

## СКОРОСТЬ ВКЛЮЧЕНИЯ УГЛЕРОДА В НИКЕЛЕВОЕ ПОКРЫТИЕ

Остапенко Д.А., Ушакова С.А., Бубликов Е.И.  
Донской государственный технический университет

Изменение контактных свойств никеля связано с включением углерода в состав покрытия при электролизе [1]. Добавляемые в раствор вещества, положительно влияющие на свойства покрытий, оказывают на процесс двойное действие. Они создают на поверхности металла адсорбционную пленку, которая экранирует от проникновения из раствора в металл даже тех незначительных количеств вредных для контактирующих поверхностей примесей (одновалентные ионы металлов, хлор, ионы серы, железа и др.), которые могут быть или имеются в растворе. Кроме того, они являются донорами поставки в никелевое покрытие углеродных составляющих.

Эксперименты показали, что у никеля, даже с высоким переходным сопротивлением, после его выдержки в растворе, содержащем глицерин, переходное сопротивление становится малым. Это изменение связано с растворением оксидной пленки и уменьшением ее толщины, при этом на поверхности никеля возникают углеродсодержащие внедрения. Электролитический никель, выделенный из раствора, содержащего глицерин, после выключения тока адсорбирует на единицу площади своей поверхности больше углерода, чем в процессе электролиза, когда происходит обновление поверхности за счет выделяемого металла.

Характер внедрения углерода в никель из раствора имеет отличия в зависимости от вида добавки. В состав покрытия углерод может входить как в виде кристаллического углерода, так и в виде аморфной фазы или тетракарбонила никеля. Изменения интенсивностей рентгеноаморфной фазы и рентгеноаморфного углерода с увеличением катодной плотности тока при постоянной концентрации органического вещества имеют экстремальный характер и связаны с образованием преимущественно рентгеноаморфного углерода и быстрым снижением количества тетракарбонила никеля. Минимум относительной интенсивности рентгеноаморфного углерода связан с созданием наиболее оптимальных условий катализа углеродсодержащего вещества и преимущественного выделения углерода в виде мелкодисперсных кристаллов на границах зерен никеля. Такому режиму осаждения соответствуют покрытия с наименьшим переходным сопротивлением.

Результаты рентгенофазового анализа показали, что изменение отношения интенсивностей фазы рентгеноаморфного углерода к общей интенсивности в зависимости от плотности тока носит экстремальный характер.[2] Так как интенсивность рентгеновского излучения прямопропорциональна количеству содержащейся в покрытии фазы, то, содержание восстановленного углерода в покрытии также имеет

экстремальный характер в зависимости от катодной плотности тока. Определенные в работе [3] скорости поступления углерода в покрытие и его содержание в нем отражают эти отличия.

Содержание углерода в покрытии при использовании глицерина в качестве углеродсодержащей добавки имеет аналогичный экстремальный характер.

Результаты эксперимента указывают на влияние плотности тока, при поступлении и содержании углерода в никелевом осадке в зависимости от вида добавки в электролит.

В растворе, содержащем только винную кислоту (20 г/л), скорость поступления углерода в единицу времени на единицу площади при электрокристаллизации вначале растет, а затем, после увеличения тока сверх  $5 - 6 \text{ A/дм}^2$ , становится постоянной (рис.1, кривая 1). При этом концентрация углерода в металле с увеличением плотности тока сначала постоянна до  $5 - 6 \text{ A/дм}^2$ , а затем падает почти по линейному закону (рис.1, кривая 3). Из раствора, содержащего глицерин, с увеличением плотности тока скорость поступления углерода в никель сначала до  $5 - 6 \text{ A/дм}^2$  постоянна, затем после  $6 \text{ A/дм}^2$  растет с увеличением плотности тока (рис.1, кривая 2). Концентрация углерода в металле при этом с увеличением плотности тока до тех же  $5 - 6 \text{ A/дм}^2$  сначала уменьшается, а затем немного растет (рис. 1, кривая 4).

