

## СПОСОБЫ ИНГИБИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ НАВОДОРОЖИВАНИЯ НИКЕЛЯ

**Брысенкова Н. В., Шалимов Ю. Н.** (ОАО «Концерн «Созвездие», Плехановская, 14, Воронеж, 394019, Россия, e-mail: [ng\\_v@mail.ru](mailto:ng_v@mail.ru), ФГУП НКТБ «Феррит», Московский пр. 179, Воронеж, 394066, Россия, тел: (4732) 43-77-02; e-mail: [shalimov\\_yn@mail.ru](mailto:shalimov_yn@mail.ru))

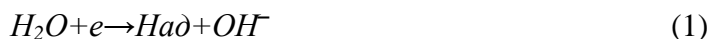
Известно, что никелевые и хромовые покрытия обладают склонностью к поглощению водорода, причем количество адсорбированного и абсорбированного водорода зависит как от химического состава электролита, так и от режимов электроосаждения. С точки зрения механических свойств металлов поглощение водорода вызывает охрупчивание металлических покрытий, что может привести к нежелательным явлениям в процессе эксплуатации (потеря прочностных свойств, ускоренная коррозия). Для борьбы с этим явлением используются такие эффективные меры как низкотемпературный отжиг или проведение электролиза в импульсных режимах с механическим активированием поверхности. Однако эти методы могут оказаться мало эффективными при формировании покрытий значительной толщины. Это связано с тем, что водород экстрагируется, только из верхних слоев, а водорода находящиеся в коллекторах и «ловушках» остается в структуре металла. По результатам эксперимента, полученных методом вакуумной экстракции, было установлено, что количество окклюдированного водорода в тонких слоях никеля намного превосходит в 3-5 раз его содержание в массивных покрытиях. [1]

Кроме того, по полученным экспериментальным данным при получении никелевых и хромовых покрытий можно принять, что количество осаждаемого металла (масса) будет пропорциональна времени электролиза, т. е. увеличение веса металла от времени электролиза от постоянной плотности тока подчиняется линейному закону. Таким образом, количество поглощаемого водорода должно было бы увеличиваться пропорционально времени электролиза, однако анализ результатов эксперимента независимо от химического состава электролита показывает, что количество растворенного в образце водорода уменьшается, такое несоответствие можно объяснить неполной экстракцией водорода из объема образца при термодиффузии атомов водорода в результате дезинтеграции образующиеся молекулы попадают в «ловушки», выход из которых как правило заблокирован, поэтому измеряемые объемы водорода не отражают действительной картины, происходящих процессов, количества заблокированного водорода может в несколько раз превышать объемы экстрагированного. Нами установлена связь между количеством экстрагируемого водорода из никелевых и хромовых покрытий и величиной пика внутреннего трения на кривой зависимости  $Q^{-1}(T)$ . Однако при исследовании никельхромового сплава не обнаружен типичный водородный пик на кривой внутреннего трения. Это явление требует дальнейшего экспериментального исследования для определения механизма взаимодействия водорода с компонентами сплава. Для этого сплава можно найти объяснение взаимодействию его с водородом

методом вольтамперометрии. Этим методом уже были получены результаты по наводороживанию компактного никеля и мелкодисперсного никеля Ренея.[2]

Кроме того в качестве непосредственных ингибиторов наводороживания используются многие органические добавки. При никелировании применяется, например, диметилцетилафтиламмоний хлорид  $[C_{16}H_{33}N(CH_3)_2CH_2C_{10}H_7]Cl$  (ДМЦНХ) и цетилфенилтиомочевина  $C_{16}H_{33}NHCSNHC_6H_5$  (ЦФТМ) [3]. В работе [2] показано, что за счет гидрирования малеиновой кислоты в щелочном растворе происходит уменьшение наводороживания компактных образцов никеля, поэтому её можно использовать в качестве добавки при никелировании. Механизм ингибирующих наводороживание органических добавок основывается на насыщении имеющихся непересеченных связей водородом (электрохимическое и каталитическое гидрирование). Скорость гидрирования достаточно велика, поэтому атомы водорода не успевают десорбироваться и продифундировать в металл или молизоваться.

Как показано в некоторых работах на наводороживание металлов оказывает действие также и состав электролита. Стимуляторы – соединения элементов II – IV группы (главных подгрупп) периодической системы, сильно увеличивая наводороживание катодов в кислой среде, очень слабо действуют в щелочных растворах. Это различие в эффективности действия стимуляторов наводороживания объясняется различием механизма катодного процесса в кислой и щелочной среде. В щелочной среде основная масса адатомов водорода возникает в результате восстановления молекул воды:



Очевидно, атомы водорода, появляющиеся на поверхности металла - катода по реакции (1), неравноценны в энергетическом отношении адатомам водорода, возникающим в кислой среде. По-видимому, атомы H, появляющиеся при разряде молекул воды, сопровождающемся большим перенапряжением, обладают повышенной энергией и легко рекомбинируются в молекулы  $H_2$ . Так же следует отметить, что эффективность ингибирующих добавок возрастает в щелочной среде [2,3].

Таким образом, уменьшение наводороживания никелевых покрытий можно осуществлять двумя способами: электрохимически, введя электролиз при определенных условиях, и химически вводя ингибирующие добавки (ДМЦНХ, ЦФТМ и малеат-ионы).

**Список литературы:** 1. Шалимов Ю.Н. Влияние тепловых и электрических полей на электрохимические процессы при импульсном электролизе. Дисс. На соискание научной степени доктора технических наук, Иваново, ИГХТУ, 2007. 367 с. 2. Маршаков И. К., Гаврилова Н. В., Протасова И. В.// Конденсированные среды и межфазные границы. 2006. Т. 8, №3. С.226-230. 3. Белоглазов С. М. Наводороживание стали при электрохимических процессах.- Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1975.- 412с.