

УДК 544.654.2  
ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ НАНЕСЕНИЯ ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ  
ПОКРЫТИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МИЛЛИСЕКУНДНЫХ  
ИМПУЛЬСНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ

А. Э. ПАРШУТО, Ю. Г. АЛЕКСЕЕВ, Е. В. СОРОКА  
БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
Минск, Беларусь

Практика показала, что наиболее эффективное воздействие на равномерность распределения металла на поверхности, а также на процесс осаждения, структуру и свойства гальванических покрытий оказывает импульсный электролиз. Применение импульсного тока в гальванотехнике при гальваническом осаждении металлов и сплавов позволяет расширить спектр их эксплуатационных свойств: повысить адгезию покрытия с основой, уменьшить пористость и наводороживание, повысить твердость и износостойкость, увеличить коррозионную стойкость и защитную способность, повысить чистоту и электрическую проводимость, а также существенно улучшить другие физико-химические и функциональные свойства гальванических покрытий. Эффективность импульсного электролиза определяется не столько большим числом регулируемых параметров, по сравнению с постоянным током, но теми особенностями изменения потенциала электрода, который положительно влияет на стадию переноса заряда, адсорбцию и кристаллизацию металла покрытия [1].

Неравномерность толщин осадений при электролизе обусловлена в основном неравномерностью распределения плотности тока и концентрационной катодной поляризацией. До настоящего времени эти проблемы решались интенсификацией обмена электролита у катодной поверхности: барботажем, возвратно-поступательным перемещением катода в электролите, вибрацией катода, применением ультразвука. Однако диффузионные механизмы обмена существенно ограничивают производительность процесса. Для обеспечения равномерности распределения тока от периферии детали к середине используются выравнивающие экраны, также используют металлическую обечайку вокруг детали, изменяют форму анода, чтобы выровнять электрическое поле у поверхности детали. Для предотвращения этого эффекта применяются также выравнивающие добавки, которые создают барьерный слой в местах наибольших градиентов.

Предложенный импульсный режим питания гальванических ванн позволяет при обратном (отрицательном) импульсе тока проводить анодное травление металла на больших градиентах тока, то есть в местах, где произошло большое наращивание при прямом токе. С другой стороны, интенсивное разрушение концентрационной катодной поляризации будет способствовать обновлению раствора в прикатодном слое. При этом вы-

равнивающие добавки, которые адсорбируются на катодной поверхности при реверсе тока, позволяют создать барьерный слой, препятствующий осаждению металла на острых кромках, и получить равномерное покрытие.

Применяемые в промышленности на данный момент электролиты цинкования и меднения, в силу своих особенностей, обладают недостаточной рассеивающей способностью. Это приводит к большому разбросу толщины покрытия, особенно на сложном профиле, не говоря о нанесении меди в производстве печатных плат. Так, гарантированное получение 9 мкм цинкового покрытия на деталях средней сложности приводит к тому, что неравномерность толщины на некоторых поверхностях может составлять до 12–16 мкм. Все это приводит к существенному перерасходу ценных компонентов и увеличению цены конечного продукта.

В результате выполнения работы разработаны процессы цинкования и меднения с использованием миллисекундных импульсных электрических режимов. Установлено, что применение разработанных процессов повышает эффективность процесса, поскольку позволяет в зависимости от вида гальванопокрытия значительно увеличить скорость осаждения, производительность процесса, получать покрытия с заданными физико-механическими свойствами, получать многослойные покрытия и т. п. Для изменения свойств покрытий используются также импульсы тока разной полярности. Для того чтобы обеспечить более быстрый подвод ионов металла к катоду в начале процесса гальванического осаждения, можно временно использовать ток гораздо выше допустимого предельного стационарного значения.

По результатам исследований установлено, что использование положительных электрических импульсов миллисекундной длительности позволяет проводить процесс нанесения цинка и меди при более высоких плотностях тока (до 10 А/дм<sup>2</sup>), по сравнению с нанесением на постоянном токе. Кроме того, использование положительных электрических импульсов миллисекундной длительности при нанесении цинка позволяет устранить дендритообразование. Удельная масса медного покрытия зависит от периода следования импульсов и их длительности, при этом наблюдается увеличение массы покрытия при увеличении длительности отрицательного импульса до 12 мс и повышении плотности тока с 3 до 8 А/дм<sup>2</sup>.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Костин, Н. А. Импульсный электролиз / Н. А. Костин, В. С. Кублановский, В. А. Заблудовский. – Киев : Наук. думка, 1989. – 168 с.