

УДК 669...857

В.И. Ясевич, С.М. Карabanов, О.Г. Локитанова, Л.В. Шишкина**ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРООСАЖДЕНИЯ
МЕДНО-НИКЕЛЕВОГО ПОКРЫТИЯ
НА КОНТАКТ-ДЕТАЛИ ГЕРКОНОВ**

Исследованы процессы электроосаждения одного из наиболее перспективных контактных покрытий для герконов сплава медь–никель. Получены основные зависимости, позволяющие разработать технологический процесс получения контактного покрытия на основе сплава медь–никель, позволяющий заменить дорогие покрытия на основе золота и рутения, при сохранении высоких технических характеристик герконов.

Введение. Многолетний опыт изучения причин отказов герконов при работе и в процессе испытаний показал, что в большинстве случаев рост переходного электрического сопротивления, его нестабильность имеют место в тех случаях, когда на поверхность зон контакта за счет диффузии выходят железо и его соединения.

Наибольший интерес в качестве диффузионного барьера и в качестве заменителя золота в контактном покрытии геркона представляет покрытие электролитическим сплавом медь–никель. [1-2]

Исследование электроосаждения медно-никелевого сплава и его характеристик. По диаграмме состояния [3] медно-никелевый сплав представляет собой непрерывный ряд твердых растворов. Этим и объясняются его хорошие коррозионная и химическая стойкость, которые выше, чем у никеля и меди в отдельности.

Медно-никелевые сплавы хорошо противостоят окислению при повышенных температурах (до 750 °С) и сохраняют высокую механическую прочность до 500 °С.

Микротвердость электролитического сплава медь–никель с увеличением содержания никеля до 55 % (масс.) монотонно возрастает от 134 до 400 кгс/мм².

Использование медно-никелевого покрытия в магнитоуправляемых контактах потребовало разработки промышленной технологии нанесения этого покрытия применительно к герконам.

За основу был взят известный в литературе [4] электролит. Для выбора оптимального состава электролита и режима электролиза был проведен комплекс исследований, в результате которых было изучено влияние на состав сплава и скорость электроосаждения следующих факторов:

- 1 – суммарной концентрации металлов в электролите;
- 2 – соотношения металлов Cu/Ni в электролите;
- 3 – концентрации пирофосфата калия;
- 4 – концентрации сегнетовой соли;
- 5 – pH электролита;
- 6 – катодной плотности тока;
- 7 – температуры электролита.

Влияние суммарной концентрации металлов в электролите исследовалось в диапазоне $\Sigma_{Me} = 4 - 16$ г/л, при постоянном соотношении Cu/Ni = 0,5, при концентрации пирофосфата калия 200-300 г/л, сегнетовой соли 50 г/л, pH = 9,6, при $D_k = 1,5$ А/дм², температуре 60 °С. Данные представлены на рисунке 1.

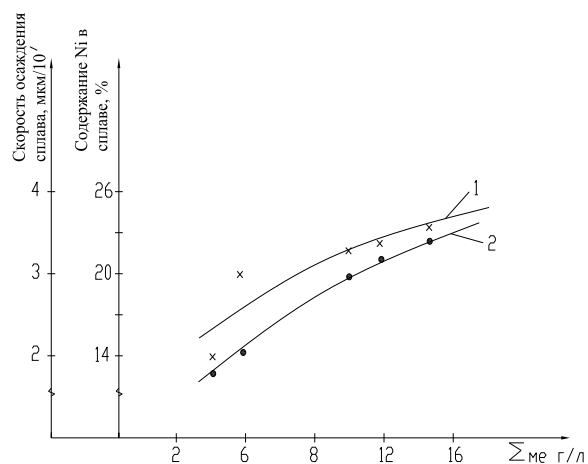


Рисунок 1 – Зависимость состава сплава медь–никель и скорости осаждения от суммарной концентрации металлов в электролите:

- 1 – содержание никеля в сплаве;
- 2 – скорость осаждения

Как видно из представленных зависимостей (рисунок 1), с увеличением суммарной концен-

трации металлов в электролите от 4 до 16 г/л, растет содержание никеля в сплаве от 14 до 24 % (вес.). Скорость осаждения увеличивается от 1,6 до 3,5 мкм/10 мин. Однако внешний вид покрытия при Σ_{Me} более 11 г/л ухудшается. Оптимальной суммарной концентрацией следует признать 9,5-11 г/л.

