

## ЕЛЕКТРОХІМІЧНЕ ПІДГОТУВАННЯ АЛЮМІНІЮ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ МОНОМЕТАЛЕВИХ ОФСЕТНИХ ДРУКАРСЬКИХ ФОРМ

*Вивчено особливості процесу анодування зерненого алюмінію при виготовленні монометалевих офсетних друкарських форм. Встановлено оптимальні технологічні режими отримання оксидного шару з прогнаними технологічними властивостями.*

На поліграфічних підприємствах України успішно застосовуються сучасна і новітні технології з перспективного способу офсетного друку, який технологічним, економічним та екологічним перевагам, займає значну частку у загальному обсязі випуску світової друкованої продукції. Основних тенденцій розвитку способу офсетного друку відносяться створення автоматизованих систем виготовлення форм за схемою «комп'ютер-друкарська форма» та впровадження цифрових технологій в додрукарських процесах виготовлення видань, для яких розробляються формні матеріали. Провідних фірм світу розроблення та виготовлення пластин для системи «комп'ютер-друкарська форма» визнано пріоритетним напрямом розвитку формного виробництва.

За основу формного матеріалу в таких системах, як і в аналоговій системі, використовуються оксидовані алюмінієві пластини. Незважаючи на те, що процеси оксидування алюмінію досліджувалися багатьма вченими, проблема забезпечення якості друкованої продукції з монометалевих форм на основі алюмінію при використанні нових технологій та копіювальних шарів вимагає ґрунтовного вивчення процесів підготування поверхні формного матеріалу.

Основна увага процесу створення формних пластин для способу офсетного друку зосереджується на якості підготування поверхні алюмінієвої основи, яка на початковій мірою впливає на досягнення стабільності властивостей форми в процесі їх виготовлення та застосування. Поєднанням різноманітних технологій оброблення поверхні металу досягається утворення належної шершавості поверхні для забезпечення стійкої гідрофільності проміжкових елементів за оптимального режиму зволоження та швидкого встановлення балансу фарба-вода в друкарському процесі.

При розробленні термочутливих пластин для системи «комп'ютер-друкарська форма» досліджено особливості електрохімічного підготування алюмінієвих пластин перед нанесенням функціонального шару. Електрохімічним методом здійснюється надання поверхні пластин належної шершавості та покриття стійкою пористою оксидною плівкою. Електрохіміч-

ним підготуванням поверхні алюмінієвих пластин досягаються необхідні адсорбційні і адгезійні властивості функціонального шару, стійке утримування зволожувального розчину в процесі друкування накладу (мінімальним дозуванням розчину отримується більш насичений фарбовий шар на відбитку), висока зносостійкість та адекватність відтворення зображення. Мікрогеометрією поверхні забезпечується стійкість проміжкових елементів та адгезійна здатність функціональних шарів на друкувальних елементах для досягнення програмованих друкарсько-технічних властивостей офсетних форм. В процесі електрохімічного підготування поверхні алюмінієвих пластин виконуються операції знежирення, зернення, оксидування (анодування) та наповнення оксидного шару.

Електрохімічне зернення здійснюється у розчинах соляної кислоти під дією струму густиною 1,0-1,5 А/дм<sup>2</sup> для підвищення капілярної здатності поверхні пластин. Шорсткість поверхні зростає пропорційно до тривалості процесу. Для досягнення достатнього ступеня зернення поверхні визначено тривалість в межах 25-30 хв. Тривалість процесу можна скоротити до 15 хв., якщо вихідна алюмінієва пластина характеризується чистотою поверхні за  $R_a$  не більше 0,32 мкм. Негативно впливає на якість процесу зернення підвищення температури розчину понад 30<sup>0</sup>С, що спричиняє на поверхні алюмінію утворення продуктів реакції і процес практично припиняється.

В процесі анодування алюмінієвих пластин утворюється оксидна плівка, що складається з тонкого «бар'єрного шару» безпосередньо на металі і зовнішнього гідратованого шару. Загальна поверхня пластини характеризується різним рівнем активності. Від більш активних ділянок поверхні спрямовується потік іонів металу  $Al^{3+}$  назустріч потокам іонів окислювача ( $OH$ ,  $O_2^{-2}$ ,  $O$ ) і гідратованих аніонів електроліту ( $Al \cdot nH_2O$ ). В результаті взаємодії потоків утворюються міцели гелю оксиду алюмінію. Поля, які звільняються від іонів алюмінію, заповнюються новими іонами металу, іонами окислювача і аніонами електроліту, які втратили повністю або частково гідратну оболонку. При цьому створюються передумови для зростання майбутніх міцел гелю, орієнтованого електричним полем. Ці процеси здійснюються під плівкою, без відриву її міцел від металу і визначаються не лише технологічними умовами анодування, але й здатністю іонів до дифузії.

Отже, неперервно утворювана тонка суцільна плівка «бар'єрного шару» оксиду алюмінію  $Al_2O_3$  в результаті розчинення в електроліті частини плівки ззовні перетворюється у пористу ( $Al_2O_3 \cdot nH_2O$ ) з великою кількістю пор.

