

УДК 655.3.022.11

ОСОБЛИВОСТІ МЕХАНІКИ ДРУКАРСЬКОГО АПАРАТУ ДЛЯ ДРУКУ НА ГОФРОКАРТОНІ ФЛЕКСОГРАФІЧНИМ СПОСОБОМ

© І. М. Желонкіна, Б. О. Черня, к.т.н., НТУУ «КПІ»,
Г. Я. Красильніков, к.т.н., с.н.с., головний конструктор
ВАТ «Київполіграфмаш», Київ, Україна

С учётом особенностей технологического процесса флексопечати на гофрокартоне рассматриваются основные положения теории печатного аппарата и факторы, которые влияют на схему силового расчёта.

The features of technological process of flexographic printing on the corrugated board and fundamentals of theory of printing unit and factors that influence on power calculation's circuitry are examined.

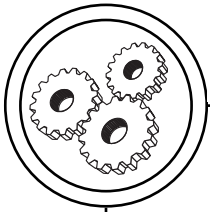
Постановка проблеми

Флексографічний друк відноситься до способу високого друку, однак його технологічний процес має суттєві відмінності від традиційного типографського способу: застосування еластичних друкарських форм та мало-в'язких водорозчинних фарб; невисокий тиск при друку, оскільки друкарські форми виконують функцію носія зображення і одночасно є декелем. Ці особливості технологічного процесу визначили флексографічний друк основним способом нанесення тексту і зображення на упаковку з гофрокартону (ГК). Сьогодні необхідно забезпечити оформлення коробки не тільки плашками та штриховими елементами, але і растровими зображеннями.

При вивченні механіки друкарських апаратів (ДА) розглядаються явища у зоні друкарського контакту, пов'язані з деформаціями, тиском при друці

та навантаженнями, які обумовлені технологічною схемою побудови друкарського апарату та його конструктивним оформленням.

У традиційному високому способі друку поліграфічної продукції тиск, необхідний для забезпечення переходу фарби з поверхні форми на папір товщиною 0,06—0,1 мм, створюється завдяки декелю. Його деформація компенсує допуски виготовлення форми і пружні деформації складових частин ДА, а також сприяє отриманню необхідного тиску на окремих ділянках форми з врахуванням її заповнення. У якості матеріалу декеля застосовують різні види паперу, гуми, поліуретанів. Деформації форми у порівнянні з деформаціями декеля незначні, що дозволяє при розрахунках ними знехтувати. В [1] визначена залежність між напруженням σ , яке виникає у декелі при друці, та його відносній деформації:



МАШИНИ І АВТОМАТИЗОВАНІ КОМПЛЕКСИ

$$\sigma = E_{\text{ум}} \times \varepsilon_n \quad (1)$$

де $E_{\text{ум}}$ (Па) — умовний модуль пружності матеріалу, n (безрозмірна величина) — показник ступеня, який є постійною величиною для конкретного матеріалу. У [2, 3] з врахуванням вказаної залежності та геометрії схеми друкарського апарату визначаються залежності для розрахунку ширини смужки контакту і тиску при друці. На основі цих параметрів проводиться розрахунок технологічних навантажень, які повинні бути створені у ДА.

У флексографічному друкарському апараті (ФДА) для друку на ГК еластична форма монтується на формний циліндр за допомогою двосторонньої липкої стрічки, яку приклеюють на його робочу поверхню. Вона виконує функцію декеля. Сили когезії визначаються фарбою низької

в'язкості. Контакт друкарської форми з друкарським циліндром відбувається через ГК, товщина якого коливається у діапазоні 1—12 мм.

Відмінність цих технологічних схем і матеріалів вимагають уточнень при використанні відомих залежностей для розрахунку механіки ФДА.

Аналіз попередніх досліджень

Фундаментальні роботи по механіці друку на ГК з врахуванням його фізико-механічних властивостей не проводились. В [4] проведені розрахунки деформації та напружень, які виникають у двохшаровій фотополімерній формі (ФПФ) на пружно-демпфуючій підкладці у випадку форми-плашки, окремого друкарського елемента та сегменту з елементами. Дефор-