Зависимость состава сплава и скорости осаждения от соотношения металлов в электролите исследовалась при постоянной суммарной концентрации 9,5-10 г/л, концентрации пирофосфата калия 230 г/л, сегнетовой соли 50 г/л, рН = 9,8, катодной плотности тока 1,5 А/дм², температуре электролита 60 °С. Данные представлены на рисунке 2.

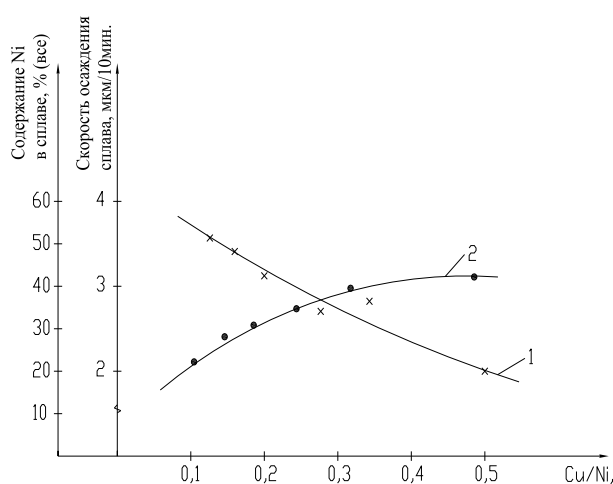


Рисунок 2 – Зависимость состава сплава медь-никель и скорости осаждения от соотношения металлов в электролите (Cu/Ni):

- 1 – содержание никеля в сплаве;
2 – скорость осаждения

По данным рисунка 2, с увеличением соотношения Cu/Ni от 0,1 до 0,5 содержание никеля в сплаве снижается от 50 до 20 % (вес.), скорость осаждения в этом интервале увеличивается от 2 до 3 мкм/10 мин.

Поскольку было выбрано для герконов содержание никеля в сплаве 20-35 % (вес.), то оптимальным отношением Cu/Ni является (на основании представленных кривых) 0,2-0,25.

Влияние концентрации пирофосфата калия на состав сплава и скорость осаждения (рисунок 3) изучалось в интервале от 100 до 300 г/л, при постоянной концентрации меди в электролите 3,4 г/л, никеля 6,1 г/л, сегнетовой соли 50 г/л, рН = 9,8, катодной плотности тока 1,5 А/дм², температуре электролита 60 °С.

Как видно из представленных данных, с повышением концентрации пирофосфата калия в электролите содержание никеля в сплаве снижается от 25 % до 18 % (вес.). Скорость осаждения

при этом снизилась от 4 до 3 мкм/мин.

Как выяснилось из проведенного исследования, оптимальная концентрация пирофосфата калия в электролите 200-250 г/л. При малых концентрациях пирофосфата калия имеется опасность выпадения в осадок основных солей меди и никеля, а при высоких концентрациях пирофосфата калия происходит образование перенасыщенных растворов по пирофосфату калия, что также приводит к выпадению этих солей в осадок при остывании электролитов.

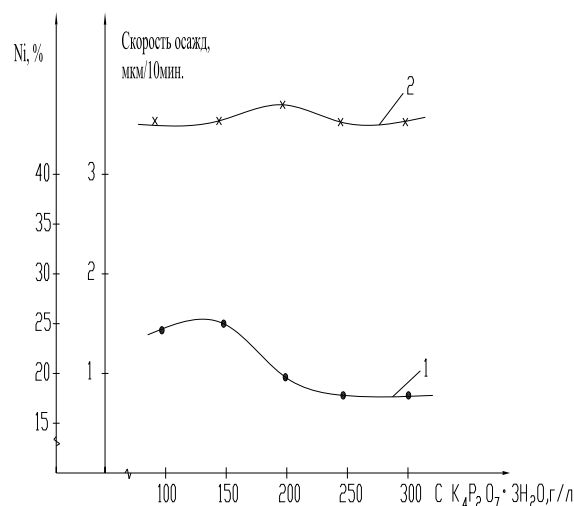


Рисунок 3 – Зависимость состава сплава медь-никель и скорости осаждения от концентрации пирофосфата калия в электролите:

- 1 – содержание никеля в сплаве;
2 – скорость осаждения

Учитывая невысокую точность поддержания температуры электролитов в условиях промышленного производства, а также изменение со временем концентрации компонентов электролита, данную проблему следует считать серьезной.

