

ЛИТЕРАТУРА

1. Седойкин А.А., Цупак Т.Е. Роль миграционного массопереноса при электроосаждении никеля из сульфатно-хлоридных и хлоридных растворов, содержащих янтарную кислоту // Гальванотехника и обработка поверхности., – 2008. – 44, №3. – С.343 – 350
2. Fumitaka S., Keisuke K., Yuzuru N. Nickel electroplating bath using malic acid as a substitute agent for boric acid // Metal Finish., 2007. Vol. 105, №12. P. 34–38, 59, 60.
3. Электролит для получения никелевых покрытий: а.с.1320263 СССР, МПК С 25 D 3/12/А.В. Бондаренко, Е.И. Бубликов, А.В. Уфимцева; Новочеркасский политехнический институт им. Серго Орджоникидзе ; заявл.17.09.88 ; опубл. 30.06.87// РЖ. Коррозия и защита от коррозии, 1972, №3, реф. ЗК329
4. Антихович И.В., Черник А.А., Жарский И.М. Электроосаждение никелевых покрытий из ацетатных электролитов// «Труды БГТУ». 2011. Серия III. Вып. XIX. С. 20-24

УДК 621.357

Е.В. Михедова, асп., mihedka@mail.ru; В.В. Яскельчик, магистрант;
А.А. Черник, доц., канд. хим. наук;
И.М. Жарский, проф., канд. хим. наук
(БГТУ, г. Минск)

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОМПЛЕКСНЫХ ЭЛЕКТРОЛИТОВ МЕДНЕНИЯ

Широкое распространение для защиты отдельных участков стальных деталей от науглероживания при цементации, азотировании, борировании и других диффузионных процессов получили медные покрытия. Для таких покрытий важными параметрами является отсутствие пор. В высоконагруженной автотракторной технике медные покрытия используют для придания поверхности определенного внешнего вида и обеспечения адгезии, прочности сцепления фрикционных композиций со стальной основой дисков сцепления [1,2].

Проблема осаждения меди и ее сплавов на сталь заключается в том, что в гальванической паре медь - железо медь, как более электроположительный металл, является катодом по отношению к железу, электрохимически не защищает железо от коррозии и легко вытесняется в виде металла из ее солей металлическим железом. Решить данную проблему позволяют комплексные электролиты [3].

Большое распространение на предприятиях Республики Беларусь для меднения стальных и чугунных изделий получили этилендиаминовые электролиты. Однако, они являются экологически опасными. Эксплуатация таких электролитов требует мер предосторожности, а также возникают проблемы с утилизацией промывных вод и отработанных электролитов. Покрытия, полученные из этилендиамино-

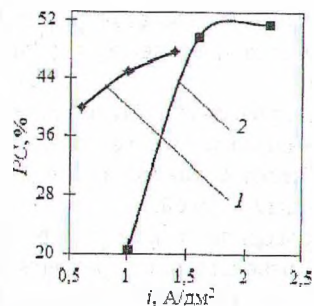
ных электролитов, несмотря на достаточную прочность сцепления со стальной основой являются пористыми, что приводит к ускорению коррозии деталей.

В связи с этим актуальным является проведение исследований по выбору экологически безопасных электролитов для процессов скоростного электрохимического нанесения меди на рабочую поверхность стальных и чугунных деталей.

Исследование проводили в электролите на основе цитратных комплексов меди [4]. Сравнительная характеристика проводилась относительно этилендиаминового электролита. Диапазон плотностей тока, при которых получают качественные покрытия, определяли с помощью угловой ячейки Хулла объемом 250 см^3 . Рассеивающую способность электролита определяли согласно ГОСТ 9.309-86 в целевой ячейке Молера с разборным катодом. Пористость полученных медных и латунных покрытий определялась согласно ГОСТ 9.302-88 методом наложения фильтровальной бумаги. Адгезию покрытий к стальной основе определяли в соответствии с ГОСТ 9.302-88 методом нагрева. Микрофотографии образцов выполнены на оптическом микроскопе LeicaDFCCameraCDReleaseNotesV 6.4.1 при увеличении $1000\times$.

Угловая ячейка Хулла позволяет достаточно быстро определить диапазон значений плотностей тока, при которых возможно получить качественные покрытия. Экспресс-анализ цитратного электролита позволил определить диапазон рабочих плотностей тока, который составил $1,0\text{—}2,2 \text{ А/дм}^2$. Дальнейшее увеличение плотности тока в обоих электролитах приводит к образованию шероховатых пористых осадков. В то время как из этилендиаминового электролита блестящие компактные осадки возможно получить при плотностях тока только до 1 А/дм^2 .