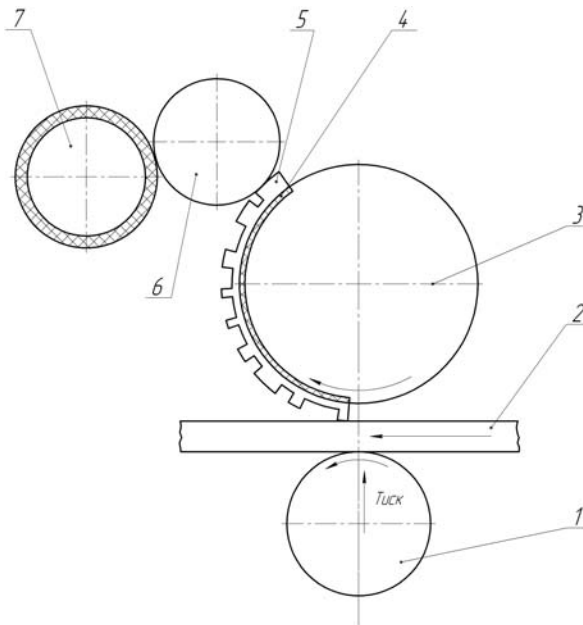
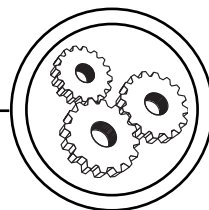


Рис. 1. Технологічна схема ФДА: 1 — друкарський циліндр; 2 — задруковуючий матеріал (ГК); 3 — формний циліндр; 4 — монтажна стрічка; 5 — фотополімерна форма; 6 — анілоксовий вал; 7 — дукторний вал)

МАШИНИ І АВТОМАТИЗОВАНІ КОМПЛЕКСИ



мація друкарських елементів і напруження, яке у ньому виникають пов'язані нелінійною залежністю виду:

$$\sigma = K^* E_1 \varepsilon_1^2, \quad (1)$$

де K^* — функція геометричних параметрів друкарських елементів, ε_1 — відносна деформація стиску, E_1 — модуль еластичності матеріалу шару ФПФ, що деформується. Вплив задруковуючого матеріалу, не розглядався. Ряд праць посвячено розгляду фізико-механічних властивостей фотополімерних пластин та ФПФ [5, 6] у контексті зміни властивостей в залежності від обробки пластин і впливу стиску форм на якість друку.

Можна зробити висновок, що теорія механіки ФДА для ГК не розглядалась. Відсутня систематизація по важливим фізико-механічним властивостям фотополімерних форм.

Мета роботи

Виявити фактори впливу на механіку ФДА та можливість використання для розрахунку його параметрів основних залежностей механіки ДА високого друку.

Виклад основного матеріалу

1. Фактори впливу на явища у зоні друкарського контакту.

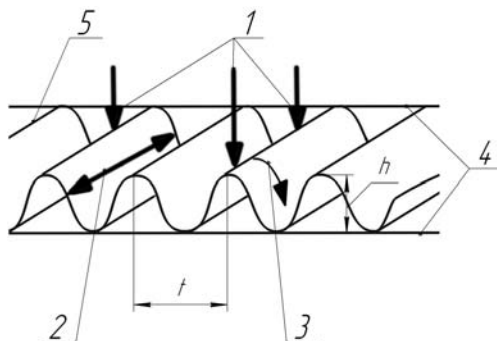
1.1. Гофрований картон.

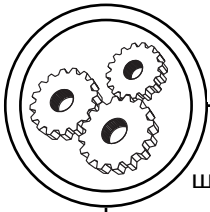
Тип ГК визначається загальною кількістю шарів (плоских та гофрованих) — від двохшарового до дев'ятишарового. Всередині структури комбінують типи гофрів. ГК відносять до матеріалів з перемінною жорсткістю у площині листа. Міцність визначається параметрами гофрів (крок та висота), кількістю шарів та застосованим матеріалом. Переважно при друці напрямок руху листа співпадає з напрямком гофрів — CD. До механічних властивостей ГК, які найбільш суттєво впливають на технологічні навантаження і якість друку, можна віднести: опір площинному стиску (FCT), який визначається по формулі:

$$\sigma_{сж} = \frac{F}{S}, \quad (2)$$

де F — руйнівне зусилля при стиску, H (рис. 2), S — площа зразка в см кв. [7]. Жорсткість ГК при площинному стиску визначається міцністю та жорсткістю гофрованих шарів, розта-

Рис. 2. Площинний стиск листа ГК. 1 — розподілене навантаження, F ; 2 — напрямок гофрів, CD; 3 — машинний напрямок, MD; 4 — плоскі шари (лайнер); 5 — гофрований шар (флютинг); t — крок гофру (3,2—9,5 мм); h — висота гофру (0,45—5,5)





МАШИНИ І АВТОМАТИЗОВАНІ КОМПЛЕКСИ

шованих у машинному напрямку — MD. На жаль, значення FCT не регламентується при виготовленні ГК. Але він є показником обмеження тиску при друці для уникнення руйнування ГК.