Воздействие концентрации сегнетовой соли на состав сплава и скорость осаждения покрытия изучалось в электролите содержащем медь 3,4 г/л, никель 6,1 г/л, пирофосфат калия 230 г/л, рН = 9,8, при катодной плотности тока 1,5 А/дм², температуре электролита 60 °С.

Как видно из рисунка 4, с увеличением концентрации сегнетовой соли от 20 до 100 г/л содержание никеля в сплаве растет от 4 до 25 % (вес.), скорость осаждения снижается от 3 до 2,5 мкм/10 мин. Оптимальным содержанием сегнетовой соли является 50-70 г/л.

Исследование влияния рН электролита на состав сплава и скорость осаждения проводилось в электролите, содержащем медь 3,4 г/л, никель 6,1 г/л, пирофосфат калия 230 г/л, сегнетовую соль 50 г/л, при катодной плотности тока

1,5 А/дм², температуре электролита 60 °С.

Как следует из рисунка 5, изменения рН от 7 до 12 приводят к повышению содержания никеля в сплаве от 7 до 18 % (вес.), скорость осаждения растёт от 2,2 до 3 мкм/10 мин.

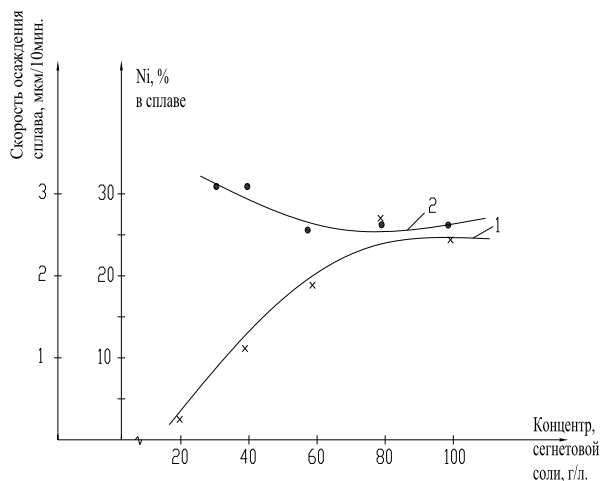


Рисунок 4 – Зависимость состава сплава медь-никель и скорости осаждения от концентрации сегнетовой соли в электролите:

- 1 – содержание никеля в сплаве;
- 2 – скорость осаждения

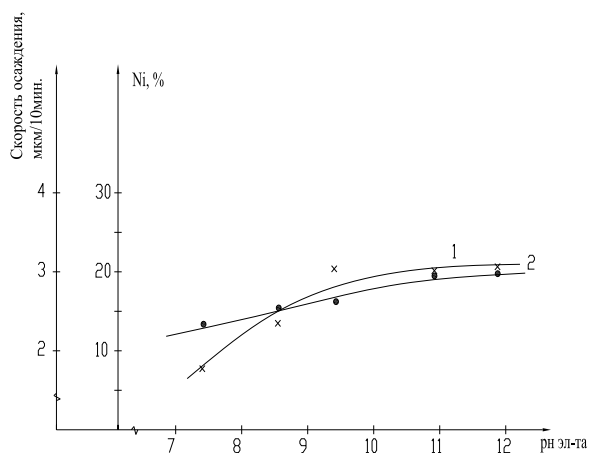


Рисунок 5 – Зависимость состава сплава медь-никель и скорости осаждения от рН электролита:

- 1 – содержание никеля в сплаве;
- 2 – скорость осаждения

Оптимальным рН является от 9,6 до 9,8. При низких рН не удастся получить высокое содержание никеля в покрытии, при высоких рН получаются напряженные осадки сплава Cu-Ni, что приводит к появлению трещин в покрытии.

Исследование влияния катодной плотности тока и температуры электролита на состав сплава медь-никель и скорость осаждения проводилось в электролите следующего состава: медь –

3,4 г/л, никель – 6,1 г/л, пирофосфат калия – 230 г/л, сегнетова соль – 50 г/л, рН = 9,8.

Из представленных на рисунке 6 зависимостей видно, что с повышением плотности тока от 0,5 до 2,5 А/дм² содержание никеля в сплаве медь-никель возрастает от 9 до 35 % (вес.), скорость осаждения увеличивается в этом интервале от 1,1 до 4 мкм/10 мин.

