

МОДЕЛЮВАННЯ ТА АНАЛІЗ ПРОБЛЕМ В РЕАЛІЗАЦІЇ ЦИФРОВИХ РОБОЧИХ ПОТОКІВ ПІСЛЯДРУ- КАРСЬКИХ ПРОЦЕСІВ

Запропонована фазова сіткова модель технологічного ланцюжка цифрових робочих потоків післядрукарських процесів при обробці друкованої продукції та проведений аналіз проблем в їх реалізації.

This article contains faze networking model of technological chain of digital workflows, postpress process at printing product maintenance and made analysis of problems and their realization.

1. ВСТУП

Не дивлячись на радикальну економічну реформу та зміну форми власності, більшість поліграфічних підприємств та друкарень зберігають властивості, що сформовані в умовах розподільної системи з гігантською концентрацією виробництва та вузькою спеціалізацією, і які не здатні швидко реагувати на зміну вимог споживачів. Сьогодні очевидно, що друкарні для виживання на ринку та зберігання конкурентноздатності повинні час від часу вносити зміни в свою господарську діяльність. Більш того, потреба в змінах стала виникати настільки часто, що їх вплив на життєвий цикл підприємства вже не розглядається як виключне явище.

Зміни стратегії, виробничих процесів, структури та культури виробництва можуть здійснюватись поступово, у виді дрібних кроків або ж радикально, у виді крупних стрибків. У цьому зв'язку відповідно говорять про еволюційний та революційний моделі змін. Остання розуміється як форма адаптації до швидкозмінних вимог ринку, що розвивається на основі реінжинірингу ділових процесів.

Реінжиніринг є одним з сучасних методів, які використовуються для забезпечення гнучкості виробничих процесів. Він вживається в умовах оперативного переналагодження технологічних ліній при вирішенні змін у математичних моделях, на використанні яких базується функціонування окремого обладнання та пристроїв.

Метод реінжинірингу націлений на підвищення конкурентноздатності за рахунок реорганізації виробничих процесів, орієнтуючи їх на потреби клієнтів. Ідеальним вирішенням за даною схемою є форму-

¹ Українська академія друкарства

вання такого комплексу виробничих процесів, коли для кожного із них можна виділити початок і кінець, а також вхідні та вихідні елементи. Підприємства в процесі реінжинірингу модифікують свою систему функціонування, сферу управління і т. і.

Сьогодні, коли на ринку поліграфічних послуг між друкарнями йде жорстока конкурентна боротьба, виграє той, хто більш грамотно та продумано організував виробництво, скоротив часові та виробничі витрати. Для досягнення цього потрібно декілька складових: високопродуктивне, автоматизоване обладнання; чітка система управління виробництвом та технологічними процесами; кваліфіковані кадри.

Комп'ютерно - інформаційні технології та засоби досягли такого рівня розвитку, який дозволяє інтегрувати поліграфічне виробництво, включаючи додрукарські, друкарські та післядрукарські процеси в єдину систему з цифровим управлінням - так званий digital workflow (що в перекладі з англійського означає - цифровий потік робіт). Системи подібного роду забезпечують не тільки ефективний інформаційно-часовий контроль, але і прецизійне керування технологічними процесами.

Можна вважати, що розвиток комп'ютерно - інтегрованого виробництва (СІМ - Computer-Integrated Manufacturing) в поліграфії в нашій країні вже має місце, але знаходиться на ранній стадії, елементи цих систем існують і працюють, але одночасно зрозуміло, що вони будуть розвиватися [4].

2. ПОБУДОВА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ЦРП ПІСЛЯДРУКАРСЬКИХ ПРОЦЕСІВ

Виробничі процеси в поліграфії уявляють собою потокове виробництво поштучних виробів. Основними вимогами, які ставляться до побудови цифрових робочих потоків (ЦРП) є: ріст продуктивності; зменшення витрат в першу чергу на робочу силу; скорочення часу виконання замовлення; підвищення якості виробів та напівфабрикатів, послуг та розширення; як наслідок збільшення прибутку.

У поліграфії в теперішній час типовим є пропозиція трьох узгоджених один з одним ЦРП: додрукарських, друкарських та післядрукарських процесів. ЦРП післядрукарських процесів можна віднести до класу цехових, подібні системи відомі і в інших галузях. За їх допомогою свою роботу виконують цеховий інженер, технолог, змінний майстер. Основними вимогами до якості продукції та напівфабрикатів, що обробляються на стадії післядрукарських процесів є забезпечення точності їх розмірних параметрів.