Аналізуючи вплив ГК на механіку ФДА, можна виділити такі фактори:

— В залежності від застосованого профілю гофрів і типу ГК у зоні друкарського контакту він може виступати як еластичний чи жорсткий матеріал. Це може змінювати геометричну схему при визначенні ширини смужки контакту та жорсткості елементів при складанні силової схеми друкарського апарату.

— Якість друку визначають такі параметри, як допуск на товщину картону, матеріал і друкарські властивості верхнього плоского шару, якість виготовлення гофрованого шару.

— 1.2. Формні системи.

Формну систему складають ФПФ і монтажна стрічка, яка виконує функцію декеля. Це можливо завдяки невисокому тиску при друці. В залежності від ступеня деформації при створенні тиску друку формні системи

аналогічно декелям підрозділяють на жорсткі та м'які [8].

Жорсткі формні системи утворюють ФПФ товщиною 2,54—3,18 мм, які класифікуються для ГК як тверді. Вони встановлюються за допомогою монтажних стрічок з демпферним шаром товщиною 0,38 чи 0,55 мм. Стрічка компенсує надлишковий тиск шляхом перерозподілу деформації від найбільш твердої форми до свого демпфуючого шару. Така система застосовується при комбінованому друку на картонах з мікрогофром.

М'які формні системи утворюють ФПФ товщиною 3,94—6,35 мм, які класифікуються для ГК як м'які. Вони встановлюються за допомогою жорсткої монтажної стрічки товщиною 0,1—0,2 мм. У цих системах надлишковий тиск компенсується за рахунок деформації шарів товстої форми. Такі системи застосовують для друку плашок та крупних штрихових елементів.

Аналізуючи вплив формних систем на процес друку, і, як наслідок, механіку друкарського апарату, виділимо наступні фактори:

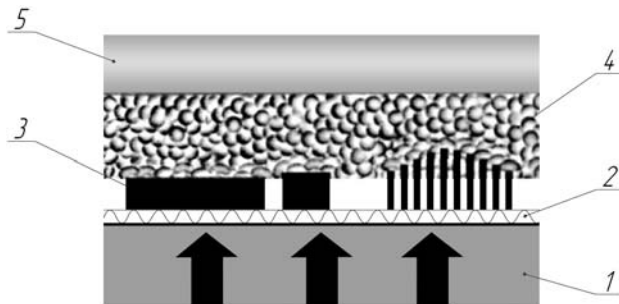
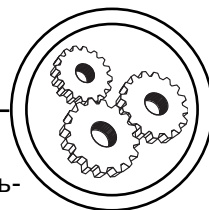


Рис. 3. Перерозподіл деформації і тиску в жорстких системах. 1 — друкарський циліндр; 2 — ГК; 3 — друкарські елементи фото полімерної форми; 4 — монтажна стрічка; 5 — формний циліндр

МАШИНИ І АВТОМАТИЗОВАНІ КОМПЛЕКСИ



— Процес флексодруку передбачає, що для отримання якісного відбитка формна система повинна деформуватися на визначену величину, тому що має дві функції — переносити зображення на ГК і виступає у якості декаля. Тому їх деформація суттєво визначає величину технологічних зусиль при друці.

— У схемі силового розрахунку ФДА формні системи повинні бути враховані як елементи, жорсткість яких залежить від типу формних систем, їх геометрії і фізико-механічних властивостей матеріалу.

— 1.3. Конструкція друкарських апаратів.

На рис. 4 представлена кінематична схема ФДА машини ДВЛ-1800. Розглянемо особливості ФДА. Довжина робочої частини валів друкарського апарату може знаходитися у діапазоні 1400—2700 мм, а їх діаметри — у діапазоні 180—500 мм. На такій довжині при друці технологічні навантаження можуть бути значними навіть при малих тисках. Тому при розрахунках силових навантажень треба врахувати згинальну жорсткість валів та жорсткість їх підшипникових вузлів. Привод формного і

