

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.

Цель исследования – изучение технологических параметров процесса электрохимического осаждения меди из этилендиаминового электролита на чугунную основу.

Объектом исследования является этилендиаминовый электролит меднения следующего состава, г/л:  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  – 90-115;  $\text{C}_2\text{H}_4(\text{NH}_2)_2$  – 50-20;  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  – 50-70;  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  – 50-80.

Поляризационные измерения проводились на потенциостате ПИ-50-1.1 в комплекте с программатором ПР-8 в стандартной трехэлектродной ячейке ЯСЭ-2. В качестве электрода сравнения применяли насыщенный хлорсеребряный электрод. Все представленные потенциалы пересчитаны в шкалу нормального водородного электрода. Рабочий диапазон плотностей тока определяли с помощью угловой ячейки Хулла объемом  $250 \text{ см}^3$ . Электролиз проводили в течение 10 мин при силе тока в 1 А. Пористость медного покрытия определялась в соответствии с ГОСТ 9.302-88 методом наложения фильтровальной бумаги.

На рисунке 1 представлены катодные поляризационные кривые на электродах из меди и чугуна.

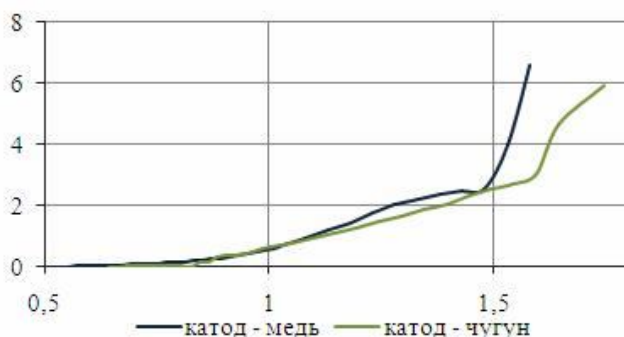


Рисунок 1 – Катодные поляризационные кривые в этилендиаминовом электролите на катодах различной природы

Как видно из рисунка 1 поляризационная кривая чугунного катода смещена в более электроотрицательную область. Это связано с тем, что первичное осаждение металла на чужеродную основу требует больших затрат энергии и как следствие увеличивается катодное перенапряжение.

Проведение измерений в ячейке Хулла позволило определить диапазон рабочих плотностей тока, при котором получают удовлетворительные по качеству покрытия. В электролите рабочий диапазон плотностей тока составляет  $0,2—1,5 \text{ А/дм}^2$ . Увеличение плотности тока более  $1,5 \text{ А/дм}^2$  приводит к образованию шероховатых матовых покрытий темного цвета.

При осаждении покрытий толщиной 10 мкм были получены беспористые покрытия во всем диапазоне рабочих плотностей тока. Во всем диапазоне плотностей тока покрытия осаждались блестящими, хорошо сцепленными с основой. Выход по току составлял 76 %.

#### Литература

1. Вайнер Я.В. Технология электрохимических покрытий. – Ленинград: Машиностроение, 1972. – 460 с.
2. Кудрявцев Н.Т. Электролитические покрытия металлами. – М.: Химия, 1979. – 352 с.
3. М.А. Шлугер. Гальванические покрытия в машиностроении. Том 1. – М.: Машиностроение, 1985. – 241 с.