

О.К. ЯНОВИЦЬКИЙ, Л.Е. БАЙДИЧ  
Хмельницький національний університет

## МЕТОД ІНТЕНСИФІКАЦІЇ ГАЛЬВАНІЧНИХ ПОКРИТТІВ НА ДРУКОВАНИХ ПЛАТАХ

*Метод інтенсифікації нанесення гальванічних покриттів на поверхню двосторонніх друкованих плат з металізацією монтажних отворів полягає в проведенні процесу осадження металу із псевдозрідженого шару неелектропровідних кульок, що забезпечує рівномірність розподілу товщини покриття як на поверхні, так і в отворах друкованих плат, а співудари кульок з поверхнею покриття призводять до пластичної деформації, що полегшує утворення зародків металу покриття, робить дрібну структуру гальванічного осаду, що дозволяє підвищити робочу густину струму та скоротити час нанесення гальванічних покриттів. Інтенсифікація методу гальванічного нанесення покриття забезпечується завдяки використанню неелектропровідних кульок розмірами (діаметром), що перевищують максимальні розміри (діаметр) отворів на 15–30%.*

*Ключові слова:* гальванічне покриття, друковані плати, перехідні отвори, неелектропровідні кульки, псевдозріджений шар.

O.K. YANOVYTSKYI, L.E. BAIDYCH  
Khmelnytskyi National University

## METHOD OF INTENSIFICATION OF GALVANIC COATINGS ON PRINTED PLATES

*The method of intensifying of the application of galvanic coatings on the surface of double-sided printed plates with the metallization of the mounting holes consists in conducting of the process of metal deposition from a pseudo liquefied layer of non-conductive balls, which ensures the uniformity of the thickness distribution of the coating both on the surface and in the holes of the printed plates, and the common kicks of balls with the surface of the coating result to the plastic deformation, which facilitates the formation of the germ of the metal of coating, makes a fine structure of the galvanic siege, which allows to increase the working density current and reduce the time of galvanization. Intensification of the electroplating coating method is ensured by the use of non-conductive balls in sizes (diameters) exceeding the maximum dimensions (diameter) of the apertures by 15–30%. Today's electronic devices require multilayer printed plates using small transition holes for connecting of interlayer conductors in order to increase the density of the layout of the scheme elements. The problem of galvanic coating applying in small diameter holes on printed plates of large thickness is that the concentration of electrolyte solutions that are located in the holes is smaller than at the surface of the printed plate. As a result, the thickness of the obtained coating and its quality are reduced. Certain methods of galvanic coating applying on the printed plates have significant drawbacks: the irregularity of the galvanic coating on the surface and in the holes of the printed plate, the low rate of coating, the addition of expensive impurities in the electrolyte solutions to obtain a shallow crystalline structure of the coatings, the difficulty in partially shielding of the surfaces of products of complex shape with the simultaneous use of ferromagnetic particles, which are in an electrolyte in an equilibrium state.*

*Key words:* galvanic coating, printed plates, transition holes, non-conductive balls pseudo liquefied layer.

Сучасні електронні пристрої потребують використання багатошарових друкованих плат з малими перехідними отворами для з'єднання міжпрошаркових провідників з метою збільшення щільності розміщення елементів схем. Проблема нанесення гальванічних покриттів в отворах малих діаметрів на друкованих платах великої товщини полягає в тому, що концентрація розчинів електролітів, які знаходяться в отворах, менша, ніж біля поверхні друкованої плати. В результаті зменшується товщина отриманого покриття та його якість.

Відомий метод [1] нанесення гальванічних покриттів на друковані плати має суттєві недоліки: нерівномірність гальванічного покриття на поверхні та в отворах друкованої плати, низька швидкість нанесення покриття, додавання дороговартісних домішок до складу розчинів електролітів для одержання мілко кристалічної структури покриттів. Також відомий метод [2], недоліком якого є складність у виконанні часткового екранування поверхонь виробів складної форми з одночасним використанням ферромагнітних частинок, які знаходяться в електроліті у рівноважному стані.

