

ВНЕДРЕНИЕ НОВЫХ НАУКОЕМКИХ ТЕХНОЛОГИЙ НАНЕСЕНИЯ КОНТАКТНЫХ ПОКРЫТИЙ В ПРОИЗВОДСТВЕ ГЕРКОНОВ

М.Ю. Зотова, Л.В. Шишкина, О.Г. Локштанова, к.т.н.
390027, ул. Новая 51В, г. Рязань, Россия, ОАО «РЗМКП»

Разработаны промышленные технологии нанесения на контакт-детали герконов медно-никелевого и молибдено-никелевого сплавов. В процессе длительной эксплуатации электролитов отработаны режимы корректировок электролитов по всем компонентам, определена периодичность проведения химических анализов. Установлены оптимальные составы электролитов и режимы электролиза.

The industrial technologies of plating of copper-nickel and molybdenum-nickel alloys on contact parts of the reed switches are developed. During long-term operation of electrolytes and production output, the modes of electrolyte adjustment for all components have been worked out, and the periodicity of carrying-out chemical analyses was identified. Optimal electrolyte compositions and electrolysis modes were determined.

В течение многих лет в производстве герконов в качестве основных покрытий применялись сплавы на основе золота, родия, рутения.

Технологии нанесения данных покрытий были достаточно хорошо отработаны, однако, не все технологические проблемы были окончательно устранены.

Оставались нерешенными вопросы:

- засоленность в рутениевых электролитах;
- помутнение в золотых электролитах и другие проблемы.

За многие годы эксплуатации указанных процессов были определены возможности как самих покрытий, так и процессов их нанесения.

Было установлено, что рутениевые покрытия невозможно получить без трещин при толщине более 1 мкм; чтобы получить свойства антидиффузионного барьера, золотые покрытия должны иметь достаточно большую толщину, что экономически невыгодно.

Кроме того, не во всех режимах указанный вариант конструкции контактных покрытий показал оптимальные наработки.

Однако самым существенным недостатком, который проявлялся особенно в последние годы, оказался факт повышения цен на драгоценные металлы (золото, рутений), что при постоянстве цен на герконовую продукцию грозило привести к нерентабельности производства герконов.

Поэтому перед разработчиками герконов стояла задача найти такой материал покрытия – подслоя, который позволил бы до минимума сократить расход золота и рутения и сохранил бы при этом, а может быть, даже и улучшил электрические характеристики геркона.

Таковыми покрытиями оказались электролитические сплавы медь-никель и никель-молибден.

Было установлено, что технические характеристики герконов при замене драгметаллов на указанные покрытия не ухудшаются, а в ряде случаев даже улучшаются.

В различном сочетании с покрытиями золото-никель и золото с рутением эти покрытия могут быть использованы практически во всем типоразмерном ряде герконов. При этом имеется достаточно ощутимая экономия драгоценных металлов.

Указанные покрытия нигде, в том числе и за рубежом, не используются в герконах.

Проблема состояла в технологическом обеспечении процессов нанесения этих покрытий.

За основу при разработке технологий были выбраны: для медно-никелевого покрытия – пирофосфатный электролит, для никель-молибденового покрытия – аммиачно-цитратный

электролит. Первоначально были разработаны лабораторные технологии нанесения вышеуказанных сплавов.

Содержание никеля в сплаве от 20 до 30%.

В лабораторных условиях смоделировать процесс нанесения этих покрытий, идентичный условиям цехового производства, не представлялось возможным, и с целью отработки технологии в производственных условиях в цехе подготовлена и запущена в производство гальваническая линия нанесения покрытия сплава медь-никель в сочетании с другими видами покрытия.

В связи с тем, что разброс концентрации меди в электролите был незначительный, то с целью стабилизации состава и исключения частых корректировок электролита была использована система комбинированных анодов (Cu и Pt/Ti). Медный анод, растворяясь под током, насыщал электролит ионами меди.

Сложнее обстояло дело с корректированием электролита по никелю.

Как известно, никель в электролите в свободном виде не присутствует, он связан комплексообразователем – пирофосфатом калия и находится в пирофосфатном комплексе, и снижение концентрации комплексообразователя приводит к выпадению никеля в осадок в виде основной сернокислой соли.

Поэтому, чтобы произвести корректировку электролита по никелю, необходимо либо иметь избыток пирофосфата в электролите, либо производить одновременный ввод никеля и пирофосфата калия.

