

ФАКТОРИ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ТИРАЖОСТІЙКІСТЬ ФОРМ ВИСОКОГО ДРУКУ

В нашій країні все ширше розгортаються роботи по створенню нових друкарських форм високого друку. Використовуються нові метали для виготовлення друкарських форм (магній, мікроцинк), створені пластмасові і фотополімерні друкарські форми.

На протязі ряду років в УПІ ім. Ів. Федорова комплексно ведеться робота по створенню гнучких повноформатних комбінованих друкарських форм на основі фотополімерів (ГФДФ), вивчаються їх друкарсько-технічні властивості. ГФДФ УПІ успішно пройшли виробничі випробування на ряді підприємств України і інших республік Радянського Союзу. Крім того було проведене систематизоване дослідження тиражостійкості різних фотополімерних і металевих друкарських форм.

Одним із найважливіших показників друкарсько-технічних властивостей будь-якої друкарської форми — пластмасової, металевої або фотополімерної — є її тиражостійкість.

Відомо, що тиражостійкість різних друкарських форм високого друку коливається в значних границях [1—3].

В машинобудуванні і матеріалознавстві існує ряд теорій зношування матеріалів від тертя і циклічних навантажень [4—7]. Оскільки друкарська форма в процесі друкування зазнає дії роботи тертя [1] і циклічних навантажень [8], то частину цих теоретичних положень можна використати для вивчення стійкості друкарських форм.

Вивченню зносостійкості друкарських форм високого друку присвячені роботи ряду вчених як в нашій країні, так і за кордоном [1, 2, 9, 12].

Вони вказують, що зношування при друкуванні проходить в основному по трьох напрямках: зміна висоти друкуючого елемента, розширення друкуючого елемента і округлення кута на краю друкуючої поверхні елементів.

Всі автори називають цілий ряд причин зношування друкарських форм високого друку, проте чіткої системи ще не вироблено, немає ще також загальноприйнятої методики визначення ступеня зношення друкарської форми, не розроблені об'єктивні показники якості друку.

На основі вивчення літературних джерел, а також експериментальних даних робіт, проведених в лабораторіях УПІ і на виробництві з використанням ГФДФ і металевих друкарських форм, в цій статті зроблена спроба систематизувати фактори, які впливають на тиражостійкість форм високого друку, і пояснити кінетику процесу зношування друкарської форми високого друку в процесі друкування на основі теорій зношування матеріалів від тертя і циклічних навантажень.

На наш погляд, всі фактори у високому друці, що впливають на тиражостійкість друкарських форм, можна розділити на дві групи:

1) внутрішні фактори зношування, що не залежать від форми і впливають із самого принципу даного способу друку; 2) фактори, що залежать від форми, від її індивідуальних фізико-механічних особливостей.

До першої групи факторів відносяться.

1. Властивості декеля, його товщина, характер деформації, що визначають величину тертя [1].

2. Величина тиску друкування.

3. Властивості друкарської форми.

Фарба має властивості мастила і повинна понижувати коефіцієнт тертя між формою і папером, цим самим зменшуючи зношення [1], але в той же час, як і будь-які змазуючі речовини, при роботі деталей на зношення фарба може проникати в найдрібніші мікротріщини поверхневого шару форми по міжкристалічних границях і внутрішніх тріщинах, що утворюються всередині кристалів, і, створюючи дуже великі зусилля, розсувати їх поверхні [4].

Крім цього у фарбі є абразивні речовини (пігменти, барвники, сикативи), які збільшують зношення [1]. Фарба може хімічно діяти на друкарську форму. П. Л. Пашуля і ін. [10] висловили припущення, що підвищене (в 3,5 раза перевищуване зношування цинкографського цинку) зношування магнієвих друкарських форм обумовлене хімічною дією фарби на сплав МА—2—2М.

4. Матеріал, властивості і сила притиску накатних валиків, точність їх регулювання [1].

5. Стан друкарської машини і її друкарського апарата [1].