Пропонується інтенсифікація методу нанесення гальванічних покриттів друкованих плат [3] для забезпечення рівномірного розподілу товщини покриття на поверхні і в отворах друкованих плат, який ведеться у псевдозрідженому шарі неелектропровідних кульок, що перевищують максимальні розміри (діаметр) отворів друкованих плат на 15–30%.

Даний метод відрізняється від наведених тим, що гальванічне висадження металу покриття ведуть у псевдозрідженому шарі неелектропровідних частинок, які перевищують на 15–30% максимальний діаметр отворів друкованих плат.

Двосторонні друковані плати розташувались паралельно висхідному потоку електроліту, у рециркулюючий шар кульок, який забезпечує псевдозрідження і заданий оптимальний ступінь розширення шару. Неелектропровідні кульки псевдозрідженого шару, рухаючись в потоці електроліту, забезпечують його інтенсивне перемішування безпосередньо біля поверхні друкованої плати. Співудари кульок з

поверхню покриття призводять до пластичної деформації, що полегшує утворення зародків металу покриття, робить мілку структуру гальванічного осаду, що дозволяє підвищити робочу густину струму та зменшити час процесу гальванічного нанесення.

Механічна дія кульок псевдозрідженого шару змінює характер електрохімічного процесу, збільшує перенапругу виділення металу покриття, що також суттєво впливає на його структуру. Враховуючи, що двосторонні друковані плати мають металізовані монтажні отвори, розміри кульок псевдозрідженого шару вибирають так, щоб вони перевищували розміри (діаметр) найбільших монтажних отворів на 15–30% з метою недопущення їх попадання (закупорювання) в отвори і включення в структуру осаду. При цьому будь-яка їх механічна дія в монтажних отворах відсутня.

Використання псевдозрідженого шару призводить до прискорення процесу осадження металу як в монтажних отворах, так і росту швидкості осадження металу на поверхні зі співставленими швидкостями без його використання. Для реалізації способу нанесення покриття важливою є необхідність створення плоского висхідного потоку в усьому об'ємі електроліту з середньою швидкістю. Вплив псевдозрідженого шару неелектропровідних кульок на інтенсивність нанесення гальванопокриттів і якість отриманого осаду металу, на двосторонніх друкованих платах, визначається двома факторами: дією швидкості потоку електроліту і частотою (енергією) співударів неелектропровідних кульок з поверхню, яка обробляється. Зі зростанням швидкості потоку посилюється його внесок в перемішування розчину електроліту, що призводить до вирівнювання його концентрації в усьому об'ємі і збільшення кінетичної енергії співударів частинок з поверхню покриття. Відповідно зростає ступінь розширення псевдозрідженого шару, зменшується число кульок в одиниці об'єму реакційного простору і частота співударів. Оптимальний вплив псевдозрідженого шару неелектропровідних кульок знаходиться в інтервалі відносних ступенів розширення 1,35–1,55, в так званій області існування щільного шару. Для реалізації даного способу необхідно, обов'язковою умовою є використання кульок, які перевищують максимальні розміри монтажних отворів в друкованих платах. В іншому разі можливе їх включення в осаджений метал по контуру отворів. Також необхідно враховувати, що швидкість потоку розчину електроліту підвищується в квадратичній залежності від росту середнього розміру кристалів осаду. Тому використання кульок, розміри яких перевищують 30%, небажане. В якості матеріалу для створення псевдозрідженого шару використовують матеріали невеликої густини, а саме: скло, пісок, пластмаси.

Приклад. Наносили шар електролітичної міді (кислий електроліт) на двосторонні друковані плати розміром 110x45 мм, які мають монтажні отвори діаметру 0,5–2,0 мм. Час гальванічного покриття, швидкість осадження мідного шару на поверхню друкованих плат і в монтажних отворах наведені в таблиці 1. Матеріалом для створення псевдозрідженого шару слугують кульки скла діаметром 2,15 мм. Ступінь розширення скла – 1,5. Об'ємна доля частинок 45–50 %. Гальванопокриття проводять за кімнатної температури (20°C).

