

## **ОСОБЕННОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ И СВОЙСТВА КОМПОЗИЦИОННЫХ ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКИХ НИКЕЛЕВЫХ ПОКРЫТИЙ, СОДЕРЖАЩИХ БЕНТОНИТЫ**

Электрохимические никелевые покрытия нашли широкое применение для защиты стальных изделий от коррозии, улучшения их декоративного вида, повышения поверхностной твердости [1].

Никель в паре со сталью может защищать ее от коррозии только при условии полной беспористости покрытия. В среднем можно принять, что беспористые никелевые покрытия получают при толщине слоя в 30 мкм и более. Следует отметить, что пористость зависит от состава электролита и режима электролиза [1].

Создание композиционных электрохимических покрытий (КЭП) является одним из важных направлений современной гальванотехники. Принцип получения КЭП основан на том, что вместе с металлами из электролитов-суспензий соосаждаются дисперсные частицы различного размера и видов. Включаясь в покрытия, дисперсные частицы существенно улучшают их эксплуатационные свойства (твердость, износостойкость, коррозионную устойчивость) и придают им новые качества (антифрикционные, магнитные, каталитические). Благодаря этому КЭП находят широкое применение в машиностроении, приборостроении, при изготовлении медицинских инструментов и химической аппаратуры [2]. В настоящее время повышается интерес к использованию доступных природных материалов в качестве инертной фазы в композиционные покрытия. Наименее изученными в этой области являются бентонитовые глины, которые широко используются для модификации полимеров, создания реологических суспензий и др. В составе бентонита преобладающим минералом является монтмориллонит – слоистый водный алюмосиликат. Он гидрофилен, с водой образует очень устойчивые суспензии и вязкую тестообразную массу, набухает в воде иногда до 10-20-кратного увеличения в объеме. Благодаря этим свойствам монтмориллонита для бентонита характерны высокая дисперсность; сильная набухаемость в воде; высокая водопоглощаемость; клейкость и высокая связующая способность; высокая пластичность, сорбционная способность и хорошие ионообменные свойства. Огнеупорность бентонитов составляет 1350–1430°C, температура спекания 900–950°C [3]. Наименее изученной, в настоящее время, является возможность использования бентонитов для модификации

электролитических покрытий с целью повышения их эксплуатационных характеристик.

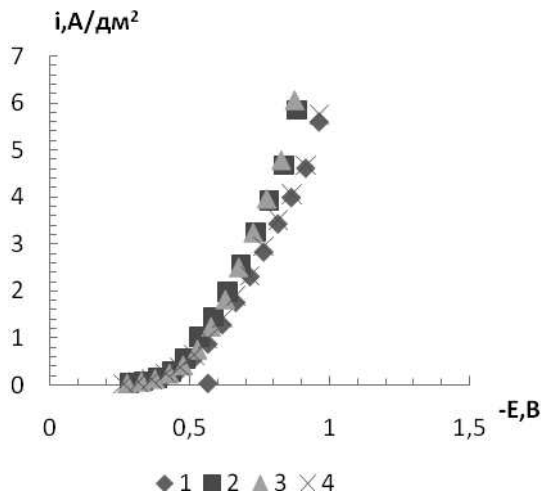
Объектами исследований являлись сульфатно-хлоридные электролиты блестящего никелирования с добавками порошкообразных бентонитовых глин марки Монамет 1Н1 и Монамет 3Н1 (таблица 1). Гидрофильная глина Монамет 1Н1 представляла собой очищенный природный  $\text{Na}^+$ -монтмориллонит, Монамет 3Н1 очищенный природный активированный  $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$ -монтмориллонит. Массовая доля монтмориллонита в бентонитовых глинах составляла 83–88%. В состав сульфатно-хлоридного электролита входили (г/дм<sup>3</sup>):  $\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  – 250,  $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  – 30,  $\text{H}_3\text{BO}_3$  – 30, 1,4-бутиндиол – 10, сахарин – 2, фталимид – 0,01, рН – 2,5–4,0. Концентрация бентонитовых глин в электролите изменялась от 0,25 до 1,0 г/дм<sup>3</sup>. Температура осаждения КЭП составляла 50–55°C, плотность тока – 3 А/дм<sup>2</sup>. В качестве подложки использовалась низкоуглеродистая трансформаторная сталь.