Качество и свойства электрохимических покрытий определяются не только структурой, но и равномерностью распределения тока и металла по толщине покрытия на поверхности изделия. Именно рассеивающая способность (РС) определяет степень равномерности покрытия, осаждающегося при электролизе на различных участках рельефного катода. На рисунке 1 представлены зависимости РС электролитов по току от катодной плотности тока.



1 – этилендиаминовый электролит; 2 – цитратный электролит
Рисунок 1 – Зависимость РС по току от катодной плотности тока

РС по току в цитратном электролите в диапазоне рабочих плотностей тока имеет большее значение, чем в этилендиаминовом электролите. При восстановлении меди из прочных комплексов увеличивается значение катодного перенапряжения, что и позволяет улучшить равномерность осаждаемого металла по толщине. Значение РС в цитратном электролите имеет большее значение при плотностях тока более $1,5 \text{ А/дм}^2$, что может быть вызвано ростом катодного перенапряжения с увеличением плотности тока.

Вследствие положительного потенциала медь является катодным покрытием по отношению к железу и может защищать его от коррозии лишь в случае отсутствия пор. Пористые медные покрытия, наоборот, приводят к ускорению коррозии железа и его сплавов [5]. Медные покрытия, полученные из этилендиаминового электролита, являются пористыми при толщине от 3 до 9 мкм. При увеличении толщины покрытия до 9 мкм среднее значение пористости уменьшается до 6 пор/см². Полученные из цитратного электролита медные покрытия являлись беспористыми при толщине от 6 мкм.

Прочность сцепления покрытий к стальной основе определяли методом нагрева. Образцы нагревали до температуры 300 °С и выдерживали при данной температуре в течение часа с последующим охлаждением на воздухе. На всех образцах не было обнаружено вздутий и отслаивания.

На рисунке 2 представлены микрофотографии медных покрытий, полученных из этилендиаминового (а) и цитратного (б) электролитов.

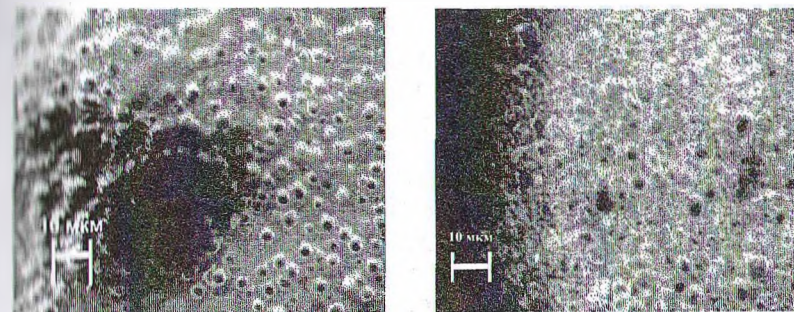


Рисунок 2 – Микрофотографии медного покрытия при увеличении 1000х

Как видно из рисунка 2 покрытия, полученные из цитратного электролита (б), имеют более компактную структуру. На рисунке 2а на медном покрытии прослеживается крупная пора размером около 15 мкм. Преимущественные размеры зерен металла, осажденного из этилендиаминового электролита, составили 3,5–5 мкм. В медных покрытиях, полученных из цитратного электролита, размеры кристаллитов составили около 2–4,5 мкм.

Таким образом, цитратный электролит позволяет с высокой скоростью осадить беспористые хорошо сцепленные со стальной основой медные покрытия и является менее экологически безопасным, нежели этилендиаминовый электролит, получивший большое распространение на предприятиях нашей страны.

*ЛИТЕРАТУРА

- Беленький, М. А. Электроосаждение металлических покрытий: Справочник / М. А. Беленький, А. Ф. Иванов. – М.: Металлургия, 1985. – 288 с.
- Вайнер, Я. В. Технология электрохимических покрытий / Я. В. Вайнер. – Л.: Машиностроение, 1972. – 460 с.
- Шапник, М. С. Комплексы в гальванотехнике / М. С. Шапник // Сорбционный образовательный журнал. – 1996. – №9. – С. 64–71.
- Михедова, Е.В. Электрохимическое осаждение меди из цитратного электролита на стальную основу в ультразвуковом поле / Е.В. Михедова, А.А. Черник, И.М. Жарский // Гальванотехника и обработка поверхности. – 2013. – Т. XXI, №2. – С. 30–34.
- Соколова А.И. Особенности технологий гальванических процессов при восстановлении деталей машин. / Известия Калининградского государственного технического университета. – 2010. – №17. – С. 94–98.