6. Правильність виконання приправки в друкарській машині [1].

7. Якість друкарського паперу, його поверхнева структура і наявність в ньому наповнювачів [1, 3].

8. Наявність в друкарському цеху паперового [15] і іншого абразивного пилю.

9. Величина, періодичність і напрямок знакоперемінних навантажень.

Тут важливого значення набуває швидкість друкування.

До другої групи факторів належать:

1. Коефіцієнт тертя матеріалу форми. Це дуже важливий показник і його зміна в ту чи іншу сторону приводить до зниження або підвищення тиражостійкості форми. З метою його зниження на форму можна подіяти гальванічно, хімічно чи фізично.

2. Твердість матеріалу форми. Вважається, що збільшення твердості приводить до підвищення зносостійкості друкарської форми [2]. В той же час відомо, що лінійну залежність коефіцієнта зносостійкості від твердості мають лише деякі метали, що використовуються в друкарських формах (свинець, олово, алюміній), але тільки в чистому вигляді. Сплави і інші метали (цинк, магній) такої залежності коефіцієнта зносостійкості від твердості не мають [14, 15]. Все ж збільшення твердості, як правило, приводить до підвищення тиражостійкості.

3. Фізико-хімічна і мікрогеометрична характеристика поверхні друкарської форми. Фізико-хімічний стан поверхні визначається наявністю плівок і окислів, а також мікрогеометричним ступенем шорсткості [4].

В процесі друкування ці стани поверхні друкуючої форми можуть змінюватись, впливаючи на коефіцієнт тертя і твердість друкарської форми, і внаслідок цього можна припустити, що на різних етапах друкування певного тиражу зношення друкарської форми буде проходити нерівномірно.

4. Температура друкарської форми. В процесі тертя завжди підвищується температура. При друкуванні також відбувається підвищення температури друкарської форми і це впливає на її зносостійкість. Тут важливу роль відіграє теплопровідність і теплостійкість матеріалу форми [3].

5. Хімічна стійкість матеріалу форми. Від дотику з повітрям, газами і фарбою матеріал форми може окислятися. В залежності від кількості окислів, їх розмірів, кристалічної структури і твердості вони можуть давати позитивний ефект, сприяючи тонкій приборці поверхні або викликати підвищене зношення [4] і знижувати тиражостійкість.

6. Структура матеріалу форми. В. С. Лопатухін [15] вказує, що щільність матеріалу, який працює на зношення, прямо пропорціональна його густині. При мікрокристалічній структурі густина матеріалу вища, отже і тиражостійкість повинна бути вищою. В ГФДФ підвищення молекулярної ваги повинно привести також до підвищення тиражостійкості, оскільки це підвищує механічну міцність і зносостійкість [7].

Але при лабораторних і виробничих випробуваннях різних друкарських форм нами було виявлено, що тиражостійкість друкарських форм, виготовлених на мікроцинку, не вища, а іноді навіть нижча від тиражостійкості звичайних цинкових друкарських форм, виготовлених на цинку Ц—3. Цей факт не можна пояснити, якщо вважати, що друкарська форма працює в умовах зношення тільки з огляду на тертя. Але взявши до уваги, що в процесі друкування форма сприймає ще й циклічні навантаження [8], він стає зрозумілим.

В кристалічних структурах перша стадія руйнування від втомленості не залежить від величини зерна [6]. А якщо так, то при умові циклічних навантажень мікрокристалічна і крупнокристалічна структури друкарських форм повинні руйнуватися майже з однаковою швидкістю.

7. Здатність матеріалу форми опиратись руйнуванню від втомленості. Друкарська форма в машині витримує навантаження, які міняються за знаком і величиною. Випробування стереотипів і гальваностереотипів в ротаційній машині на прогинання показали, що останнє відбувається під дією центробіжних сил і періодичного зусилля від тиску друкування. Ці сили спрямовані в протилежні сторони, тобто стереотип в процесі друкування знаходиться під дією знакоперемінних навантажень [8].