Контроль за якістю оксидних шарів на поверхні алюмінію переважно здійснюється візуально. Поверхня оксидного шару повинна бути рівно однотонною, без світлих плям і побічних утворень, і стійкою до стирання. Якісне забезпечення технологічних властивостей досягається дотриманням належних фізико-хімічних показників: товщини оксидного шару на поверхні алюмінію, його пористості і щільності, мікротвердості, гідрофільності (кут змочування) та адгезії функціонального (термочутливого) шару до оксидованої поверхні.

В дослідженнях обґрунтовано застосування вагового методу. Зразки, вкриті оксидною плівкою, промиваються теплою і холодною водою, висушуються впродовж 30 хв. за температури 60—70<sup>0</sup>С, охолоджуються в

икагорі і зважуються (маса  $m_1$ ). Зважений зразок після нагрівання урюється у поліетилсилоксанову рідину № 2 або веретенне масло за ператури 110 °С. У рідині зразок витримується протягом однієї години, ушується фільтрувальним папером і зважується (маса  $m_2$ ). Пластина жирюється в ацетоні та позбавляється оксидного шару у фосфорно-ммовому розчині, промивається, висушується і зважується (маса  $m_3$ ). Об'ємна ристість  $\beta$  (в %) визначається за рівнянням:

$$\beta = (m_2 - m_1) : (m_1 - m_3) / \times (\rho_{ок} : \rho_{л}) \times 100,$$

де  $\rho_{ок}$  — об'ємна щільність (приймається рівною щільності гідратованого сиду алюмінію 2550 кг/м<sup>3</sup>);

$\rho_{л}$  — щільність поліетилсилоксанової рідини, значенням 950 кг/м<sup>3</sup>, о веретенного масла значенням 900 кг/м<sup>3</sup>.

Щільність оксидного шару з врахуванням об'ємної пористості визна-ється за рівнянням:

$$\rho_{пок} = \rho_{ок}(1 - 0,01\beta), \text{ кг/м}^3.$$

Товщина оксидного шару розраховується за рівнянням:

$$\delta_{пок} = (m_1 - m_3) : \rho_{ок} (1 - 0,01\beta) S, \text{ дм},$$

де  $S$  — площа пластини, дм<sup>2</sup>.

Для забезпечення оптимальних умов отримання оксидної плівки з означеними технологічними властивостями процес оксидування зерненої оверхні алюмінієвих пластин досліджено при постійному та змінному грумів залежно від тривалості процесу (3—20 хв.), міжелектродної відстані 5—20 см) і концентрації основного компоненту електроліту (10—25% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). Іа зерненій поверхні пластини товщина оксидного шару становить 0,2 мкм, б'ємна пористість 17% та мікротвердість 50,4 кг/мм<sup>2</sup>.

На процесах з використанням постійного струму значення показників товщини оксидного шару  $\delta$ , його об'ємної пористості  $\beta$  та мікротвердості оксидного покриття  $H$  збільшуються із зростанням тривалості оксидування Іа практично незмінної гідрофобності поверхні оксидного покриття та зниження щільності оксидного шару. Зростання тривалості процесу з 10 хв. до 15 хв. зумовлює збільшення товщини оксидного шару на 20-22% (в 10% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) Іа на 50% (в 20% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) при утриманні відносних значень показників пористості і щільності покриття. Збільшенням концентрації основного компонента розчину для оксидування — сірчаної кислоти від 10 до 25% мас. спричиняється підвищення товщини оксидного шару, Іа у значеннях відстані між електродами 5 см і тривалості процесу 15 хв. становить 12,1 мкм при зниженні мікротвердості оксидного покриття до 53—58 кг/мм<sup>2</sup>. В межах концентрації кислоти від 15 до 20% мас. показники об'ємної пористості оксидного шару, його щільності та гідрофобності поверхні стабілізуються.

Збільшенням міжелектродної відстані з 5 до 10 см Іа концентрації кислоти в електроліті від 10% до 25 % мас. спричиняється: зниження пористості Іа товщини оксидного шару приблизно на 25%; при використанні

електроліту з вмістом 10%  $H_2SO_4$  і 25%  $H_2SO_4$  — на 20% та підвищення твердості оксидного покриття, показник якого на 45-75% перевищує значення мікротвердості неоксидованої пластини. Величина показника мікротвердості залежить від концентрації кислоти та досягає максимального значення 85  $кГ/мм^2$ .

Результати досліджень технологічних властивостей оксидних шарів, отриманих використанням змінного струму за аналогічних змін параметрів процесу, наведено в таблицях 1—3. Важливо зазначити, що температура та тривалість процесу суттєво впливають на якісні показники покриття, оскільки під час анодування паралельно відбувається нарощування анодно-оксидної плівки та її розчинення у кислоті. Для збільшення товщини оксидного шару значної щільності важливе утримання мінімальної температури. Експериментальними дослідженнями обґрунтовано оптимальні межі температурного режиму процесу: початкова температура електроліту  $25^{\circ}C$ , кінцева  $30^{\circ}C$ . На основі аналізу фізико-хімічних показників (таблиця 1) та рівномірності оксидування поверхні алюмінієвих пластин визначено оптимальні значення густини струму в межах від 2,5 до 3  $A/дм^2$ .

