

*М.С. Кадляк, О.П. Романюк-Огірко*  
Українська академія друкарства

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ СТАРІННЯ ПАПЕРУ ТА ВПЛИВУ СТАБІЛІЗУЮЧИХ РОЗЧИНІВ НА ЙОГО ВЛАСТИВОСТІ**

*Вплив кислотності паперу на зміну його властивостей в процесі старіння.*

*Influence of acidity of paper to change its properties during aging*

### **Постановка проблеми**

Старіння паперу і його довговічність залежать від технологічного процесу виготовлення паперу, від збереження природної міцності целюлозних волокон, та умов його зберігання.

Довговічність паперу забезпечується такими чинниками:

- складом паперу (папір виготовлений з рослинних волокон чи целюлози і папір з деревної маси);
- мінімальною кислотністю;
- низьким вмістом залишкових хімічних речовин, які можуть бути в папері внаслідок недостатнього промивання;
- видаленням продуктів деградації целюлози, утворених під час вибілювання;
- процесом сушіння;
- вибором стабільних барвників для фарбування паперу і тушування.

### **Аналіз досліджень**

Однією з основних причин руйнування паперу є підвищення кислотності. Аналіз літературних джерел показує, що існує декілька причин підвищення кислотності паперу, а саме:

- а) накопичення сульфатної кислоти внаслідок гідролізу алюмокалієвих галунів (їх використовували для проклеювання паперу);
- б) в результаті поглинання папером  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_2$  та інших кислотних оксидів забруднювачів атмосферного повітря;
- в) на стадії вибілювання волокон паперу залишається вільний хлор, який реагує з водою, утворюючи хлоридну кислоту;
- г) кислотність паперу підвищується внаслідок накопичення кислих продуктів розпаду целюлози;
- д) за сприятливих умов на поверхні паперу розвиваються колонії пліснявих грибів, які внаслідок метаболізму здатні утворювати низку органічних кислот (шавлеву, лимонну, галову, глюконову, яблучну тощо), які теж підвищують кислотність паперу.

Під час старіння паперу у волокнах відбуваються процеси деструкції целюлози, пов'язані з хімічними процесами гідролітичного і окиснювального характеру, які, в свою чергу, викликають пожовтіння паперу і впливають на зниження його механічної міцності (особливо міцності на згин). Гідролітичні про-

цеси в молекулах целюлози викликані наявністю у волокнах гігроскопічної води, залишків кислих продуктів, сульфур (IV) оксиду та інших кислотних оксидів з повітря тощо. Окиснювальні процеси відбуваються під дією окисників, зокрема кисню повітря. Як гідролітичні, так і окиснювальні процеси приводять до розриву окремих ланок целюлози зі скороченням їх, а окиснювальні — ще й до окиснення окремих функціональних груп [1].

За впливом середовища, процеси старіння паперу поділяють на такі види:

- радіаційні;
- термічні (дія підвищеної температури);
- світлові (дія УФ випромінювання);
- хімічні (дія реагентів);
- окиснювальні (дія кисню повітря та інших окисників);
- біологічні (дія мікроорганізмів та продуктів їх життєдіяльності).

Старіння целюлози відбувається головним чином за рахунок процесів деструкції макромолекулярних ланцюгів, з утворенням низькомолекулярних фракцій.

Хімічна деструкція (гідроліз целюлози) відбувається внаслідок впливу середовища. Глибина деструкції залежить від числа низькомолекулярних реагентів і часу дії. Процес деструкції можна зупинити на будь-якій стадії за допомогою, наприклад, зниження температури та кислотності середовища тощо [2].

### **Мета роботи**

*Метою* даної роботи є:

- встановлення часу обробки паперу стабілізуючими розчинами;
- визначення впливу природи стабілізуючих розчинів на зразки паперу різного складу.

### **Виклад основного матеріалу**

За результатами аналізу наукових досліджень та літературних джерел, в яких описані процеси стабілізації кислотності паперу і стабілізуючі розчини, нами були вибрані такі стабілізуючі розчини:

1. Крейдяна суспензія (рН ≈ 9,2 – 9,3).
2. Борний розчин (рН = 7,1).
3. Розчин Берроу (рН = 6,7).
4. Амоніачний розчин (рН = 9,25).

Ефективність стабілізації паперу оцінювали за величиною водневого показника рН у водному екстракті обробленого паперу. За позитивний результат вважали значення величини водневого показника в екстракті паперу в межах від 6,5 до 7,5. Як показали дослідження з визначення кислотності середовища для тривалого зберігання паперів різної композиції саме такі значення рН у водному екстракті паперу є оптимальними [3].