З теорії втомленості металів і пластмас відомо, що коли прикладати напругу багато разів, то матеріал може зруйнуватись при нарузі помітно меншій від звичайної руйнуючої.

Тріщини від втомленості звичайно починаються на поверхні взірця. Перша стадія утворення такої тріщини полягає в утворенні смуги ковзання. Друга стадія втомлювального руйнування— повільне поширення тріщини [16].

Про існування границь зерен в металах відомо з початку розвитку наукового металознавства. При пластичній деформації в металах відбувається ковзання на границях зерен. Міжкристалічне руйнування від втомленості майже у всіх випадках починається на вільній поверхні.

Найбільш важливою умовою опору втомлюваності є наявність структури матеріалу, здатної зупиняти ковзання і протидіяти переростанню та росту частинок.

Поверхневий шар має визначальне значення для втомлювальної міцності. Первинні тріщини при всіх видах навантаження виникають майже завжди в поверхневому шарі [16].

Первинні руйнування виникають в мікрооб'ємах, несприятливо орієнтованих відносно дії навантажень, попередньо напружених залишковими напругами і ослаблених місцевими дефектами.

Процес виникнення тріщини від втомлення за сучасними уявленнями має декілька стадій. Тріщини зароджуються на перших етапах циклічного навантаження в границях кристалітів (зерен), як результат пластичних зсувів пачок кристалічних площин.

В початкових стадіях процес обернений, якщо напруги продовжують діяти, то процес накопичення руйнувань розвивається. Поступово

поширюючись, первинні тріщини виходять на поверхню зерна. Тут розвиток їх зупиняється головним чином через перешкоди, створювані іншою кристалічною орієнтацією суміжних зерен; різна орієнтованість кристалічної поверхні приводить до заклинення зсувів. Другою перешкодою є міжзернові прошарки, що мають через наявність домішок сильно спотворену кристалічну решітку, яка іноді відрізняється за типом від кристалічної решітки зерна.

Утворюється своєрідний міжзерновий бар'єр, який ефективно гальмує розповсюдження тріщин. Для того, щоб перебороти цей бар'єр, потрібна напруга, яка значно перевершувала б напругу, що викликає внутрішньозернові зсуви. Опір матеріалу внутрішньозерновим зсувам залежить від його фізико-механічних властивостей і кристалічної будови зерна. Велике значення має величина найдрібніших (розміром до декількох сотих мікрона) кристалічних блоків (субзерен), з яких складається зерно.

Якщо рівень напруг, віднесений до всієї товщини матеріалу, нижчий границі втомленості, то первинні тріщини можуть практично необмежений час залишатись в границях окремих зерен. Якщо ж напруга по всій деталі або в окремих її об'ємах перевищує границю втомленості (наприклад, в зв'язку з місцевою концентрацією напруг), то тріщини переборюють міжкристалічні бар'єри і розповсюджуються в товщу металу.

На наступному етапі, виходячи за границі зерна, тріщина стрибкоподібно розширяється, перетворюючись в мікротріщину. Мікротріщина може рости під дією напруг значно нижчих, ніж напруги, потрібні для переборювання міжзернового бар'єра [16].

Втомна міцність деталей сильно знижується при наявності послаблень, різких переходів і т. д., що викликають місцеву концентрацію напруг.

Оскільки інтенсивність первинних пошкоджень від втомлення пропорціональна величині діючих напруг, то на ділянках концентрації напруг прискорено виникають розпушення металу, які передують утворенню тріщин від втомлення. Внаслідок цього пошкодження від втомлення в зонах концентрації напруг випереджають пошкодження в інших ділянках деталі.

Якщо ж поверхневий шар деталі працює в умовах тертя, то він піддається ще одному виду ослаблення — зношенню. Супроводжуючись змінами мікрогеометрії і порушенням будови поверхневого шару, зношення викликає істотне зниження втомної міцності.