Згідно міждержавного стандарту (ГОСТ 7.06-90) «Издания. Основные виды. Термины и определения» поняття “видавнича продукція”

та “друкована продукція” розділені і встановлено, що до друкованої продукції відносяться тільки друковані вироби, які не пройшли редакційно-видавничу підготовку та не мають вихідних відомостей [13]. У відповідності до цієї класифікації друкарні поділяються на такі, що спеціалізуються на виробництві друкованої продукції та окремо на виробництві видавничої продукції.

Розглядаючи конструкції поліграфічних виробів з точки зору системного аналізу [5] друковані вироби з паперу, що обробляються на післядрукарській стадії мають наступні основні форми: прямокутних тіл (етикетки, бланки, аркуші) та плоских з криволінійним контуром (колеретки). Типовою ж геометричною формою книжкової та журнальної продукції є трьохмірний паралелепіпед. Таким чином якість обробки друкованої та видавничої продукції та напівфабрикатів в післядрукарських процесах визначається в основному похибками основних форм виробів з паперу, тобто характеризуються головним чином відхиленнями в лінійних розмірах.

Представлений на рис. 1. графічний запис спрощеного образного виду поліграфічного виробу - видавничої продукції. Основною визначення виду, яка в даному випадку зумовлює зовнішню структуру, є паралелепіпед. Однак виготовити матеріальний виріб, який би відповідав властивостям паралелепіпеду (у тому розумінні, як його розуміє геометрія), неможливо, навіть при використанні самого точного поліграфічного обладнання.

На рис. 1. наведені геометричні знаки паралелепіпедів, які зовсім не представляють собою точні відображення паралелепіпедів. Зовнішня структура представляє собою властивість матеріального комплексу, який може бути встановлений за допомогою інструментів. Призначення даного геометричного виду за паралелограм обґрунтовується тим, що зовнішня структура розглянутої видавничої продукції може бути описана як сукупність точок, які не переходять границь, визначеної геометричним паралелограмом.

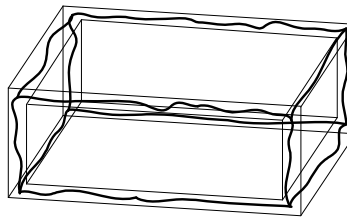


Рис. 1. Модель зовнішньої структури поліграфічного видавничого виробу в області, яка визначається геометричним способом

На рис. 2. наведена задача, яка пов'язана з виробничими відхиленнями для двомірного виробу до якого належить друкована продукція.

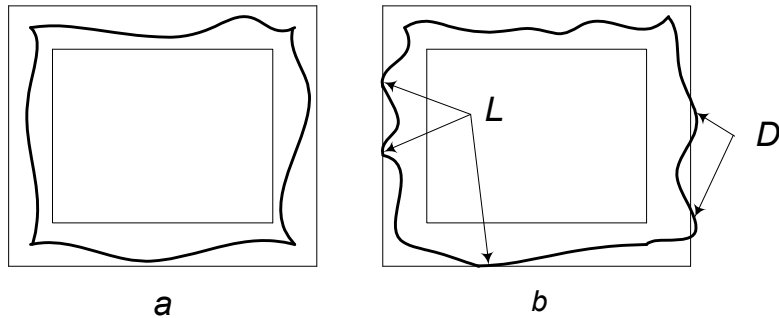


Рис. 2. Модель зовнішньої структури друкованої продукції в області, яка визначається геометричним способом: *a* – допустима; *b* – недопустима

Якщо зовнішня структура відповідає розподілу, який позначений границями двох прямокутників на рис. 2,а, то ми вважаємо, що виріб виконаний у відповідності з конструкцією. На рис. 2,б показані області *L*, в яких структура ще вміщується в допустиму область відхилень, однак ця область використана до межі. В області *D* виникло порушення границь допуску, в результаті чого виріб, структура якого описана на рис. 2,б, повинен бути віднесений до дефектних.

Визначення конструктивної характеристики засновано на виборі конструктивного виду та комплексу розмірів. Це можна записати наступним чином [5]:

$$C = P \cup W, \quad (1)$$

де *P* – позначення (знак) конструктивного виду; *W* – комплекс розмірів; *C* – конструктивна характеристика.

Спрощуючи пояснення понять конструктивного виду і комплексу розмірів, можна прийняти, що: конструктивний вид представляє собою якісну властивість конструкції; комплекс розмірів представляє собою спосіб визначення кількісних властивостей конструкції.

