

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
Видавничо-поліграфічний інститут
Кафедра технології поліграфічного виробництва

«На правах рукопису»
УДК 655.35:655.366

«До захисту допущено»
В. о. завідувача кафедри
_____ Т. А. Роїк
«__» _____ 2020 р.

Магістерська дисертація
на здобуття ступеня магістра
за освітньо-професійною програмою
«Технології друкованих і електронних видань»
зі спеціальності 186 Видавництво та поліграфія
на тему: «Поліграфічне підприємство з виготовлення паковань
з дослідженням технології глибокого друку»

Виконала:

студентка II курсу, групи СТ-91мп
Рощина Олена Євгеніївна
(ПІБ студента)

Науковий керівник:

доцент, к.т.н., доцент Зоренко О. В.
(науковий ступінь, посада, ПІБ керівника)

Консультант з економічної частини:

доцент, к.т.н., доцент Шендерівська Л. П.
(розділ консультування, науковий ступінь, посада, ПІБ консультанта)

Рецензент:

доцент, к.т.н., доцент Скиба В. М.
(науковий ступінь, посада, місце роботи, ПІБ рецензента)

Засвідчую, що у цій магістерській
дисертації немає запозичень з праць
інших авторів без відповідних
посилань.
Студентка _____

Київ – 2020

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Видавничо-поліграфічний інститут
Кафедра технології поліграфічного виробництва**

Рівень вищої освіти другий (магістерський) за освітньо-науковою програмою
Спеціальність (освітня програма) 186 Видавництво та поліграфія
(«Технології друкованих і електронних видань»)

ЗАТВЕРДЖУЮ

В. о. завідувача кафедри

_____ Т. А. Роїк

«__» _____ 2020 р.

ЗАВДАННЯ
на магістерську дисертацію студентці
Рощиній Олені Євгеніївні

1. Тема дисертації «Поліграфічне підприємство з виготовлення паковань з дослідженням технології глибокого друку», науковий керівник дисертації Зоренко О. В., к.т.н., доцент (ПБ, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від «03» 11 2020 р. № 3201

2. Термін подання студентом дисертації «__» _____ 20__ р.

3. Об'єкт дослідження технологічний процес виготовлення паковань глибоким способом друку.

4. Предмет дослідження — параметри друкарського процесу, які впливають на якість виготовлення паковань.

5. Перелік завдань, які потрібно розробити: проаналізувати і визначити перспективні напрями розвитку сучасних технологічних процесів виготовлення паковань глибоким методом друку. Оптимізувати технологічний процес друкування паковань глибоким методом.

6. Орієнтовний перелік графічного (ілюстративного) матеріалу: класифікаційна схема технологій та матеріалів гнучких паковань. Технологічна блок-схема процесу друкування паковань глибоким методом. Результати проведених досліджень. Алгоритм процесу друкування паковань глибоким методом. Планування друкарської ділянки запроектованого поліграфічного підприємства глибокого друку.

7. Орієнтовний перелік публікацій:

1. Рощина Олена. Тенденції використання глибокого способу для друкування безкінечної продукції / Олена Рощина // Тези доповідей 18-ї міжнародної науково-технічної конференції студентів і аспірантів «Друкарство молоде». Київ: КПІ ВПІ, 2018. С. 37–38.

2. Рощина Олена. Тенденції зменшення впливу фарб глибокого способу друку на навколишнє середовище / Олена Рощина // Тези доповідей 19-ї міжнародної науково-технічної конференції студентів і аспірантів «Друкарство молоде». Київ: КПІ ВПІ, 2019. С. 122–125.

8. Консультанти розділів дисертації

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Економічна частина	к.т.н., доцент Шендерівська Л. П.		

9. Дата видачі завдання «01» вересня 2020 р.

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Термін виконання етапів магістерської дисертації	Примітка
1	Вступ	01.09.2020 р.	
2	Сучасні тенденції випуску паковань глибоким методом друку	14. 09.2020 р.	
3	Методика проведення експериментальних досліджень	30.09.2020 р.	
4	Результати дослідження	25.10.2020 р.	
5	Розроблення рекомендацій з вдосконалення кольоровідтворення паковань глибоким методом	05.11.2020 р.	
6	Проект технологічного процесу із застосуванням результатів досліджень	27.11.2020 р.	
7	Розробка стартап-проекту	05.12.2020 р.	
8	Оформлення пояснювальної записки та графічного матеріалу	12.12.2020 р.	
9	Здача проекту на кафедру для рецензування	14.12.2020 р.	

Студентка

Рощина О. Є.

Науковий керівник дисертації

Зоренко О. В.