В процесі друкування на формах високого друку утворюються ділянки концентрації напруг. Вони розташовуються по периметрах друкарських елементів. Саме на цих ділянках відбувається інтенсивне зшліфовування і зношування форми. Причому не можна вважати, що воно відбувається лише в результаті роботи тертя.

Процес зміни властивостей і структури полімерів внаслідок багаторазових деформацій називається втомою. Встановлено, що механічна дія відіграє важливу роль в процесі втомлення полімерів [17].

В усіх випадках багаторазових деформацій має місце розрив макромолекул, що викликає зменшення молекулярної ваги полімерів. Обрив макромолекул супроводжується утворенням реакційноздатного вільного радикала. Вільні радикали, що утворились, можуть призвести до деструкції полімеру внаслідок рекомбінації або взаємодії з низькомолекулярними речовинами. Реагуючи з сусідніми ланками, вільні радикали викликають структурування полімеру. Можливі випадки, коли вільні радикали ініціюють окислювальні ланкові процеси, що приводять або до деструкції, або до структурування.

Молекулярний механізм механічних втрат уявляють у такому вигляді. В результаті прикладання навантажень зразок деформується.

Деформація зразка супроводжується зміною конформації ланцюгових молекул. Цей процес для високополімерів відбувається у вигляді послідовно здійснюваних актів елементарних переміщень частин ланцюгових молекул.

В процесі здійснення елементарного акту переміщення кінетичної одиниці затрачується робота на переборювання сил молекулярної взаємодії. В результаті частина роботи деформації втрачається на переборювання молекулярної взаємодії і в мікрооб'ємі мають місце енергетичні втрати, які сумуються по числу всіх елементарних актів переміщення. Енергетичні втрати в мікрооб'ємах йдуть на механічну активацію хімічних реакцій і на збільшення запасу кінетичної енергії теплового руху, а також на перетворення механічної енергії в еластичну, що сприяє більш інтенсивній хімічній взаємодії компонентів системи.

В результаті хімічної взаємодії компонентів виникають мікродфекти системи. Причому ці перетворення в першу чергу виникають в місцях концентрації напруг.

8. Не вивчені ще питання про вплив зарядів статичної електроенергії на зношення друкарської форми. Але відомо, що при терті пари пластмаса—метал виникають електричні заряди, які збільшують зношення того матеріалу пари, який втрачає електрони [7]. Відомо також, що в процесі друкування виникають заряди статичної електрики. Тому це питання потребує експериментального вивчення.

9. Графічний характер форми не залежить від її матеріалу, але може сприяти нерівномірності розподілу тиску на форму і призводить на окремих ділянках до підвищення зношення.

10. Не менш важливим є якісне виконання технологічних процесів при виготовленні друкарської форми або матеріалу для неї. В металевих формах можуть бути раковини, пустоти, а в ГФДФ може бути незакінчений процес фотополімеризації і ін.

А. А. Попрядухін факт нерівномірної швидкості зношування друкарських форм на протязі друкування певного тиражу пояснює тим, що в окремих друкуючих елементах зношуються, головним чином, краї головки літери, що проявляється в першу чергу в закругленні кута поверхні друкуючого елемента. Концентрація напруг залежить не тільки від глибини вдавлювання друкуючого елемента, але й від величини цього кута. При куті в 90° концентрація напруг при всіх інших однакових умовах досягає найбільшої величини. При закругленні кута концентрація напруг різко падає, тому після одержання деякої кількості відбитків, коли проходить закруглення профілю літер, зношування їх поверхні відбувається більш-менш рівномірно, причому стирається поверхня літери, а при зміні радіуса закруглення знову зростає концентрація напруг, що сприяє швидкому зношенню [1].

Це положення справедливе, але його потрібно доповнити поясненням зміни стану поверхні друкарської форми і впливом циклічних навантажень.