Конструкція визначає допустимий розподіл розмірів. Розмір *W* (як елемент комплексу розмірів) формально може бути записаний наступним чином:

$$W = N \cup |T|, \quad (2)$$

де *N* – номінальний розмір; *T* – допуск та його положення.

З використанням апарату математичної статистики цей вираз можна представити в іншому виді:

$$W = \bar{W} \cup S_N, \quad (3)$$

де \bar{W} – середнє значення розміру; S_N – стандартне відхилення.

Проблеми, що пов'язані з макроструктурами, мають важливе значення стосовно до конструктивних характеристик поліграфічних паперових виробів, які обробляються на стадії післядрукарських процесів.

Робочий потік традиційно зображається сітковими методами, які засновані на теорії графів – сукупності елементів, над якими здійснюються дії, що переходять з одного стану до іншого. Граф може бути наведений у вигляді стрілочної діаграми. Елементи графа позначаються кружками, які є вершинами графа, а дія над ними – стрілками, які служать дугами графа. Граф є сітковим, якщо використовується як графічне зображення складного виробничого процесу, в якому вершини визначають події, а дуги – зв'язок між подіями.

Сітковий граф [1,14] дає наочне уявлення про хід усього технологічного процесу та його окремих частин, прогнозує результат, вказує на вузькі місця, дає можливість дотримуватися суворої технологічної послідовності, розподіляти роботи між виконавцями, вносити у графік зміни, виробляти багатоваріантні рішення, перерозподіляти робочу силу, а також запобігає тому, що деякі роботи будуть пропущені, забуті, дозволяє з мінімальними витратами сил та часу організувати весь комплекс робіт зі створення нової технології.

До основних параметрів сіткового графіка належать: $t(L)$ – довжина шляху; $t(L_{kp}) = T_{kp}$ – довжина критичного шляху; $R(L)$ – резерв часу шляху; T_{pj} – ранній термін завершення події; T_{nj} – пізній термін завершення події; R_j – резерв часу завершення події; R_{nij} – повний резерв часу роботи; R_{bij} – вільний резерв часу роботи; K_{Hij} – коефіцієнт напруженості роботи.

Розрахунок сіткової моделі можна проводити секторним методом, тобто безпосередньо на самому графіку. Тоді події викреслюються дещо більшого розміру і кожна з них ділиться на чотири сектори, в які записують інформацію (рис. 3): верхній сектор – номер події; лівий сектор – ранній початок подальшої роботи (Б) і ранній термін здійснення події j ; правий сектор – пізнє закінчення роботи (А) і пізній термін здійснення події j ; нижній (резервний) сектор використовуємо для додаткової інформації (у нашому випадку для запису похибки виконання даної події Δ_j j -го післядрукарського процесу).

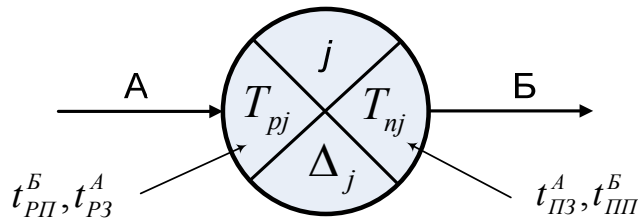


Рис. 3. Фрагмент розрахунку сіткової моделі секторним способом (на графіку)

На рис. 4 наведено, побудований на базі системи сіткового планування та управління (СПУ), фрагмент фазової моделі технологічного ланцюжка ЦРП при обробці друкованої продукції на стадії післядрукарських процесів.

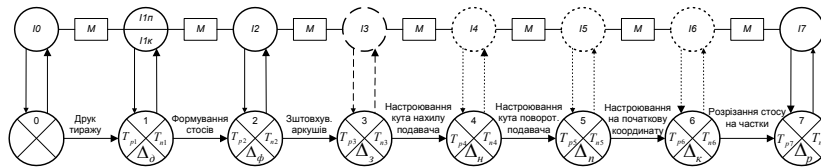


Рис. 4. Фрагмент фазової моделі технологічного ланцюжка ЦРП післядрукарських процесів при обробці друкованої продукції: Верхня лінія – інформаційна система підтримки робочого потоку; нижня лінія – матеріальний робочий потік: 1- процеси друку; 2 – формування стосу заданого обсягу (1000 аркушів); 3 – зітовування аркушів у стосі; 4 – настроювання кута нахилу гребінки подавача одноножових паперорізальних машин; 5 – настроювання кута повороту подавача; 6 – настроювання на початкову координату подавача; 7 – процеси розрізання друкованої продукції

У поліграфічному виробництві значний обсяг робіт займають операції попереднього настроювання (переналагодження) обладнання та машин на новий тираж [6,8,10]. На деяких поліграфічних машинах час переналагодження є сумірним, а іноді перевищує час основної роботи машини. Тому на сітвовій моделі для підкреслення їх важливості та значимості операції переналагодження обладнання доцільно виділяти в окремі події.