За результатами експериментальних досліджень із визначення зміни рН водних екстрактів паперів, оброблених в різних стабілізуючих розчинах і з різною тривалістю їх дії, нами було встановлено, що тривалість стабілізації кислотності досліджуваного паперу коливалася в межах від 5 до 20 хвилин. Результати досліджень зміни рН газетного паперу у водному екстракті від часу оброблення різними стабілізуючими розчинами наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

### Зміна кислотності (рН) газетного паперу від часу оброблення різними стабілізуючими розчинами.

| Стабілізуючий розчин                  | рН водного екстракту паперу |     |     |     |     |
|---------------------------------------|-----------------------------|-----|-----|-----|-----|
|                                       | час оброблення, t (хв.)     |     |     |     |     |
|                                       | 0                           | 5   | 10  | 15  | 20  |
| 1. Крейдяна суспензія, рН = 9,2 – 9,3 | 4,8                         | 6,7 | 8,1 | –   | –   |
| 2. Борний розчин, рН = 7,1            |                             | 5,0 | 5,3 | 6,5 | –   |
| 3. Розчин Бєрроу, рН = 6,7            |                             | 4,9 | 5,1 | 5,3 | 5,5 |
| 4. Амоніачний розчин, рН = 9,25       |                             | 6,9 | 8,0 | –   | –   |

З даних наведених в таблиці 1 випливає, що для досягнення оптимального значення рН водного екстракту газетного паперу обробка розчинами 1 і 4 вимагає менше часу (від 5 до 10 хвилин), ніж, за тих же умов, розчинами 2 і 3.

Розчин бури 0,05 М, не забезпечує високих значень рН (рН обробленого паперу 6,5), хоча використання бури для стабілізації є бажаним з міркувань мікології, оскільки вона характеризується фунгіцидними властивостями.

Результати досліджень обробленого паперу різними розчинами солей показали, що стабілізація кислотності паперу в більшій мірі залежать від рН стабілізуючих розчинів, ніж від рН паперу.

На підставі даних таблиці 1 можна зробити висновок, що оптимальним часом стабілізації рН газетного паперу є: 10 хв. – для крейдяної суспензії, 15 хв. – для борного розчину, 20 хв. – для розчину Бєрроу і 10 хв. – для амоніачного розчину.

За встановленими вище умовами нейтралізації газетного паперу стабілізуючими розчинами №1, №2, №3, №4 були проведені дослідження на паперах різної композиції з різними вихідними значеннями рН (див. таблицю 2).

Таблиця 2

### Зміна кислотності паперів після стабілізації різними розчинами

| № з/п стабілізуючий розчин | Водневий показник (рН, відн. один.) зразків паперу різного складу |          |             |         |            |
|----------------------------|---|----------|-------------|---------|------------|
|                            | газетний  | офсетний | крейдований | льняний | бавовняний |
| 1                          | 8,1   | 8,5      | 9,2         | 9,7     | 8,4        |
| 2                          | 6,5   | 6,8      | 7,0         | 7,5     | 6,2        |
| 3                          | 5,5   | 6,2      | 6,5         | 7,0     | 5,7        |
| 4                          | 8,0   | 8,3      | 8,8         | 9,3     | 8,0        |
| * контрольний розчин       | 4,8   | 5,3      | 6,1         | 6,6     | 5,3        |

\* контрольний розчин – водний екстракт досліджуваних зразків паперу без стабілізуючих розчинів.

Необхідно відзначити, що водні екстракти всіх зразків паперу оброблених стабілізуючими розчинами характеризувалися зниження кислотності. При цьому, водневий показник змінювався в межах від 3,1 до 3,8 одиниць. Очевидно, що стабілізуючі розчини нейтралізують речовини кислотного характеру, забез-

печуючи таким чином, міцність та довговічність паперу. Значний результат підвищення рН, досягнутий під час дослідження крейдяної суспензії.

### **Висновок**

Експериментально встановлено оптимальний час обробки паперу стабілізуючими розчинами. Проаналізовано вплив стабілізуючих розчинів на кислотність паперу залежно від його складу. Доведено, що обробка зокрема газетного паперу крейдяною суспензією забезпечить його міцність та довговічність.

1. Омельченко М. Кислотність паперу / М. Омельченко // Українська архівна енциклопедія : Д — М ; [Робочий зошит]. — К., 2006.—С. 250.

2. Кадиляк М. С. Оцінка рівня стабільності паперу в процесі реставрації архівних і бібліотечних матеріалів / Мирослава Кадиляк // Друкарство молоде : III наук.-практ. конф. студентів і аспірантів : [тези доп.]. — К. : НТУУ "КПІ", 2003. — Вип. 3. — С. 80–83.

3. Кадиляк М. С. Дослідження змін кислотності різних сортів паперу при штучному старінні / М. С. Кадиляк, Т. І. Онищенко // Квалілогія книги : VI Міжнар. наук.-практ. конф. : [тези доп.]. — Львів, 2007. — С. 102–103.