

**РОЛЬ ХІМІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ПРИ
ЕЛЕКТРОХІМІЧНИХ ВИРОБНИЦТВАХ**

Корженівський Олександр

Національний технічний університет України

*"Київський політехнічний інститут імені Ігоря
Сікорського"*

Розробка екологічно безпечного хімічного виробництва завжди пов'язана із рішенням низки задач по розрахунку хімікотехнологічних схем та їх аналізу в різних умовах функціонування. Сучасний розвиток технологій пов'язують не тільки з розробленням нових технологій і матеріалів, які мають нові функціональні і технічні властивості, але також з відновленням і захистом робочих поверхонь деталей машин і приладів, що веде до підвищення терміну їх служби, а також сприяє ресурсозбереженню. В даному аспекті важливим є підвищення екологічності виробництва та зростання ролі хіміко-технологічних процесів.

До прикладу розглянемо технологічний процес виготовлення хвилеводів, як одного з основних видів лінії передачі в діапазоні надвисоких частот. Під хвилеводом розуміють круглу подовжню чи прямокутну, овальну, квадратну металеву трубу, що має добре провідні внутрішні поверхні і визначене співвідношення між розмірами поперечного переріза і довжиною хвилі. Хвилеводи є одним з основних видів лінії передачі в діапазоні надвисоких частот. Для передачі надвисокочастотних (НВЧ) електромагнітних коливань від генератора до антени чи від антени до приймача застосовуються коаксіальні, полоскові лінії передачі і порожні хвилеводи. Застосування полоскових ліній передачі пояснюється головним чином прагненням зменшити масу і розміри, а також спростити технологію їх виготовлення за рахунок використання методів друкованого монтажу, але вони характеризуються порівняно великим рівнем діелектричних утрат, що обмежує їх застосування.



Рис 1. Мідні хвилеводи [1].

Як матеріали для виготовлення хвилеводів застосовують латунь (марок Сс-59, Л-62, Л-96), алюміній (марок А-00, АЛ), мідь (марок М-1, М-3), сталь і цинкові сплави. Латунь має достатню жорсткість і міцність, добре паяється, відрізняється гарною провідністю, дешевше міді і срібла. Латунні хвилеводні ланки знаходять широке застосування. Мідні ланки застосовують у тих випадках, коли специфічні умови експлуатації чи обробки виправдовують підвищення вартості матеріалу.

Алюмінієві хвилеводи відрізняються малою масою і більш простою технологією виготовлення, ніж латунні чи мідні. Однак добротність алюмінієвих хвилеводів нижче, ніж латунних та мідних. Застосовуючи гальванічні покриття іншими металами, можна одержати алюмінієві хвилеводи з такою же добротністю, як латунні, але економічний ефект при цьому губиться. Хвилеводи виготовляються з каліброваних труб; методом гальванопластики; відливаються за виплавленими моделями і в оболонковій формі.

Виготовлення хвилеводів методом гальванопластики є досить відомим. Цей метод застосовується здебільшого для виготовлення мідних хвилеводів складної форми. Метод заснований на електрохімічному осадженні металу на попередньо виготовлені оправлення. Для складних конфігурацій хвилеводів оправлення виготовляють з алюмінію і легкоплавких сплавів. Оправлення видаляють у першому випадку витравлюванням після відповідної механічної обробки, а в другому – розплавлуванням у воді, нагрітої до 370 К. Для утворення провідного шару на оправленні з пластмаси і скла застосовують осадження парів металу в вакуумі чи гарячу металізацію. Важливим моментом у технології виготовлення оправлень є обробка їхніх поверхонь, що визначають

розміри і чистоту внутрішньої поверхні хвилеводу. Відомі різні способи електроосаждения металу. Найбільш економічним і високопродуктивним є спосіб, заснований на застосуванні органічного електроліту, що містить ціаністі з'єднання міді та інших компонентів. Процес осаждения ведеться при реверсуванні струму. Період реверсування визначається формою і розмірами деталі і складає 20 – 100 секунд при прямому і 10 – 40 секунд при зворотному струмі. Осаждения металу виробляється при щільності струму 8,6 А/дм², температурі 355 К, швидкості осаждения металу 0,15 мм/хв.



Рис 2. Форма для отримання хвилеводу та сформований на ній мідний хвилевод [1].

Однак можна отримувати хвилеводи не тільки методом електроформування, а й зі застосуванням методу лиття. Сутність цього методу полягає в тому, що спочатку одержують металеву модель хвилеводу, а потім по цій моделі виготовляють литтєві шкорлупчаті форми, у які роблять заливання металу. Металеву модель хвилеводу роблять рознімною, розміри задають з урахуванням усадки металу [2].

Найбільш широкоживаним електролітом міднення є простий сульфатний електроліт міднення, що містить наступний склад: CuSO_4 – 200г/л; H_2SO_4 – 50-60г/л; $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ – 10мл/л. Густина струму складає 2-3А/дм² [3].

Обираємо максимальне значення густини струму, тобто 3А/дм². Для розрахунку варто згадати перший закон Фарадея:

$$\Delta m = kexI\tau \quad (1)$$

Δm – це маса осаженного купруму г; kex – електрохімічний еквівалент купруму г/А·год; I – сила струму, А; τ – час електролізу, год. Виходячи із цього закону та врахувавши товщину покриття, густину металу, та площу електродів, можна отримати наступну формулу для визначення часу електролізу:

$$\tau = \frac{\rho \cdot \delta}{k_{\text{ex}} \cdot i} \quad (2)$$

δ – товщина осаду купруму, ρ – густина купруму виражена у г/дм³; k_{ex} – електрохімічний еквівалент купруму. г/А · год; i – густина струму, А/дм²; τ – час електролізу виражений в год.

Густина купруму = $\rho = 8920$ г/дм³, товщина покриття $\delta = 500$ мкм = 0,005 дм

$$k_{\text{ex}} = \frac{64}{2 \cdot 96500 / 3600} = 1,1937 \text{ г/А} \cdot \text{год} \quad (3)$$

Обираємо максимальне значення густини струму, тобто 3А/дм².

$$\tau = \frac{\rho \cdot \delta}{k_{\text{ex}} \cdot i} = \frac{8920 \text{ г/дм}^3 \cdot 0,005 \text{ дм}}{(1,1937 \frac{\text{г}}{\text{А}} \cdot \text{год}) \cdot 3 \text{ А/дм}^2} = 12,45 \text{ годин}$$

Тривалість процесу електроформування складає 12,45 годин.

Отже, ми продемонстрували розрахунок тривалості процесу електроформування копії в електроліті при максимальній густині струму для цього електроліту за товщини копії мкм – 500. Це наглядно доводить переваги використання хіміко-технологічних процесів при електрохімічних виробництвах, що скорочує затратність та економить ресурси.

Література

1. Прокопів В. Матеріали електронної техніки. Навчальний посібник. Івано-Франківськ. 2009. 11 с.
2. Манько Т. А. Технологія виготовлення електричних та електронних елементів і пристроїв. Дніпропетровськ. 2006. 73-80 с.
3. Технологія нанесення неметалевих покриттів та виробництво плат друкованого монтажу [Електронний ресурс] : підручник / Л. А. Яцюк, О. В. Косогін, Д. Ю. Ущиповський, О. В. Ліночева, Ю. Ф. Фатєєв; Електронні текстові дані (1 файл: 6,9 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2018. – 112 с. <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/24954>.