Системи СПУ вимагають свого технічного забезпечення [14]. Технічні засоби системи СПУ служать для реалізації сукупності прийнятих в системі методів та алгоритмів управління. Основне їх призначення полягає в забезпеченні керівників та виконавців систематизова-

ною інформацією, яка необхідна для вироблення та прийняття рішень з управління виробничим процесом. Технічні засоби систем СПУ вміщують у собі комплекс засобів реєстрації, передачі, обробки, приймання, відображення, розмноження та зберігання інформації. Їх вміст визначає рівень автоматизації процесів управління, трудомісткість та терміни переробки інформації, а також витрати на їх створення та експлуатацію системи СПУ.

Отже основні функції вказаних технічних засобів відносяться до функцій створення інформаційного забезпечення ЦРП.

Поєднання виробничих машин одна з одною та об'єднання управляючих дій (для машин та ділянок виробництва) здійснюється за допомогою мережі. Це сприяє дальшому підвищенню продуктивності та зниженню витрат. За допомогою мережі можливі також попередні настроювання машин на завдання виробничих параметрів. У даний час управління післядрукарськими машинами здійснюється переважно за допомогою пульта.

Таким чином технічний рівень сучасних друкарень можна оцінювати за рівнем впровадження та розвитку виробничих локальних мереж. Наявність або відсутність можливого на сучасний момент реального з'єднання ліній мереж до обладнання при виконання тих чи інших технологічних операцій на сітьовій моделі позначені відповідно суцільними та штриховими лініями і які є додатковим елементом до даної сітьової моделі.

У поліграфічній промисловості мережі створюють на основі СР4 та стандарту JDF/JMF. З появою JDF/JMF в поліграфії, створено стандарт, який дозволяє з'єднувати в собі адміністративні та виробничі процеси з двонапрямним їх зв'язком. Мета мережевого виробництва полягає в оптимізації та автоматизації робочих кроків.

3. АНАЛІЗ ПРОБЛЕМ ПРИ СТВОРЕННІ ЦРП ПІСЛЯДРУКАРСЬКИХ ПРОЦЕСІВ

Післядрукарські процеси у порівнянні з іншими (додрукарськими та друкарським) відрізняються найменшою ступеню автоматизації. Автоматизація післядрукарських процесів в основному зведена до створення локальних систем управління окремими післядрукарськими процесами. Тому в області післядрукарських процесів приймають заходи із впровадження комп'ютерного керування виробничими процесами, щоби і ця частина обробки не стала «вузьким місцем» у виготовленні друкованої продукції.

Наведемо основні проблеми, які на сучасному етапі стримують створення наскрізних ЦРП.

1. Відсутність засобів автоматизованого контролю та керування точністю зштовхування аркушів у стосі на віброзштовхувачах [11].

2. Малопродуктивне та відносно неточне ручне (неавтоматизоване) вимірювання та настроювання на координату обрізної мітки подавача на одноножевих паперорізальних машинах різальником при операціях підрізання стосу аркушів [2,6]. На практиці координати обрізної мітки від краю аркуша вимірюються переважно звичайною металевою лінійкою з дискретністю відліку 1 мм і визначаються за одним показом вимірювання. У цей же час коли сучасні системи числового програмного керування вказаними машинами забезпечують точність позиціонування стосів в межах 0,01 мм.

3. Малопродуктивне та відносно неточне ручне вимірювання та настроювання кута повороту подавача докола вертикальної вісі на одноножевих паперорізальних машинах у випадках коли друковане зображення не паралельне стороні вирівнювання (при наявності на вказаних машинах відповідних механізмів регулювання).

4. Малопродуктивне та відносно неточне ручне вимірювання та настроювання кута нахилу гребінки подавача щодо поверхні стола на одноножевих паперорізальних машинах різальником (при наявності на вказаних машинах відповідних механізмів регулювання) [10].