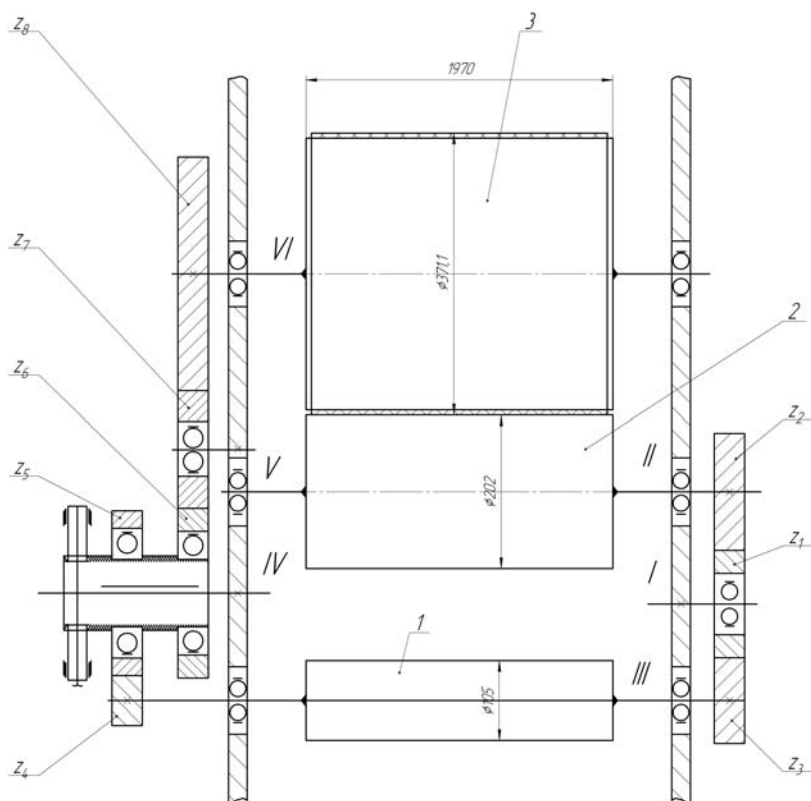
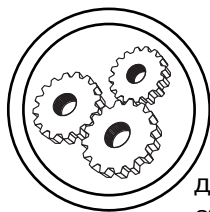


Рис. 4. Кінематична схема ФДА машини ДВЛ 1800. 1 — нижній транспортний вал; 2 — друкарський циліндр; 3 — формний циліндр



МАШИНИ І АВТОМАТИЗОВАНІ КОМПЛЕКСИ

друкарського валів забезпечується розгалуженою схемою зубчатих коліс від привода трансмісії. Це дозволяє забезпечити проходження між валами ГК, товщиною 2—12 мм без порушення міжосьової відстані зубчатих пар. У зв'язку з цим необхідно визначити вплив навантаження у приводі на деформацію згину зубців.

На відміну від друкарської системи типографського високого друку технологічна схема ФДА не дозволяє збільшити його жорсткість за рахунок попереднього натягу між опорними кільцями. Це збільшує можливість інтенсивності змін пружних деформацій у друкарському апараті та його приводі. Крім того, при наявності фрикційного зв'язку між формним та друкарським циліндрами при друці не вини-

кає замкненого контуру за рахунок замкнення зубчатою передачею.

2. Схема силової взаємодії між елементами ФДА при друці.

На рис. 5, а зображені всі елементи ФДА, жорсткість яких може впливати на процеси у зоні друкарського контакту. Необхідне технологічне зусилля створюється за рахунок тиску на нижню частину гофрокартону зі сторони друкарського циліндра шляхом зміни його положення в ексцентричних підшипникових опорах. Елементи утворюють послідовне з'єднання (рис. 6), яке характеризується тим, що технологічне зусилля, що передається на з'єднання в цілому дорівнює силам, що діють на кожний з елементів окремо:

$$P_{\text{заг}} = P_1 = P_2 = P_3 = P_4 = P_5. \quad (3)$$

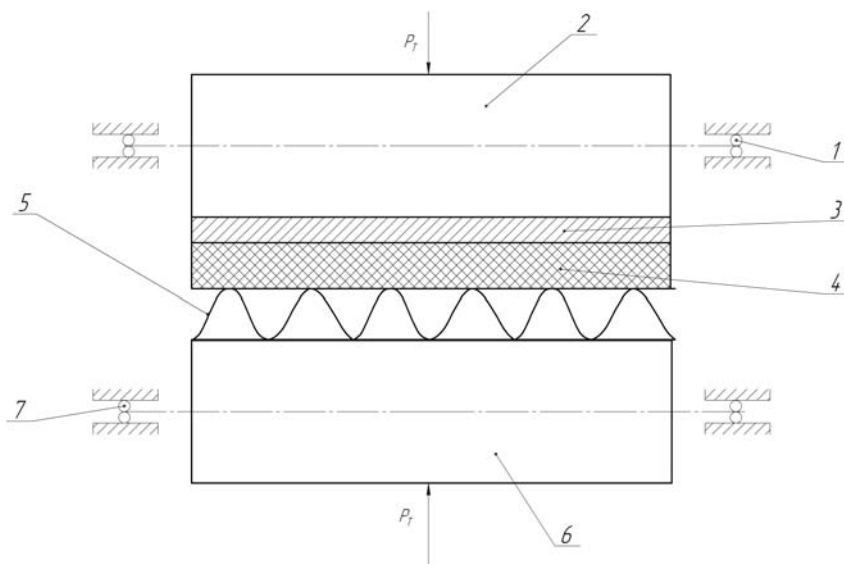
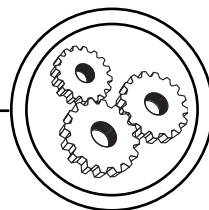