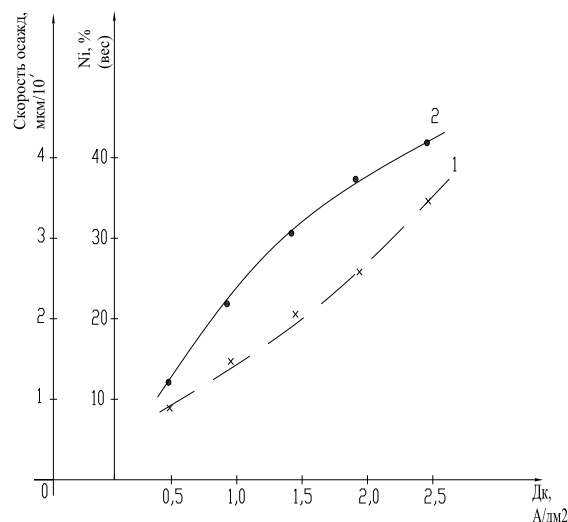


Рисунок 6 – Зависимость состава сплава медь-никель и скорости осаждения от катодной плотности тока (t=60°C):

- 1 – содержание никеля в сплаве;
- 2 – скорость осаждения

Оптимальной следует считать катодную плотность тока 1,5-2,0 А/дм², так как в этом случае получается покрытие требуемого качества при достаточно высокой скорости осаждения.

Увеличение температуры электролита (рисунок 7) от 30 до 70 °С приводит к снижению содержания никеля в покрытии от 30 до 18 % (вес.).

Скорость осаждения при этом возрастает от 2 до 3 мкм/10 мин. Оптимальной температурой следует считать 60 °С.

На основании проведенных исследований был установлен следующий состав электролита и режим электролиза (для осаждения сплава медь-никель с содержанием 20-35 % никеля).

Состав электролита

Медь (в виде серноокислой соли) в пересчете на металл - 1,8-2,2 г/л.

Никель (в виде серноокислой соли) в пересчете на металл - 8-12 г/л.

Пирофосфат калия - 230-250 г/л.

Сегнетова соль - 50-70 г/л рН 9,6-9,8.

Режим электролиза:

Катодная плотность тока - 1,5-2,0 А/дм².

Температура электролита - 60 °С.

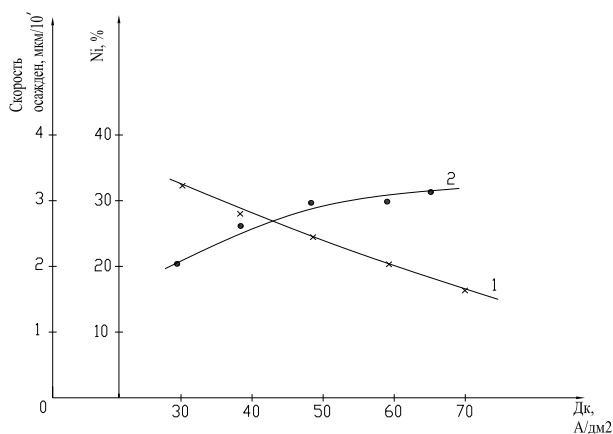


Рисунок 7 – Зависимость состава сплава медь-никель и скорости осаждения от температуры электролита ($D_k=1,5$ А/дм²):

1 – содержание никеля в сплаве;

2 – скорость осаждения

Заключение. В результате проведенных ис

следований были определены оптимальный состав электролита и режим процесса осаждения медно-никелевого сплава на контакт-детали герконов.

Полученные основные технологические зависимости позволяют эффективно управлять процессом электроосаждения медно-никелевого покрытия на контакт-детали герконов в массовом производстве.

Библиографический список.

1. *Климов И.Я.* Коррозия химической аппаратуры и коррозионностойкие материалы. -М.: Машгиз, 1960. -С. 228.

2. *Бахвалов Г.Т., Турковская А.В.* Коррозия и защита металлов. Металлургиздат, 1959. -С. 69, 74-75.

3. *Хансен М., Андерко К.* Структуры двойных сплавов. т. I и II. Государственное техническое издательство по черной и цветной металлургии. -М.: 1962.

4. Исследование строения и физико-химических свойств электрохимического сплава медь-никель. ЖПХ. 1963. т. 36. № 9. С. 1932-1936.