5. Малопродуктивне та відносно неточне ручне вимірювання та настроювання на низку координат фальцювання аркушів на фальцювальних машинах та візуальне неавтоматизоване їх регулювання. На фальцювальних машинах настроювання машини здійснюється машиністом за візуальним контролем точності розташування корінцевих міток на фальцах зошитів. Це дуже важка операція, оскільки точну настройку можна здійснити за достатньо великою вибіркою та її аналізом [9].

6. Як наслідок неточного фальцювання аркушів зменшується ефективність автоматизованого контролю правильності комплектування книжкових блоків за корінцевими мітками на підбиральних машинах [8].

4. ВИСНОВКИ

1. З погляду системного підходу запропоновані геометричні моделі видавничої та друкованої продукції та визначені їх конструктивні характеристики на стадії післядрукарських процесів.

2. Побудована, на базі системи СПУ, фазова модель технологічного ланцюжка ЦРП (digital workflow) післядрукарських процесів, яка є відносно простою, зручною для розрахунків та аналізу робочих потоків і при використанні спеціального програмного забезпечення (напри-

клад Microsoft Office Project 2003 та інш.) на ПК забезпечує можливість експериментування в пошуках найкращого рішення та прогнозування досягнення кінцевої мети без зривів у ході виконання завдання.

3. Визначені основні технологічні процеси попереднього настроювання обладнання та машин, які після їх автоматизації, забезпечать реалізацію ЦРП на стадії післядрукарських процесів.

1. Аникина К. А. *Сетевое планирование в полиграфии*. М., Книга. 1974.-90 с.
2. Воробьев Д. В. *Чем подрезка отличается от разрезки и где они сталиквоятся*. // *Курсив* № 2-98, с. 42-48.
3. Гельмут Киппхан. *Энциклопедия по печатным средствам информации. Технологии и способы производства / Гельмут Киппхан; пер. с нем.* – М.: МГУП, 2003, - 1280 с.
4. Гехман Чак. *Рабочий поток /Чак Гехман; Пер. с англ. Е.Н.Зверева, А.Н.Коваленко; Под ред. А.Н.Коваленко.* – М.: МГУП. 2004. -252с.
5. Дитрих Я. *Проектирование и конструирование: системный подход*. Пер. с польск.- М., Мир. 1981. – 456 с.
6. Казьмірович Р.В. *Аналіз та синтез похибки переміщення стосу на одноножєвих паперорізальних машинах /ОПРМ/ з ЧПК // Поліграфія і видавнича справа: Наук.-техн. зб.-Львів: УАД, 1994.-№29.-С.113-118.*
7. Казьмірович О.Р., Казьмірович Р.В. *Про оцінку точності розташування корінцевих міток на фальцах книжкових блоків // Наукові записки УАД: Наук.- техн. Зб. – Львів:УАД, 1999.- Випуск 1, - С.60-62.*
8. Казьмірович О., Казьмірович Р. *Автоматизація настроювання на тираж аркушовивідних пристроїв підбиральних машин // Комп'ютерні технології друкарства: Зб. наук. пр. - Львів: УАД, 2000. - №5. - С.156-160.*
9. Казьмірович О., Казьмірович Р. *Аналіз точності розташування корінцевих міток на фальцах зошитів за довжиною книжкового блока та оптимізація їх розмірів // Комп'ютерні технології друкарства: Зб. наук. пр. - Львів: УАД, 2001. - №6. - С. 156-160.*
10. Казьмірович Р., Малачівський П. *Визначення оптимального нахилу подавача одноножєвих паперорізальних машин // Комп'ютерні технології друкарства: Зб. наук. пр. - Львів: УАД, 2006. - №. 16- С.289-296.*
11. Казьмірович Р., Казьмірович О. *Розрахунок величини корекції похибок зитовхування друкованих аркушів у стосі при їх підрізанні // Комп'ютерні технології друкарства: Зб. наук. праць. – Львів: УАД, 2009. №21 - С.235-241.*
12. Коваленко А. *Управление рабочими потоками в полиграфии // Полиграфия, 2005, №6. – С. 81-81.*
13. Кузьмин Б. *Полиграфия на Международной выставке „Этикетка/LabelShow-2003” Полиграфия №1. 2003 с. 7-8.*
14. *Основные положения по разработке и применению систем сетевого планирования и управления. Изд. 3-е, перераб. и доп. М., “Экономика”. 1974. - 216 с.*
15. Хведчин Ю.И. *Подготовка стопы и организация рабочего места на резальной машине. Businessprint. №5 (29) 2003. с.24-29.*