

Дубик Дарья Владиславовна,
магистрант гр. ХТм-24, ФГБОУ ВО «Ангарский государственный технический университет»,
e-mail: lady.daru.95@mail.ru

Сосновская Нина Геннадьевна,
к.т.н., доцент, ФГБОУ ВО «Ангарский государственный технический университет»,
e-mail: sosnina148@mail.ru

ВЛИЯНИЕ 1-ХЛОРМЕТИЛСИЛАТРАНА НА КАЧЕСТВО НИКЕЛЕВЫХ ПОКРЫТИЙ

Dubik D.V., Sosnovskaya N.G.

EFFECT OF 1-CHLOROMETHYLSILATRANE ON THE QUALITY OF NICKEL COATINGS

Аннотация. Рассмотрена возможность использования 1-хлорметилсилатрана в качестве добавки для блестящего никелирования. Показано, что элементоорганические соединения могут использоваться в качестве добавок в электролиты для никелирования.

Ключевые слова: мивал, 1-хлорметилсилатран, никелевые покрытия, серноокислый электролит, элементоорганические соединения.

Abstract. The possibility of using 1-chloromethylsilatran as an additive for brilliant nickel plating is considered. It is shown that organoelement compounds can be used as additives in nickel plating electrolytes.

Keywords: mival, 1-chloromethylsilatran, nickel coatings, sulfuric acid electrolyte, organoelement compounds.

Электрохимическое нанесение никеля на поверхность металлических деталей с добавлением органических добавок является ключевым процессом в современной промышленности, позволяющим улучшить эксплуатационные характеристики изделий. Этот метод широко применяется для защиты от коррозии, повышения износостойкости и придания декоративных свойств. Органические добавки, в свою очередь, играют решающую роль в формировании качественного никелевого покрытия.

В зависимости от назначения покрываемых деталей, состава электролита и выбранных параметров процесса можно получать матовые, полублестящие или блестящие никелевые покрытия.

Для электрохимического нанесения никелевых покрытий используются электролиты различного состава, однако получить качественные блестящие осадки никеля возможно только при введении в раствор специальных органических добавок, отличающихся по своему строению и функциональному действию [1, 2]. Добавление таких соединений в электролит позволяет тонко управлять процессами кристаллизации никеля: органические вещества адсорбируются на поверхности катода, влияя на скорость осаждения металла и структуру образующегося слоя.

Влияние органических добавок на свойства никелевого покрытия многогранно. Они могут снижать внутренние напряжения в осаждаемом слое, что делает его менее склонным к растрескиванию. Также добавки способны повышать пластичность покрытия, предотвращая его отслаивание при деформации дета-

ли. При этом важно отметить, что неконтролируемое увеличение концентрации добавок может привести к противоположному эффекту – повышению хрупкости и снижению адгезии. Таким образом, подбор оптимального состава электролита и концентрации добавок является предметом тщательных исследований и зависит от конкретных требований к покрытию и обрабатываемому материалу [3].

При производстве блестящих покрытий используют комплекс добавок, состоящий из нескольких органических соединений различных групп. Это создает проблемы, когда нужно проанализировать электролит на содержание добавок, которые входят в электролит, после определенного времени работы для корректировки раствора электролита.

Для получения качественных блестящих никелевых покрытий применяют комплекс добавок, состоящий из нескольких органических соединений различных групп. Однако это создаёт определённые трудности при необходимости проанализировать электролит на содержание входящих в него добавок после определённого времени эксплуатации, чтобы внести коррективы в состав рабочего раствора [4].

Добавка «Мивал» представляет собой бициклический фрагмент, состоящий из трехчленных колец, в составе которых присутствуют атомы азота и кремния (рисунок 1). 1-хлорметилсилатран нерастворим в воде, плохо растворим в спиртах, но хорошо растворим в хлороформе (CHCl_3), что способствует эффективному смешиванию с 1-хлорметилсилатраном [5].