Зовнішній вигляд покриття міддю на поверхні друкованих плат та в монтажних отворах, яке одержане в псевдозрідженому шарі неелектропровідних частинок, відповідає вимогам ГОСТ 9.301-86, ГОСТ 9.302-88. «Покриття металлические и неметаллические. Общие требования и методы контроля». При цьому покриття, які отримали відповідно до ОСТ 107.460092.004.001-86, мають відношення товщини покриття в отворах і на поверхні друкованих плат відповідно (1:2)–(1:35), тоді як покриття, отримані запропонованим способом

м – 1:1,15 відповідно.

Таблиця 1

## Розрахунок мідного покриття

| № п/п | Густина струму, А/дм <sup>2</sup> | Час покриття, хв. | Середня товщина мідного покриття, мкм |                              | Середня швидкість осадження міді, мкм/хв |                              |
|-------|-----------------------------------|-------------------|---------------------------------------|------------------------------|------------------------------------------|------------------------------|
|       |                                   |                   | в монтажних отворах                   | на поверхні друкованої плати | в монтажних отворах                      | на поверхні друкованої плати |
| 1     | 10                                | 5                 | 10                                    | 10,1                         | 2,1                                      | 2,0                          |
| 2     | 10                                | 10                | 12,2                                  | 12,5                         | 1,25                                     | 1,25                         |
| 3     | 10                                | 15                | 17                                    | 17,5                         | 1,13                                     | 1,2                          |
| 4     | 10                                | 20                | 21                                    | 21                           | 1,05                                     | 1,05                         |
| 5     | 15                                | 5                 | 12,5                                  | 15,3                         | 2,55                                     | 3,02                         |
| 6     | 15                                | 10                | 16                                    | 18,5                         | 1,6                                      | 1,8                          |
| 7     | 15                                | 15                | 22,5                                  | 26,5                         | 1,45                                     | 1,65                         |
| 8     | 15                                | 20                | 25                                    | 30,1                         | 1,25                                     | 1,5                          |

---

**Література**

1. Достанко А.П. Технология и автоматизация производства радиоэлектронной аппаратуры : учебник для высших учебных заведений / А.П. Достанко, Ш. М. Чабдарова. – Москва : «Радио и связь», 1989. – С. 254–255.
2. Авторське свідоцтво СССР № 1399377, кл. С 25D5/00. Нанесення гальванічних покриттів на деталі складної форми з частковим екрануванням поверхні, шляхом періодичного контактування з феромагнітними частинками, які знаходяться у зваженому стані і покриті діелектричною оболонкою. – Оpubл. 1988 р.
3. Патент на корисну модель № 133386. Спосіб нанесення гальванічних покриттів на друковані плати / Яновицький О.К., Байдич Л.Е. – опубл. 10.04.2019 р.

**References**

1. Dostanko A.P. Tehnologiya I avtomatizaciya proizvodstva radioelektronnoy apparatury : uchebnyk dlya vysshih uchebnyh zavedeniy / A.P. Dostanko, Sh. M. Chabdarova. – Moskva : «Radio I svyaz'», 1989. – S. 254–255.
2. Avtorske svidotstvo SSSR № 1399377, kl. S 25D5/00. Nanesennia halvanichnykh pokryttiv na etail skladnoi formy z chastkovym ekranuvanniam poverkhni, shliakhom periodychnoho kontaktuvannia z feromahnitnymy chastynkami, yaki znakhodiatsia u zvazhenomu stani I pokryti dielektrychnoiu obolonkoiu. – Opubl. 1988 r.
3. Patent na korysnu model № 133386. Sposib nanesennia halvanichnykh pokryttiv na drukovani platy / Yanovytskyi O.K., Baidych L.E. – opubl. 10.04.2019 r.

Рецензія/Peer review : 25.5.2019 р.

Надрукована/Printed : 2.6.2019 р.  
Рецензент: д.т.н., проф. Мартинюк В.В.