На перших стадіях друкування тиражу відбувається приробка форми, зішлифовуються шорсткості і окисли, зношуються краї головки літери, має місце інтенсивне зношування. Після закруглення кутів біля поверхні друкуючих елементів концентрація напруг падає, матеріал форми приймає гладку поверхню, зношування форми йде більш рівномірно. Потім знову збільшується інтенсивність зношування, тому що в границях кристалів металевої друкарської форми під дією циклічних навантажень зароджуються мікротріщини, в основному по периметру друкарських елементів, як результат зсувів пачок кристалічних площин. Поступово розповсюджуючись, первинні тріщини виходять на поверхню зерна. Але перебороти міжзерновий бар'єр вони не можуть, тому що для цього потрібна напруга, значно більша від тієї, що викликає внутрішньозернові зсуви. Первинні тріщини довгий час залишаються в гра-

ниціях окремих зерен. Туди потрапляє фарба і сприяє їх розширенню. В той же час друкарська форма продовжує інтенсивно працювати в умовах тертя і руйнування її іде, в основному, в цьому напрямку. Утворені мікротріщини тільки прискорюють процес, не встигаючи перетворитись в макротріщини. Тобто руйнування від втомленості у повному розумінні слова просто не встигає наступити, оскільки тиражостійкість (граничний ступінь зношення) відомих нам друкарських форм значно менша тієї кількості циклів змінних навантажень, яка призводить до руйнування даного матеріалу в його останній стадії.

Детальне теоретичне і експериментальне вивчення факторів, які впливають на зношення друкарських форм, вкаже шляхи підвищення їх тиражостійкості.

ЛІТЕРАТУРА

1. П. А. Попрядухин. Технология печатных процессов. «Книга», М., 1968.
2. С. И. Шапошников. Новые типографские печатные формы. «Искусство», М., 1960.
3. Л. И. Максакова. Гибкие стереотипы из пластмассы на основе полиамидов. Труды ВНИИПП, т. 18, вып. 1, М., 1967.
4. Б. Д. Грозин. Износ металлов. Гостехиздат Украины, 1951.
5. Износ и износостойкость. Антифрикционные материалы. Труды III Всесоюзной конференции по трению и износу в машинах, т. I. Изд-во АН СССР, М., 1960.
6. П. И. Орлов. Основы конструирования. «Машиностроение», М., 1968.
7. Конструкционные свойства пластмасс. Под редакцией Э. Бэра. «Химия», М., 1967.
8. Р. С. Куропась, А. Я. Розенфельд. Тонкие стереотипы для ролевых ротаций. «Полиграфия», № 10, 1968.
9. А. А. Семионов, В. А. Коган. Полиграфическое металловедение. «Книга», М., 1968.
10. П. Л. Пашуля и др. Износостойкость магниевых и микроцинковых сплавов. «Полиграфия», № 5, 1966.
11. Lovasz Kálmán. Magasnyoma formák korosa. Nyomdaipari kísérleti územ. es labororium. „Kolorist Ert“, № 1, 1961.
12. L. E. Voxall, R. R. Lovell, H. A. Morris, R. C. Poutez. PATRA, Printing. lab. Report, № 37, 1961.
13. В. С. Лопатухин. Контроль износостойкости поверхности офсетных пластин. Сборн. научн. работ ВНИИППа, М., 1953.
14. Д. В. Конвисаров. Износ металлов. ОНТИ, 1958.
15. М. М. Хрущев и М. П. Бабичев. К оценке влияния термообработки на износостойкость стали. «Исследования в области машиноведения», АН СССР, 1944.
16. Д. Мак Лип. Механические свойства металлов. «Металлургия», М., 1965.
17. В. Е. Гуль, В. Н. Кулезнев. Структура и механические свойства полимеров. «Высшая школа», М., 1966.

O. F. ROSUM

FACTORS INFLUENCING THE DURABILITY OF THE LETTERPRESS PRINTING FORMS

Summary

The data of the publications about the factors which influence the wearing qualities of material and the printing durability of letterpress forms are generalized.