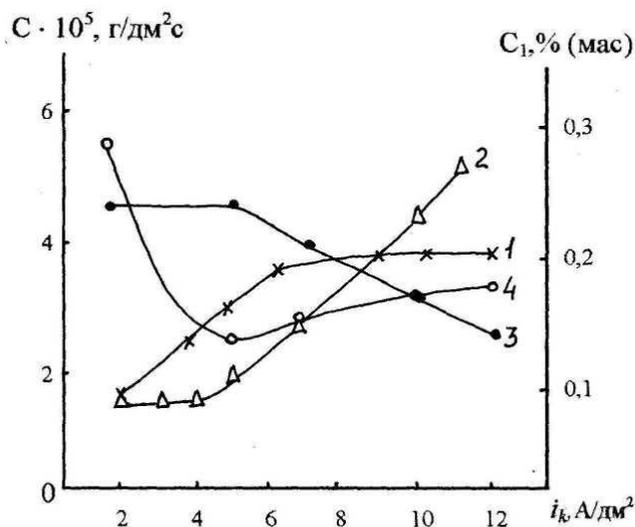


Рисунок 1 Скорость поступления углерода в никель (кривые 1, 2) и содержание его в покрытии (кривые 3, 4) в зависимости от плотности тока. 1,3 – раствор без глицерина (20 г/л сульфата никеля); 2,4 – раствор с глицерином (2 г/л).

В первом случае, рост скорости поступления ионов никеля до определенного значения означает, что более быстрое обновление поверхности никеля способствует увеличению поступлению углеродных компонентов из раствора. Обновление поверхности увеличивает эту скорость только до определенного предела. Препятствием здесь может быть ограниченная диффузия носителей углерода из раствора и накопление

продуктов распада органических веществ при переходе углеродного компонента в никель. Добавочные компоненты, вводимые в раствор для увеличения его электропроводности, оказывают отрицательное влияние на переходное сопротивление. Следовательно, для отделения углерода из добавленных в раствор органических компонентов необходимо повышенное перенапряжение на катоде. Винная кислота оказывает меньшее влияние на перенапряжение выделения никеля, поэтому можно отнести вхождение углерода в осадок никеля из раствора без глицерина только за счет обновления поверхности с ростом плотности тока и адсорбции углеродсодержащих компонентов. Затруднения с отъемом его из кислоты могут быть минимальными (рис.1, кривая 3). Последующее прекращение роста скорости и уменьшение концентрации углерода в металле свидетельствует о диффузионном контроле подачи углерода.

Во втором случае (рис.1, кривая 4) с увеличением плотности тока до  $5 \text{ А/дм}^2$  содержание углерода в покрытии уменьшается, в то время, как скорость поступления углерода в покрытие постоянна (кривая 2). При  $i_k > 5 \text{ А/дм}^2$  скорость поступления углерода начинает расти, сказывается большее содержание в растворе углеродсодержащих компонентов (доноров) и увеличение перенапряжения. Из поляризационных измерений следует, что чем большее влияние оказывают добавочные органические компоненты на рост перенапряжения, тем меньше значения переходного сопротивления у выделяемых при электролизе никелевых покрытий.

Таким образом, выбором режимов электролиза и введением в электролит углеродсодержащих добавок можно обеспечить оптимальное содержание углерода в никелевом покрытии и добиться снижения переходного сопротивления до значений сравнимых с серебряными при более высокой износо- и коррозионной стойкостью.

#### Литература

1. Бубликов Е.И. Электрокристаллизация никелевых покрытий с низким переходным сопротивлением. – Дисс канд. техн наук. – Новочеркасск 1985.
2. Бубликов Е.И./ Е.И.Бубликов, В.И.Кулинич, В.В.Иванов, Е.Е. Щербакова // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 1999. - Т.65. — № 11. - С.28-30.
3. Бондаренко А.В.Облагораживание никеля в покрытиях при электрокристаллизации. / Бондаренко А.В., Бубликов Е.И., Щербакова Е.Е. Новочеркасский гос-т. техн. ун-т.- Новочеркасск: НГТУ. 1995. – 41с.