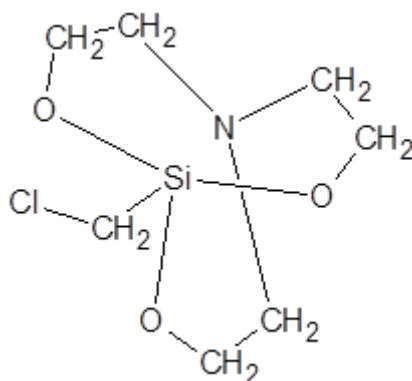


Рисунок 1 – 1-Хлорметил-2,8,9-триокса-5-аза-1-силабицикло[3.3.3]ундекан («Мивал»)

Цель данной работы – исследовать влияние добавки 1-хлорметилсилатрана («Мивал») на качество никелевых покрытий в сернокислом электролите.

На первом этапе работы проведены исследования по электрохимическому никелированию с использованием стандартного сульфатного электролита Уоттса, содержащего семиводный сульфат никеля 270 г/л (источник ионов никеля), хлорид натрия 15 г/л (депассиватор анода) и в качестве буферной добавки борную кислоту концентрацией 40 г/л. Исследования выполняли в ячейке Хулла при температуре 50 °С при варьировании концентрации добавки от 0,03

до 0,1 г/л. При проведении электролиза при силе тока 1 А и концентрации добавки 0,03 г/л в течение 10 мин на пластине наблюдается зона блеска в области высоких плотностей тока (рисунок 2).



Рисунок 2 – Никелевое покрытие в ячейке Хулла при концентрации 1-хлорметилсилатрана 0,03 г/л и силе тока 1 А.

На втором этапе проводились исследования в электрохимической ячейке, представляющей собой стеклянный сосуд объемом 400 мл, который был помещён в водяную баню для термостатирования при температуре 50 °С. Эксперименты проводили при концентрации добавки в диапазоне 0,03-0,1 г/л, плотности тока 5-25 А/дм² и рН 4,0-4,3. В ходе проведения исследований оценивалось качество полученных никелевых покрытий, а также рассчитывали выход по току никеля. В таблице 1 представлены результаты исследования влияния добавки 1-хлорметилсилатрана на качество никелевых покрытий в сернокислом электролите. На рисунке 3 представлена зависимость выхода по току никеля от концентрации добавки и плотности тока.

Повышение концентрации добавки и увеличение плотности тока приводит к повышению выхода по току никеля. В среднем выход по току находится в пределах 98-99 %. На рисунке 3 видно, что при повышении концентрации добавки выход по току постепенно увеличивается, но при концентрации 1-хлорметилсилатрана 0,1 г/л выход по току снижается. Вероятно, происходит насыщение электролита 1-хлорметилсилатраном, и дальнейшее его повышение в составе электролита влияет как органическая примесь, способствующая снижению качества покрытия.

Таблица 1 – Результаты исследования влияния добавки 1-хлорметилсилатрана на качество никелевых покрытий в сернокислом электролите

Концентрация, г/л	Плотность тока, А/дм ²	Выход по току, %	Примечание
0,03	5	98,8	Равномерное матовое покрытие
	10	98,7	Равномерное матовое покрытие, блестящее по краям
	15	98,5	Блестящие покрытие в середине, по краям равномерное матовое покрытие
	25	98,5	Равномерное матовое покрытие

Концентрация, г/л	Плотность тока, А/дм ²	Выход по току, %	Примечание
0,04	5	98,8	Матовое покрытие, по краям наблюдается «краевой эффект»
	10	98,7	Равномерное матовое покрытие, блестящее по краям с «краевым эффектом»
	15	98,7	Матовое покрытие, блестящее по краям с «краевым эффектом»
	20	98,6	Равномерное блестящее покрытие, по краям наблюдается «краевой эффект»
	25	98,5	Равномерное матовое покрытие, блестящее по краям с «краевым эффектом»
0,05	5	98,9	Равномерное матовое покрытие
	10	98,8	Матовое покрытие, по краям блестящее
	17	98,9	В середине и сверху блестящее покрытие, ближе краю и снизу матовое с «краевым эффектом»
	20	98,9	Блестящие покрытие наблюдается только в середине, матовое по краям
	25	98,8	Не большое отслоение металла по всему периметру, по краю наблюдается «краевой эффект»
0,08	5	99,1	Равномерное матовое покрытие
	10	99,3	Равномерное матовое покрытие, по краям блестящее
	15	99,4	В середине наблюдается матовое, затем блестящее покрытие, и опять матовое по краям
	20	99,4	Блестящее покрытие, с небольшим «краевым эффектом»
	25	99,3	Блестящее покрытие, по краям наблюдается «краевой эффект»
0,09	5	99,4	Равномерное матовое покрытие
	15	99,6	Матовое покрытие, по краям блестящее
	20	99,4	Блестящее покрытие, по краям небольшое матовое с небольшим «краевым эффектом»
	25	99,3	Блестящее покрытие, по краям с небольшим «краевым эффектом»
0,1	5	99,0	Матовое покрытие
	10	99,1	Равномерное матовое покрытие
	15	99,1	Равномерное матовое покрытие, блестящее по краям
	17	99,1	В середине наблюдается матовое затем блестящие покрытие, и опять матовое по краям.

