

**ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ
КОРРОЗИОННОЙ СТОЙКОСТИ $ZnNi/SiO_2$
ОТ РЕЖИМОВ ЭЛЕКТРООСАЖДЕНИЯ
МЕТОДОМ ПОЛНОГО ФАКТОРНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА**

Гальванические покрытия $ZnNi$ широко применяются в различных отраслях промышленности с целью защиты металлов и металлоконструкций от коррозии при их эксплуатации в первую очередь в атмосферных условиях. В связи с этим, актуальной является задача разработки новых способов улучшения качества поверхности и физико-механических свойств покрытий на основе $ZnNi$. Ранее было показано, что использование ионизирующего излучения в ходе формирования покрытий позволяет получать покрытия с улучшенными физико-механическими характеристиками и упрочненным поверхностным слоем без изменения состава электролита [1].

В работе рассмотрено влияние вариаций экспозиционной дозы рентгеновского излучения, действующего на электролит в процессе осаждения покрытий и концентрации наночастиц SiO_2 (15–70 нм) в электролите на время появления красной коррозии на покрытиях $ZnNi/SiO_2$ на стали 08кп, характеризующее разрушение стальной подложки. Для решения данной задачи использовался метод полного факторного эксперимента. Статистические модели модификации коррозионной стойкости композиционных покрытий в поле рентгеновского излучения и при его отсутствии были разработаны на основании экспериментальных данных. С этой целью композиционные покрытия $ZnNi/SiO_2$ осаждались из слабокислых электролитов с концентрацией наночастиц 1 и 0,1 г/см³. Электроосаждения проводилось в течение 1 ч при температуре термостатирования электролитической ячейки 21°C. Источником рентгеновского излучения служила установка УРС 1.0 при напряжении на трубке 50 кВ и токе 15 мА с молибденовым анодом. Коррозионная стойкость покрытий проводилась по методу переменного погружения в электролит согласно ГОСТ 9.308 [2-3].

Экспериментально обнаружены закономерности, заключающиеся в снижении скорости появления продуктов красной коррозии с увеличением концентрации наночастиц SiO_2 в электролите. Так среднее

время до появления продуктов красной коррозии для ZnNi- покрытий составляет 72 ч, для композиционных ZnNi/SiO₂ покрытий, осажденных из электролитов с концентрацией наночастиц 1% – 360 ч. Обнаружено, что действие рентгеновского излучения в процессе формирования покрытий приводит к возрастанию промежутка времени до появления на покрытиях продуктов красной коррозии. Так для ZnNi – покрытий наблюдается увеличение времени до 92 ч, а для ZnNi/SiO₂ - покрытий, осажденных из электролитов с концентрацией наночастиц 1% – 480 ч.

На основании полученных данных была составлена матрица планирования переменные факторов, которые кодировались безразмерными величинами -1 и +1 в соответствии с величиной фактора. Согласно соблюдению требований к матрице планирования, расчёт коэффициентов уравнения регрессии сводился к достаточно простым выражениям:

$$b_0 = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \bar{y}_j$$

$$b_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n x_{ji} \bar{y}_j \quad i = \overline{1, k}$$

$$b_{rp} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n x_{ri} x_{pi} \bar{y}_j \quad r < p \quad i = \overline{1, k}, p = \overline{1, k}$$

и т.д., если учитываются другие взаимодействия.

Для оценки значимости факторов вычисляли дисперсию воспроизводимости:

$$S_y^2 = \frac{\sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^N (y_{ij} - \bar{y}_j)^2}{n(m-1)}$$

$$S_y^2 = 2,525$$

Используя дисперсию воспроизводимости находили среднее квадратическое отклонение коэффициентов при помощи t-критерия Стьюдента и оценивал значимость коэффициентов исходя из

$$|b| > t_{кр} S_{коэф}$$

$$S_{коэф} = \sqrt{\frac{S_y^2}{nm}}$$

$$S_{коэф} = 0.35$$

При доверительной вероятности $p = 0.95$ $t = 2.57$

В результате проведенных расчетов было получено уравнение регрессии, которое при преобразовании его к абсолютным величинам представляет собой модель, предсказывающую поведение защитных свойств ZnNi/SiO_2 , сформированных при любом сочетании факторов (концентрации наночастиц в электролите и экспозиционная доза рентгеновского излучения)

$$y = 345,8 + 149,2 + * (z_1 - 0.5) + \frac{z_2 - 50}{50} * 33 + 49 (z_1 - 0.5) \times \left(\frac{z_2 - 50}{100} \right)$$

где z_1 – концентрация;

z_2 – интенсивность облучения.

Из полученного уравнения регрессии можем сделать вывод также о более ощутимом влиянии на скорость появления продуктов коррозии на покрытиях ZnNi/SiO_2 в 3-х % растворе NaCl наночастиц SiO_2 в электролите в сравнении с влиянием рентгеновского излучения, которое, в свою очередь, соизмеримо с влиянием совокупности рассматриваемых факторов.

Литература

1. Анищик В.М. Электрокристаллизация Zn-Ni из сульфатных электролитов на индифферентных катодах в поле рентгеновского излучения / В.М. Анищик, Н.Г. Валько, Н.И. Поляк, И.И. Алесчик // Материалы, технологии, инструменты – 2010. – Т. 15, №2. – С. 43-46.

2. Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия металлические и неметаллические неорганические. Методы ускоренных коррозионных испытаний: ГОСТ 9.308-85. – Введен 01.01.1987

3. Мальцева Г.Н. Коррозия и защита оборудования от коррозии / Г.Н. Мальцева. – Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2000. – 211 с.