



Рисунок 4 – Влияние условий электроосаждения процесс формирования и свойства функциональных электрохимических покрытий серебро – оксиды рения

Предложено использовать реверсированный ток с параметрами: частота 9,1 Гц, соотношение длительности прямого и обратного импульсов 100:10 мс, интенсивность ультразвука $0,7 \text{ Вт/см}^2$, которые позволяют формировать покрытия серебро – оксиды рения, имеющие 0,7 масс. % Re, высокую микротвердость, низкую скорость коррозии, хороший внешний вид.

УДК 621.791.92В.А.

Стефанович, доц., канд. техн. наук;

С.В. Борисов; А.В. Стефанович (БНТУ, г. Минск)

ЛЕГИРОВАНИЕ НАПЛАВЛЕННЫХ ПОКРЫТИЙ ХРОМОМ, НИКЕЛЕМ И МЕДЬЮ, ПОЛУЧЕННЫХ ИЗ БОРИРОВАННОЙ ПРОВОЛОКИ

Процесс производства сварочной проволоки включает следующие этапы: волочение заготовки до требуемого размера, отжиг для снятия наклепа, химическое травление в серной кислоте для удаления окалины, гальваническое меднение.

При химическом травлении сварочная проволока протягивается через раствор серной кислоты с помощью специальных барабанов, изготовленных из коррозионностойкой стали 12Х18Н10Т. Скольжение сварочной проволоки по специальным канавкам шириной 6 мм вызывает износ рабочей поверхности барабана, что требует частой реставрации. Обычно реставрацию барабанов осуществляют аргоннодуговой наплавкой изношенных поверхностей с использованием присадочной проволоки из стали 12Х18Н10Т. Низкая твердость данной стали не позволяет увеличить ресурс работы барабанов между реставрациями.

Использование борированной проволоки из коррозионностойкой стали 06X19H9T для наплавки канавок барабана повысило ресурс работы барабана, однако в наплавленном покрытии наблюдаются участки питтинга. Это связано с распределением хрома и никеля в структуре наплавленного покрытия [1]. Хром неравномерно распределяется по сечению дендрита и в твердой фазе: дендриты, состоящие из аустенита, содержат меньшее количество хрома 12,92 - 14,49%, чем исходная сталь 06X19H9T, что обуславливает снижение коррозионной стойкости. Никель по структуре распределяется более равномерно и изменяется в пределах 8-9,5%. Повышение коррозионной стойкости наплавленных покрытий возможно дополнительным легированием их хромом, никелем и медью [2].

Коррозионная стойкость сплавов определяется правилом Гаммана, в соответствии с которым скачкообразное повышение коррозионной стойкости сплава происходит при наличии коррозионноустойчивых атомов в сплаве равной $n/8$, где n – целое число (1, 2, 3). При легировании хромом скачкообразное повышение коррозионной стойкости происходит при содержании 11,8% масс. хрома (имеют в решетке $1/8$ атомов хрома); 23,7% масс (соответствует $2/8$ атомных доли хрома в твердом растворе), а также при содержании хрома не менее 18%. Поэтому для наплавленных покрытий, полученных из борированной проволоки с минимальным содержанием хрома $>18\%$ и $>23,7\%$ необходимо дополнительно ввести 6% и 11% хрома соответственно.

Расчеты показывают, что для дополнительного введения 6 и 11% хрома в наплавленное покрытие, необходимо на композиционный электрод диаметром 2 мм нанести слой гальванического хрома толщиной 35 и 65 мкм соответственно. При легировании никелем скачкообразное повышение коррозионной стойкости происходит при введении в сплав 13,5% ($n=1$) и 27% ($n=2$) никеля. Поэтому для получения никеля в наплавленном покрытии $>13,5\%$ и $>27\%$ необходимо дополнительно ввести 5 и 17% никеля соответственно и на композиционный электрод диаметром 2 мм нанести слой гальванического никеля толщиной 30 и 90 мкм. Для легирования медью наплавленного покрытия в пределах 3,5-5% на проволочный электрод диаметром 2мм необходимо гальванически осадить медь толщиной 16–23 мкм.

Наплавленные покрытия повышенной коррозионной стойкости, дополнительно легированные никелем, хромом и медью, получали из композиционных электродов с гальваническими покрытиями: меди 25 мкм, никеля 20 мкм и хрома 35 мкм.

В результате выполненных исследований по распределению элементов в наплавленных покрытиях установлено, что количество хрома колеблется в следующих пределах: в центре дендрита >19%; на краю дендрита >20%; в твердой фазе >30%. Распределение никеля практически равномерное по структуре и находится в пределах 13,34-14,96%. Медь в структуре распределяется равномерно и изменяется в количествах 3,37-4,42%.

На основе данных по распределению элементов в наплавленных покрытиях определены коэффициенты усвоения легирующих элементов из проволочного электрода в наплавленное покрытие, которые составляют: для хрома и никеля 95-100%, меди – 67-70%.

Исследование структуры наплавленных покрытий показало, что при дополнительном легировании хромом количество эвтектики в структуре увеличивается и это приводит к повышению твердости и износостойкости наплавленных покрытий. Наплавленные покрытия, дополнительно легированные хромом, никелем и медью не склонны к межкристаллитной коррозии и обладают коррозионной стойкостью в серной кислоте на уровне стали 12Х18Н10Т.

ЛИТЕРАТУРА

1 Стефанович А.В. Исследование структуры и свойства наплавленных покрытий, полученных из проволоки, предварительно подвергнутой химико-термической обработке./А.В. Стефанович //В кн. Металлургия. Минск, 2011 – Ч.2 с. 179-188.

2 Химушин Ф.Ф., Нержавеющие стали/ Ф.Ф. Химушин. М.: Металлургия, 1987. 798с.

УДК 621.702

П.С. Гурченко, д-р техн. наук; И.А. Булойчик мл. науч. сотр.
(БНТУ, г. Минск)

РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ДИФфуЗИОННОГО ЦИНКОВАНИЯ В ЦИКЛЕ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ КРЕПЕЖНЫХ ИЗДЕЛИЙ

В большинстве случаев, нанесение защитных покрытий на детали производится непосредственно после окончательной термообработки деталей. Стандартные операции термической обработки заключаются в обеспечении ряда циклов нагрев - охлаждение с целью формирования структуры, обеспечивающей необходимые эксплуатационные характеристики изделия и могут составлять значительную часть себестоимости изделия. В данном случае антикоррозионную обработ-