

процессе сварки. При увеличении мощности луча наблюдается увеличение максимальной температуры нагрева и геометрических размеров изотермических областей. Уменьшение площади воздействия электронным лучом ведет к увеличению концентрации энергии и локализации нагреваемого участка с повышением максимальных температур нагрева.

Ввиду возможности широкого регулирования мощности луча и зоны воздействия, а также высокой автоматизации процесса, подогрев лучом может выполняться как непосредственно перед проведением процесса сварки, так и после ее завершения. Использование электронного луча в качестве источника теплоты для подогрева металла при сварке позволяет увеличить номенклатуру изделий и материалов, пригодных для сварки.

УДК 544.654.2:546.74

Электроосаждение никелевых покрытий из ацетатного электролита в импульсном режиме

Студент гр. 11 Добровольский Е.А., магистрант Антихович И.В.
Научный руководитель – Черник А.А.
Белорусский государственный технологический университет
г. Минск

Применение импульсных токов при осаждении гальванических покрытий позволяет управлять структурой, свойствами и качеством осадков. Помимо этого такие режимы могут в значительной мере интенсифицировать процесс. При электрохимическом никелировании важным является поддержание постоянного значения рН в прикатодной области. Наиболее часто используемой буферной добавкой является борная кислота, которая входит в состав многих кислых электролитов [1,2]. Однако она не препятствует гидроксидообразованию при электролизе с высокой плотностью тока, поэтому перспективным является использование в качестве буфера других добавок, например ацетата натрия. Электролит с такой добавкой позволяет осаждать никель при комнатной температуре, что снижает энергозатраты.

Методика исследования Исследование проводили в электролите никелирования следующего состава, г/л: NiSO₄ · 7H₂O 220; NiCl₂ · 6H₂O 40; CH₃COONa 30. В растворе, подкисленном уксусной кислотой до значения рН 4.5 появляется ацетатная буферная смесь CH₃COOH + CH₃COO⁻. Анодами служили пластины из металлургического никеля марки НО, помещённые в чехлы. Осаждение проводилось на сталь марки Ст3, подготовка пластин осуществлялась по известным методикам [3]. Импульсный режим задавали на потенциостате ПИ - 50 - 1.1 в комплекте с программатором ПР - 8. Пористость измеряли наложением фильтровальной бумаги согласно ГОСТ 9.302 – 88. Микротвёрдость никелевых покрытий при толщине покрытия 10 мкм измеряли с помощью прибора ПМТ – 3 при нагрузке 0,50 Н. Выход по току определяли весовым методом.

Время электролиза при импульсном режиме можно рассчитать по формуле [4]:

$$\tau_{\Sigma} = n \cdot (\tau_u + \tau_n)$$

(1)

где: n количество циклов, с; τ_u - время импульса, с; τ_n - время паузы, с;

Для импульсного электролиза важна такая характеристика, как эффективная плотность тока

$$i_{\Sigma} = \varphi \cdot i_u$$

(2)

где: φ - скважность импульсного тока; i_u - катодная плотность тока в импульсе, А/дм².

$$\varphi = \frac{\tau_u + \tau_n}{\tau_u}$$

(3)

Выход по току никеля в импульсном режиме рассчитывали по формуле:

$$BT = \frac{\Delta m \cdot (\tau_u + \tau_n) \cdot 3600}{q \cdot \tau_u \cdot I_u \cdot \tau_s} \cdot 100\%$$

(4)

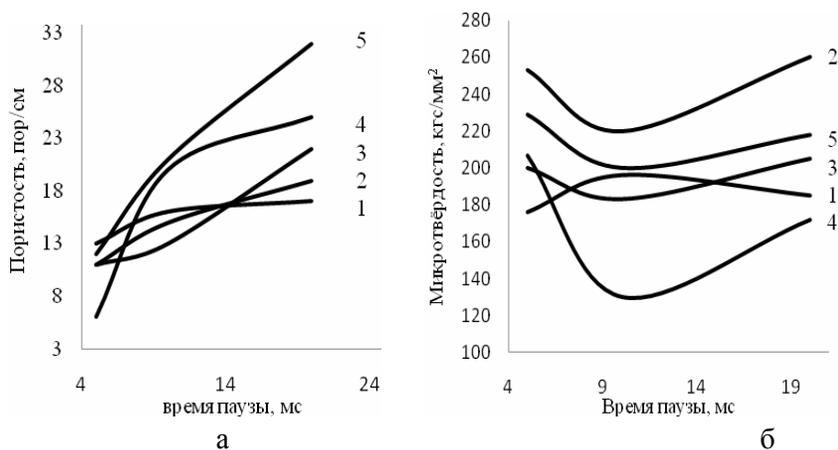
где: Δm - масса осаждённого металла, г; q - электрохимический эквивалент никеля ($q = 1,096$ г/А ч); I_u - сила тока в импульсе (амплитуда импульса), А.