Сам процесс образования пирофосфатного комплекса никеля длительный, и поэтому длительные по времени корректировки электролита.

Чем большее количество никеля необходимо было ввести в электролит, тем длительней производилась корректировка электролита, в среднем она составляла 30-40 минут, что недопустимо в условиях массового производства и является существенным недостатком при эксплуатации электролита в производственных условиях.

Наиболее действенным способом решения вышеуказанной проблемы было введение в электролит при корректировке аммиачного комплекса никеля. При этом удалось избежать выпадения осадков при введении никеля в электролит и сократить процесс корректировки до 3-5 минут.

В результате был получен новый вид электролита, в состав которого наряду с пирофосфатным входит аммиачный комплекс никеля.

Покрытие медь-никель является подложкой для следующих вариантов конструкций покрытий.

1 вариант: медь-никель – золото-никель, где толщина смазки золото-никель составляет от 3 до 7 сотых микрона;

2 вариант: медь-никель применяется как подслои под золотым и рутениевым покрытиями.

Первый вариант конструкции покрытия применяется в производстве 80-90% продукции и удовлетворяет практически всем требованиям потребителей, не имеет претензий по внешнему виду и результатам испытаний. Это покрытие применяется в герконах МКА-14, которые используются для производства игрушек и других видов продукции.

Второй вариант конструкции покрытия применяется для всех остальных видов продукции. В ходе отработки технологии нанесения данной конструкции покрытия было обнаружено, что в рутениевом электролите, где $\text{PH} = 1-2$, происходит подтравливание медно-никелевого покрытия. При заварке, где детали подвергаются мощному термоудару, происходит окисление меди, и на поверхности появляются следы цветов побежалости, или так называемое «посинение».

Было установлено, что наименьшая вероятность появления «посинения» при содержании никеля не менее 30-40% в сплаве медь-никель.

Были внесены коррективы в состав электролита в сторону увеличения содержания в электролите никеля и пирофосфата калия. Однако это привело к излишней «засоленности» электролита, выпадению осадков при охлаждении раствора и обрастанию осадками бортов электролитических ванн.

Вышеуказанных недостатков, как выяснилось, лишено никель-молибденовое покрытие. Это покрытие оказалось более предпочтительным как в конструктивном, так и в технологическом отношении.

Процесс осаждения производится в цитратно-аммиачном электролите, состоящем из: сернохлорной соли никеля, натрия молибденовокислого, калия лимоннокислого.

В данном электролите не наблюдается образования осадков, как при приготовлении, корректировках, так и эксплуатации электролита.

При заварке и других термических воздействиях не наблюдалось появления пятен на Ni-Mo покрытии. Внешний вид гальванических осадков – серый, блестящий.

При разработке лабораторной технологии Ni-Mo покрытия никаких проблем не возникало. Возможно достижение толщин до 10 мкм без трещин, дендритов и прочих дефектов внешнего вида.

При эксплуатации электролитов в условиях промышленного производства были выявлены некоторые проблемы.

Первая проблема – при нанесении на поверхность никель-молибденового покрытия золота и рутения, используя при этом традиционный способ подготовки поверхности в большинстве случаев, происходило отслаивание или вздутие покрытий.

После многократных экспериментов по поиску вариантов подготовки поверхности Ni-Mo сплава под покрытие был подобран вариант обработки этого сплава в растворе активации следующего состава:

никель хлористый	280 г/л
соляная кислота	150 г/л
Режим обработки:	
Дк = 5-6 А/дм ² ,	
температура – 25° С.	

Вторая проблема – снижение pH электролита вследствие испарения аммиака. Это приводило к возникновению брака по отслаиванию и вздутию покрытий.

Для стабилизации pH электролита был подобран режим корректировки электролита.

Благодаря разработке технологии нанесения никель-молибденового покрытия в условиях промышленного производства удалось решить следующие проблемы:

- производить продукцию без дефектов внешнего вида (так называемого «посинения»);
- исключить выпадения осадков в электролите.

Итак: производственная проверка разработанных новых наукоемких технологий нанесения электролитических сплавов медь-никель и никель-молибден дала положительные результаты:

1. Медно-никелевое покрытие может быть успешно использовано в изделиях МКА-14107 с применением поверхностного слоя – сплава золото-никель. Никель-молибденовое покрытие может применяться в качестве подслоя практически во всем типоразмерном ряде герконов с поверхностными слоями (золото-никель или золото, рутений).