

методикам. При применении нашего метода трудоемкость вычислений снижается за счет уменьшения числа уравнений в системе.

Литература

1. Теплотехнический справочник. Т 1 / Под общ. ред. В.Н.Юренева и П.Д.Лебедева. – М.: Энергия, 1975. – 743 с.
2. Теоретические основы теплотехники. Теплотехнический эксперимент: Справочник / Под общ. ред. В.А.Григорьева и В.М.Зорина. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 560 с.
3. Померанцев, В.В. Основы практической теории горения / В.В.Померанцев [и др.]. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 312 с.
4. Равич, М.В. Газ и эффективность его использования в народном хозяйстве / М.В.Равич. – М.: Недра, 1987. – 238 с.

УДК 544.654.2:546.74

Осаждение никелевых покрытий из низкотемпературного электролита на стальную подложку

Студентка 11 гр. V к., ф-та ХТИТ Антихович И.В.

Научный руководитель – Черник А.А.

Белорусский государственный технологический университет
г.Минск

Процесс осаждения никеля является одним из основных в гальванотехнике. Широкое использование никеля в гальванотехнике объясняется его физико-механическими и химическими свойствами. Никель, являясь защитно-декоративным покрытием, в паре Ni-Fe может защищать Fe от коррозии только при условии полной беспористости покрытия, так как у него более положительный потенциал. Никелем покрывают хирургические инструменты, предметы домашнего обихода, молочную посуду, детали самых различных приборов и аппаратов.

Большинство электролитов эксплуатируемых в данный момент требуют повышенных температур ($\approx 50-55^\circ\text{C}$). Это влечет к дополнительным энергозатратам. Поэтому, с целью снижения энергозатрат и повышения энергоэффективности проводились исследования процесса нанесения никелевых покрытий из электролита работающего при более низкой температуре. В качестве исследуемого был выбран сульфатный электролит с молочной кислотой. Молочная кислота применяется в пищевой промышленности (Е 270), широко распространена в природе, является интермедиатом процессов обмена в биологических тканях, легко биоразлагаема и поэтому экологически безопасна.

Осаждение покрытий проводили из электролита состава, г/л: $\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 189-238, молочная кислота (80% раствор) – 23-30 мл/л, $\text{pH}=1,5-3$, $T=20-35^\circ\text{C}$. Качество покрытий определяли визуально. Перемешивание осуществляли магнитной мешалкой.

Исследования электрохимических свойств покрытий проводили потенциостатическим методом. Потенциостатический метод заключается в ступенчатом изменении потенциала электрода и фиксировании плотностей тока при каждом заданном значении потенциала. Исследования проводились с шагом 20мВ в катодную и анодную область до тока достижения максимальной плотности тока $10 \text{ A}/\text{dm}^2$. Снятие потенциостатических проводились в стандартной трехэлектродной ячейке с помощью потенциостата ПИ-50-1.1 в комплекте с программатором ПР-8.

На рисунке 1 отражена зависимость потенциала от тока при различном pH. Как следует из рисунка увеличение pH увеличивает поляризацию как катодного, так и анодного процессов что должно приводить к увеличению доли тока на основной процесс восстановления ионов Ni^{2+} и увеличению выхода по току никеля.

Как следует из рисунка 2 наибольшая катодная поляризация наблюдается на стали, наименьшая - на никеле. Это указывает на большие затруднения при кристаллизации никеля на чужеродной основе. По мере выравнивания природы осаждаемого покрытия и основы перенапряжение поляризации уменьшается.

С целью определения диапазона рабочих плотностей тока проводили анализ электролитов при помощи ячейки Хулла. Электроосаждение проводилось в течение 10 минут на заранее подготовленную пластину. Сила тока составила 1А. После осаждения покрытия пластину тщательно промыли проточной водой, высушили и подвергли визуальному осмотру. Результаты измерений представлены в таблице 1.

Как следует из таблицы, в электролите с молочной кислотой весьма существенным является поддержание величины pH электролита. Из сильноокислых растворов никель практически не осаждается и идет ряд лишь ионов водорода. С другой стороны, из растворов близких к нейтральным, на катоде образуется гидрат закиси никеля, который, включаясь в никелевые осадки, делает их шероховатыми, темными и хрупкими. При $\text{pH}\sim 2,5$ рабочий интервал плотностей тока составляет $0,7 - 2,2 \text{ A}/\text{dm}^2$.