Рис. 5. Узагальнена схема силової взаємодії елементів ФДА: 1 — підшипники формного циліндру; 2 — формний циліндр; 3 — монтажна стрічка; 4 — фотополімерна форма; 5 — ГК; 6 — друкарський циліндр; 7 — підшипниковий вузол друкарського циліндра

МАШИНИ І АВТОМАТИЗОВАНІ КОМПЛЕКСИ



Загальне переміщення з'єднання дорівнює сумі переміщення окремих елементів:

$$L = \sum_{i=1}^5 \lambda_i. \quad (4)$$

Моделювання механіки процесу може мати різні варіанти в залежності від жорсткості формної системи і ГК. Постійною складовою може бути жорсткість деталей друкарського апарату. При розрахунку навантажень в друкарському апараті можна застосувати формули (20) та (21), розглянуті у [3]. Однак слід врахувати, що величина тиску при друці визначається з врахуванням фізико-механічних властивостей формної системи та ГК, а залежність між деформацією і напруженнями може мати нелінійний характер [4]. Для розрахунку смужки друкарського контакту можуть бути використані формули (12) и (13) в [3]. Геометрія розрахункової схеми залежить від жорсткості ГК.

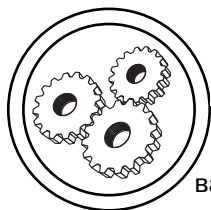
У зв'язку з відсутністю системної оцінки для вказаних матеріалів, необхідно провести експериментальні дослідження по визначенню діапазону їх значень. При цьому діапазон навантажень може визначатися даними про величину тиску для флексодруку 0,1—0,5 МПа.

Висновки

Розглянуті особливості технологічної схеми і конструкції ФДА для ГК. Серед факторів впливу на явища у зоні друкарського контакту виділено: типи ГК і вид формної системи з враху-



Рис. 6. Розрахункова схема силової взаємодії елементів ФДА



МАШИНИ І АВТОМАТИЗОВАНІ КОМПЛЕКСИ

ванням їх фізико-механічних характеристик, згинальну жорсткість формного і друкуючого валів та зубців коліс їх приводу, жорсткість підшипникових опор. Це обумовлює варіанти розрахункових схем друкарського апарату.

Для визначення кількісної оцінки параметрів механіки друкарського апарату необхідно провести експериментальні дослідження по визначенню залежності деформаційних властивостей ГК та формних систем в залежності від тиску.

1. Тир К. В. О нагрузках, возникающих при печати на печатных машинах. — Сб. трудов УНИИПП. — Харьков, 1937. — № 1. 2. Тюрин А. А. Печатные машины-автоматы: Учебник. — М.: Книга, 1980. — 416 с. 3. Чехман Я. И. Печатные аппараты: Основы теории: Учебное пособие. — К.: УМКВО, 1989. — 88 с. 4. Ярема С. М. Флексографія: Обладнання. Технологія: Навч. Посібник. — К.: Либідь, 1998. — 312 с. 5. Анке Фрейзер-Тауш. Оптимальное соотношение для желаемого результата // ФлексоДрук Ревю. — 2004. — № 2. — С. 22. 6. Шибанов В. В., Гладилевич М. К., Бузина Г. П. Поля деборы или релаксация флексографских материалов // ФлексоДрук Ревю. — 2002. — № 4. — С. 12. 7. Шредер В. Л., Пилипенко С. Ф. Упаковка из картона. — Киев: ИАЦ «Упаковка». — 2004. — 560с. 8. Ефремов Н. Печать на гофрокартоне. Гофроиндустрия. 3/3. — 2004. — С. 18.

Рецензент — З. М. Приставський, к.т.н.,
доцент, НТУУ «КПІ»

Надійшла до редакції 08.02.08