**Таблица 1 – Содержание добавок в исследуемых электролитах**

Содержание добавок, г/дм <sup>3</sup>	Номер электролита					
	№1	№2	№3	№4	№5	№6
Бентонит марки 1Н1	–	0,5	1,0	–	–	–
Бентонит марки 3Н1	–	–	–	0,5	1,0	1,0
Додецилсульфат натрия	–	–	–	–	–	0,1

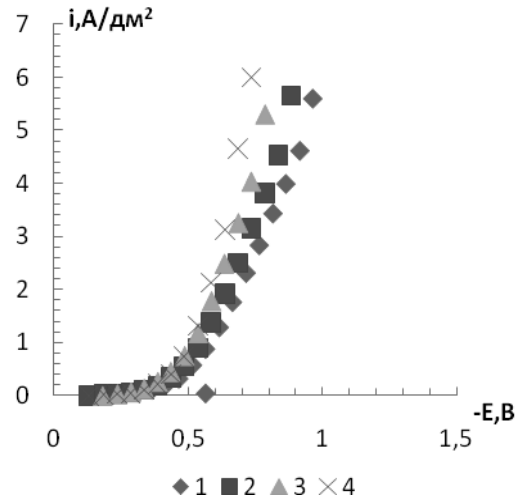
Поляризационные измерения осуществляли с помощью потенциостата ПИ 50-1.1 в комплекте с программатором ПР-8 в потенциостатическом режиме относительно насыщенного хлорсеребряного электрода сравнения. Все значения потенциалов в работе приведены относительно стандартного водородного электрода

Увеличение концентрации бентонита 1Н1 в электролите от 0,0 до 1,0 г/л способствует снижению поляризации при плотностях тока выше 2,0 А/дм<sup>2</sup> (рисунок 1), что может быть связано с облегчением отрыва пузырьков водорода от поверхности подложки, а также с увеличением истинной поверхности образцов в результате внедрения бентонита в никелевую матрицу. Снижение поляризации в области плотностей тока от 2,0 до 7,0 А/дм<sup>2</sup> при добавлении бентонита 3Н1 выражено в большей степени, чем в присутствии 1Н1. Наиболее вероятно, это связано с различной дисперсностью частиц бентонитов.



1 – без бентонита; 2 – бентонит 1Н1 0,25 г/дм<sup>3</sup>; 3 – бентонит 1Н1 0,5 г/дм<sup>3</sup>; 4 – бентонит 1Н1 1,0 г/дм<sup>3</sup>

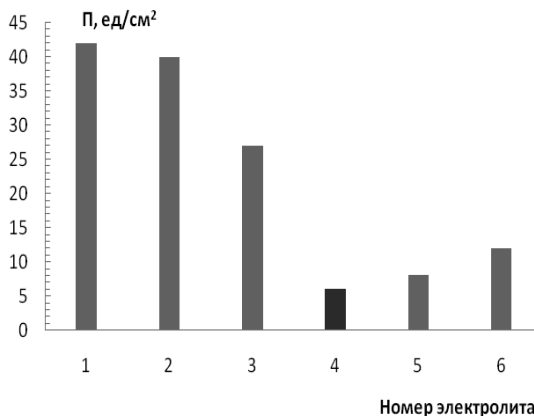
**Рисунок 1 – Влияние концентрации бентонита 1Н1 на поляризационные характеристики катода**