Концентрация, г/л	Плотность тока, А/дм ²	Выход по току, %	Примечание
	25	99,1	Равномерное блестящее покрытие, по краям с небольшим «краевым эффек- том»

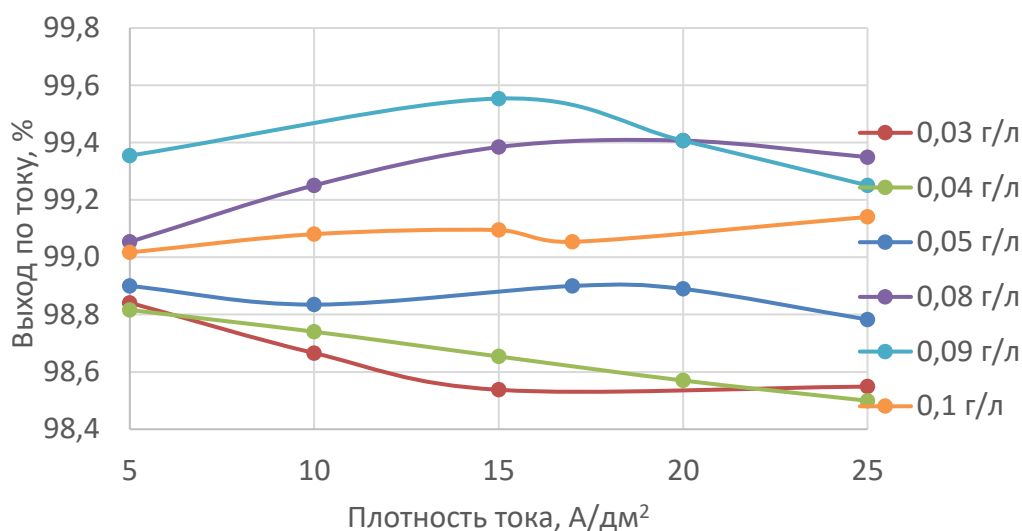


Рисунок 3 – Зависимость выхода по току никеля от концентрации 1-хлорметилсилатрана и плотности тока.

Таким образом, установлено, что 1-хлорметилсилатран концентрацией от 0,04 до 0,09 г/л при плотности тока 20-25 А/дм² может быть использован для получения блестящих никелевых покрытий.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Мамаев, В.И.**, Никелирование. / В.И. Мамаев, В.Н. Кудрявцев. – М.: Изд-во РХТУ им. Д.И. Менделеева. – 2014. – 192 с.
2. **Кудрявцев Н.Т.** Электролитические покрытия металлами. – М.: Химия. 1979. – 352 с.
3. **Oniciu, L.** Some fundamental aspects of leveling and brightening in metal electro deposition / L. Oniciu, L. Muresan // Journal of Applied Electrochemistry. – 1991. – V.21. – P. 565-574.
4. **Мамаев, В.И.** Функциональная гальванотехника: учебное пособие / В. И. Мамаев. – Киров: ФГБОУ ВПО «ВятГУ», 2013. – 208 с.
5. **Патент РФ № 2043357 РФ, МПК C07F7/10.** Способ получения 1-(хлорметил) силатрана. № 92006390: заявл. 16.11.1992: опубл. 10.09.1995. Барышок В.П., Кузнецова Г.А., Воронков М.Г.; заявитель ИриОХ СО РАН – 4 с.
6. **Березина С.И.** Электроосаждение твердых никелевых покрытий с низкой пористостью / Березина С.И. Кешнер Т.Д., Ходырев Ю.П. и др.// Защита металлов. – Т.22, № 1. – 1986. – С.93-95.