшей степени от их толщины.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белевский Л.С. Испытания покрытий на муфтонаверточной машине, полученных фрикционным плакированием / Л.С. Белевский, Ю.Ю. Ефимова, Р.Р. Дема., С.И. Платов., В.Л. Басинюк., П.А. Витязь., М.А. Леванцевич, Н.А. Девятерикова // Тяжелое машиностроение. 2021. №7 – 8/2021. С. 39-44.