Выход по току никеля в стационарных условиях составлял 76 и 86 % соответственно при 1 и 0,5 А/дм². Такая зависимость выхода по току от плотности тока указывает на достаточно большую рассеивающую способность электролита что положительно будет влиять на получение равномерных покрытий на сложнопрофильную поверхность. Проведение процесса осаждения при перемешивании привело к увеличению выхода по току, а также улучшению внешнего вида покрытия, исчезновению питтинга.

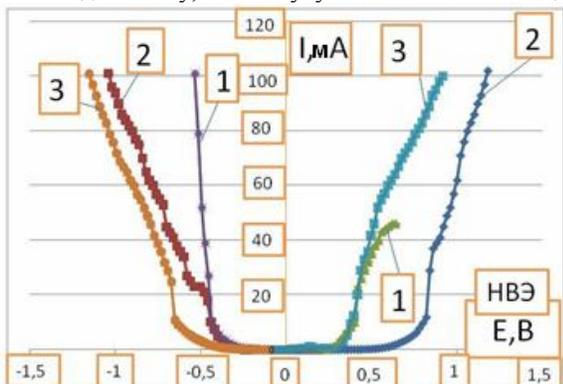


Рисунок 2 – Поляризационные кривые на никеле при различных рН: 1 – рН=1,5; 2– рН=2,17; 3 – рН=2,52.

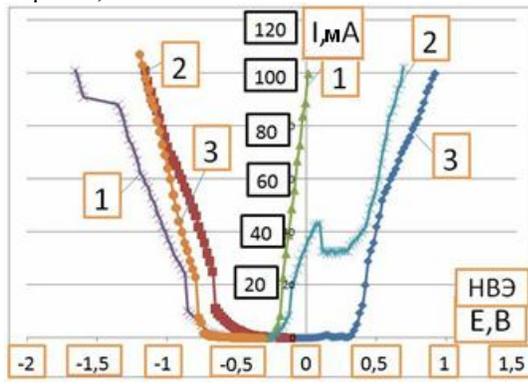


Рисунок 3 – Поляризационные кривые в электролите №2 на катодах различной природы (рН=2,52). 1 – сталь; 2 – сталь/никелевое покрытие; 3 - никель.

Таблица 1 – Зависимость внешнего вида покрытия от плотности тока покрытия.

Расстояние ближнего катода, мм	Плотность тока (А/дм ²) при силе тока, А	Внешний вид покрытия на основе молочной кислоты рН=1,5	Внешний вид покрытия на основе молочной кислоты рН=2,44
10	5,1	полублестящее	напряженное
15	4,2	матовое	напряженное
20	3,5	матовое	напряженное
25	3,0	матовое	блестящее
30	2,6	матовое	блестящее
35	2,2	матовое	блестящее
40	1,9	нет	блестящее
45	1,7	нет	блестящее
50	1,4	нет	блестящее
55	1,2	нет	блестящее
60	1,0	нет	блестящее
65	0,8	нет	полублестящее
70	0,7	нет	матовое
75	0,5	нет	матовое
80	0,4	нет	матовое

Таким образом, в ходе работы были изучены состав, свойства и рабочие интервалы плотностей тока низкотемпературного электролита никелирования. Установлено, что для осаждения гладких, мелкозернистых покрытий с высоким выходом по току необходимо поддерживать рН в интервале 2-3. Перемешивание увеличивает выход по току и уменьшает питтингообразование.

УДК 541.127:541.138.2:661.2:661.666.2.

Извлечение металлических компонентов в процессе электрохимической утилизации отходов инструментального производства

Студентка V к. 8 гр. факультета ТОВ Фалей А.А.
 Научный руководитель – Курило И.И.
 Белорусский государственный технологический университет
 г. Минск

Разработка комплексных ресурсосберегающих экологически безопасных технологий утилизации отработанного алмазно-абразивного инструмента на металлических связках и металлсодержащих отходов ин-