Таблиця 1

**Вплив густини змінного струму на технологічні показники оксидного шару (тривалість процесу 10 хв.; концентрація кислоти 20% мас.)**

Напруга, В	Густина струму, $A/дм^2$	Товщина оксидного шару, $\delta$ , мкм	Об'ємна пористість шару, $\beta$ , %	Щільність оксидного шару, $\rho$ , $кГ/м^3$	Кут змочування, град
9	2,0	1,8	51	1259	140
11,3	2,5	2,9	64	918	135
14,5	3,0	6,8	73	689	120
15,7	3,5	5,6	75	638	100

Збільшенням концентрації основної складової електроліту з 10% до 20% мас. Зумовлюється зростання товщини оксидного шару в 4,2 рази, об'ємної пористості в 2,3 рази при зниженні щільності оксидного шару в 2,5 рази (таблиця 2). Зменшення міжелектродної відстані до 5 см спричиняється збільшення товщини оксидного шару при значній об'ємній пористості, оскільки на малій відстані здійснюється інтенсивне розчинення металу і незначне розчинення оксидного шару. Така поверхня є пористою (показник мікротвердості шару менший від отриманого анодуванням пластин за міжелектродної відстані 10 см і 14,5 см). Оптимальну міжелектродну відстань визначено в межах від 10 до 14,5 см (таблиця 3).

**Вплив концентрації сірчаної кислоти на технологічні показники оксидного шару (напряга 14,5 В; тривалість 10 хв.)**

Концентрація кислоти, % мас.	Товщина оксидного шару, $\delta$ , мкм	Об'ємна пористість шару, $\beta$ , %	Щільність оксидного шару, $\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	Кут змочування, град
10,0	1,6	30,8	1765	124
15,0	4,6	36,6	1617	122
20,0	6,8	73,0	689	120
25,0	9,7	83,2	429	110

Таблиця 3

**Технологічні показники оксидного шару (в 20% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) при зміні міжелектродної відстані та тривалості процесу**

№ п/п	Відстань між електродами, см	Тривалість оксидування, хв	Товщина оксидного шару, $\delta$ , мкм	Об'ємна пористість шару, $\beta$ , %	Щільність оксидного шару, $\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	Кут змочування, град	Мікротвердість, Н, кг/мм <sup>2</sup>
1	14,5	5	4,0	48,7	1308,0	140	84,0
2	14,5	10	6,8	73,0	689	120	80,0
3	14,5	15	7,8	78,8	580	115	77,2
4	14,5	20	8,6	82,6	443	110	77,2
5	10,0	5	6,5	62,8	948	135	80,5
6	10,0	10	8,5	67,7	823	120	77,2
7	10,0	15	10,6	71,4	729	115	71,3
8	10,0	20	12,9	75,5	637	110	71,5
9	5,0	5	8,1	70,3	754	110	74,2
10	5,0	10	10,2	72,5	701	98	71,3
11	5,0	15	12,5	73,0	633	95	63,9
12	5,0	20	14,5	77,0	548	95	63,9

Зміною тривалості процесу в перші 7 хв спричиняються **значні коливання** показників досліджуваних параметрів, які стабілізуються в **інтервалі 10-15 хв**. Зростанням тривалості процесу зумовлюється **зниження гідрофобності** оксидних шарів в межах від 95 до 110 град.

Адгезію термочутливого функціонального шару до **окисленої поверхні** досліджуваних пластин для відтворення **оцифрованої інформації** визначено методом решіткових надрізів і значенням «1» за **бальною системою**.

На основі результатів досліджень встановлено **комплекс основних технологічних параметрів** процесу анодування зернистих **алюмінієвих пластин** для способу офсетного друку, **оптимальні технологічні режими дослідження** стабільності процесу отримання оксидного шару для **забезпечення технологічної надійності форм** в друкарському процесі.

## Література

1. Анодная защита металлов (Докл. 1-й межвуз. конф.) под ред. **проф. А.Ф. Богоявленского**. М.: — 1964.
2. **Биторина Т.** Формные материалы для СТР-технологии // **Полиграфия**.—М.—1999.—№1.— С. 32—35
3. Computer-to-Plate для флексографии / Ласкин А. В., **Минин П. В.**, Манк В. З., Сорокин Б. А. — М.: Курсив. 2001 — 80 с.
4. **Сулакова Л., Новиков Ф., Корункова О.** Дефекты офсетных **печатных** форм и причины их возникновения // **Полиграфия**.— М.— 2000.— №6.— С.96.
5. **Сулакова Л., Новиков Ф., Корункова О.** Влияние **химического** состава пробельных элементов на их свойства // **Полиграфия**.—М.—2001.— №1 — С.87—89.
6. Тест монометалевих сенсibilізованих офсетних пластин // **Центра друку**.— Львів.— №4.—1999.— С.10—16; — №4.—2002.— С.46—47.