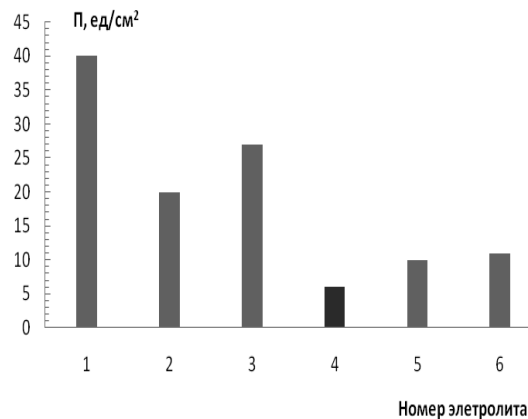
1 – без бентонита; 2 – бентонит 3Н1 0,25 г/дм<sup>3</sup>; 3 – бентонит 3Н1 0,5 г/дм<sup>3</sup>; 4 – бентонит 3Н1 1,0 г/дм<sup>3</sup>

**Рисунок 2 – Влияние концентрации бентонита 3Н1 на поляризационные характеристики катода**

Как видно из рис. 2, увеличение концентрации бентонита 3Н1 в электролите от 0 до 1,0 г/л приводит к уменьшению катодной поляризации и смещает поляризационную кривую в положительную сторону. Пористость покрытий определяли визуально при толщине покрытия 9 и 15 мкм (рис. 3, 4).

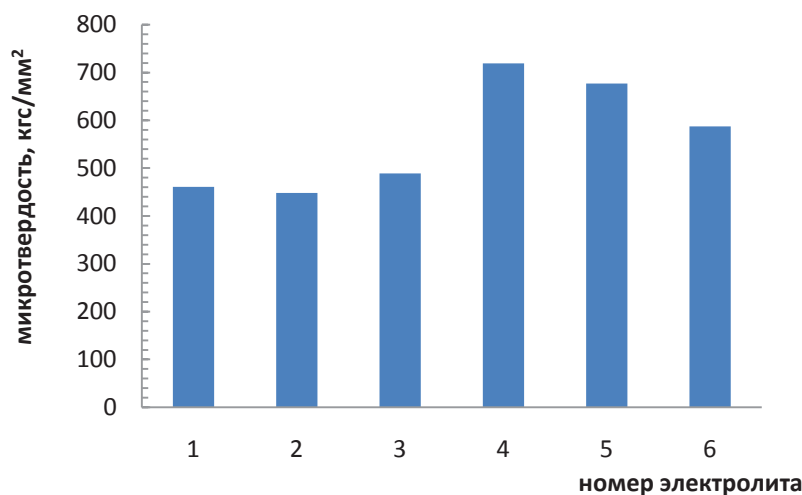


**Рисунок 3 – Влияние добавок бентонитов на пористость покрытия толщиной 9 мкм**



**Рисунок 4 – Влияние добавок бентонитов на пористость покрытия толщиной 15 мкм**

Микротвердость покрытий определяли при толщине покрытия 15 мкм и нагрузке 50 г. Как видно из рис. 5, бентонит марки 3Н1 повышает твердость покрытия, а бентонит марки 1Н1 на твердость практически не влияет.



**Рисунок 5 – Влияние добавок бентонитов на микротвердость покрытия толщиной 15 мкм**

Таким образом, использование бентонитовой глины в качестве дисперсной фазы композиционных никелевых покрытий, позволяет снизить пористость и увеличить твердость покрытия. Лучшие результаты достигаются при использовании бентонита марки ЗН1. Микротвердость таких покрытий достигает 719 HV.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Гальванические покрытия в машиностроении: справочник: в 2-х т. / под ред. М. А. Шлугера. – М.: Машиностроение, 1985. – Т. 1. – 240 с.
- 2 В.Н. Целуйкин, Композиционные электрохимические покрытия: получение, структура, свойства. Физикохимия поверхности и защита материалов, 2009, том 45, №3, с.287-301.
- 3 Кондратюк, Е. В. Технология получения минеральных сорбентов и исследование их свойств / Е. В. Кондратюк, И. А. Лебедев, Л. Ф. Комарова // Ползуновский вестник. – 2006. – № 2. – С. 375–380.