Установлено, что выход по току никеля при плотности тока 2 А/дм² составляет 78-90% (таблица 1). При этом с ростом времени импульса выход по току увеличивается, а с увеличением времени паузы наблюдается экстремальная зависимость с минимальным Вт при паузе 10 мс. Такая зависимость может быть связана с конечной скоростью разряда ионов никеля, которые не успевают восстановиться за малое время электролиза. Рост времени паузы может приводить к пассивации катодной поверхности и затруднению разряда ионов никеля.

Изменение параметров электролиза приводит к изменению свойств покрытий (рисунок 1).

Таблица 1 – Выходы по току никеля в ацетатном электролите при различных условиях электролиза

Импульс, мс.	Пауза, мс		
	5	10	20
5	83,89	78,9	82,03
10	86,77	80,37	84,27
20	81,97	78,00	80,35
50	84,55	82,37	80,39
100	89,28	80,62	80,97



Длительность импульса, мс: 1 – 5; 2 – 10; 3 – 20; 4 – 50; 5 – 100.

Рисунок 1 – Зависимость пористости (а) и микротвёрдости (б) никелевого покрытия от времени паузы импульсного тока.

Время паузы незначительно влияет на твёрдость покрытия, тогда как с ростом длительности импульса микротвёрдость возрастает от 176 до 253 кгс/мм² при паузе 5

мс. Это может быть связано с упорядочением структуры никелевых осадков при длительном импульсе.

На пористость значительное влияние длительность импульса тока. С ростом последнего пористость уменьшается что также можно объяснить упорядочением структуры осадка. Практически беспористое покрытие получается при времени импульса 50 мс и времени паузы 5 мс.

Таким образом, осаждение никеля из ацетатного электролита в определённых импульсных режимах привело к улучшению качества осадка (низкая пористость, удовлетворительная микротвёрдость) по сравнению со стационарным режимом. Выход по току никеля при импульсном режиме меньше, чем при стационарном режиме и изменяется в пределах от 78 до 90%. Скорость осаждения никеля при одинаковых плотностях тока в импульсных режимах ниже, чем в стационарном режиме.

Литература

- 1) Прикладная электрохимия. Под ред. Н.Т. Кудрявцева. М.: Химия. – 1975. – 522с.
- 2) Гальванические покрытия в машиностроении: Справочник./Под ред. М.А. Шлугера. М.: Машиностроение. – 1985. – Т.1. – 240с.
- 3) ГОСТ 9.305-84 Покрытия металлические и неметаллические неорганические. – М.: Госстандарт. – 1988. – 183с.
- 4) Гамбург Ю.Д. Гальванотехника и обработка поверхности. 2003

УДК 544.654.2:546:56

Электрохимическое осаждение меди на чугунную основу

Студент гр.11 Стасенок С.В., аспирант Михедова Е.В.
Научный руководитель – Черник А.А., Жарский И.М.
Белорусский государственный технологический университет
г. Минск

Медные покрытия нашли широкое распространение в технике: для придания поверхности определенного вида, а также ряда функциональных свойств – электропроводности, защиты от коррозии и от цементации участков стальных изделий, обеспечения адгезии [1].

При погружении железа в простые электролиты меднения в связи с большим различием окислительно-восстановительных потенциалов наблюдается цементация меди на его поверхности. Это приводит к уменьшению прочности сцепления медного покрытия с основой. С целью смещения потенциала меди в более электроотрицательную сторону и, как следствие, предотвращения цементации используются комплексные электролиты меднения [2].

Цианистые электролиты широко используют на практике, так как вследствие высокой катодной поляризации они обладают наивысшей рассеивающей способностью и позволяют получать покрытия с мелкокристаллической структурой. Основные их недостатки – высокая токсичность, требующая выполнения строгих мер безопасности и большие затраты на обезвреживание сточных вод, а также относительно низкая устойчивость состава электролита при эксплуатации [3].

В связи с этим актуальным является проведение исследований по выбору низкоконцентрированных нецианистых электролитов для процессов электрохимического нанесения меди на рабочую поверхность деталей и изучению кинетических особенностей и механизмов катодных процессов. С этой точки зрения наибольший интерес представляет этилендиаминовый электролит меднения.