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до магістерської дисертації на тему: «Поліграфічне підприємство з виготовлення паковань з дослідженням технології глибокого друку», містить 95 сторінок комп'ютерного складання, 17 рисунків, 33 таблиці, 72 літературних джерела.

Досліджено вплив параметрів друкарського процесу глибокого методу на якість кольоровідтворення паковань задля розробки пропозицій щодо випуску якісної багатофарбової друкованої продукції. Розроблено класифікацію технологій та матеріалів для виготовлення гнучких паковань, блок-схему технологічних етапів виготовлення гнучких паковань із застосуванням глибокого друку, детальний алгоритм процесу друкування глибоким методом, надано рекомендації з вдосконалення кольоровідтворення. Розраховано технологічні показники промислового завдання. Обґрунтовано техніко-економічні показники проекту.

Ключові слова: глибокий метод друку, гнучке пакування, кольоровідтворення, дослідження показників якості, технічні розрахунки, економічні розрахунки.

RESUME

Explanatory note to the master's dissertation on the topic: "Printing company for the production of packaging with the study of intaglio printing technology", contains 95 pages of computer compilation, 17 drawings, 33 tables, 72 literature sources.

The influence of the parameters of the gravure printing on the quality of color reproduction of packages for the development of proposals for the production of high - quality multicolor printed products has been studied. The classification of technologies and materials for the production of flexible packaging, a block diagram of the technological stages of manufacturing flexible packaging using gravure printing, a detailed algorithm for the process of printing by gravure method, make recommendations for improving color reproduction. Technological indicators of the industrial task are calculated. The technical and economic indicators of the project are substantiated.

Key words: gravure printing, flexible packaging, color reproduction, research of quality indicators, technical calculations, economic calculations.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	9
1. СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ ВИПУСКУ ПАКОВАНЬ ГЛИБОКИМ МЕТОДОМ ДРУКУ	11
1.1. Сучасний стан випуску паковань глибоким методом друку	11
1.2. Устаткування та витратні матеріали для виготовлення паковань глибоким методом	14
1.2.1. Способи друку для виготовлення гнучкого пакування.....	14
1.2.2. Структура та матеріал гнучкого пакування.....	16
1.2.3. Друкарська фарба	18
1.2.4. Технології виготовлення багатошарової плівки	20
1.3. Технологічні особливості виробництва паковань глибоким методом	21
1.4. Завдання дослідження.....	25
Висновки до розділу 1	25
2. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ	26
2.1. Об'єкти дослідження.....	26
2.2. Методика вимірювання.....	26
Висновки до розділу 2.....	26
3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ	27
3.1. Вимірювання градаційного діапазону.....	27
3.2. Вимірювання оптичної густини та колірних показників плашок	30
Висновки до розділу 3.....	32
4. ПРОЕКТ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ	34
4.1. Вибір друкарського устаткування	34

4.1.1 Вибір друкарської машини глибокого способу друку	34
4.1.2 Вибір друкарської машини флексографічного способу друку.....	36
4.2. Вибір додрукарського апаратного і програмного забезпечення	37
4.2.1. Вибір апаратного і програмного забезпечення для додрукарської підготовки	37
4.2.2. Вибір технології гравіювання формних циліндрів	39
4.2.3. Вибір обладнання для виготовлення формних циліндрів.....	40
4.2.4. Вибір обладнання для виготовлення флексографічних друкарських форм	41
4.3. Вибір післядрукарського обладнання	42
4.3.1. Вибір обладнання для виготовлення багатошарової плівки.....	42
4.3.2. Вибір обладнання для розрізки напівфабрикату.....	43
4.4. Маршрутно-технологічна карта.....	44
4.5. Алгоритм процесу друкування	47
Висновки до розділу 4.....	54
5. РОЗРАХУНОК РОЗГОРНУТОГО ПРОМИСЛОВОГО ЗАВДАННЯ.....	55
5.3. Планування виробничих приміщень	60
Висновки до розділу 5.....	61
6. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ПРОЕКТУ	62
Висновки ро розділу 6.....	72
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	73
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	75

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

ВПП КПІ ім. Ігоря Сікорського — Видавничо-поліграфічний інститут
Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського;

ДФ — друкарська форма;

ЕМГ — електро-механічне гравіювання;

НЛГ — непряме лазерне гравіювання;

ПЕ — поліетилен;

ПЕТФ — поліетилентерефталат;

ПК — персональний комп'ютер;

ПЛГ — пряме лазерне гравіювання;

Ф — фольга;

ФЦ — формний циліндр;

ВОРР — двовісноорієнтований поліпропілен;

ECG — Extended Color Gamut (розширена кольорова гамма);

ERA — Європейська асоціація глибокого друку;

GfK — Growth from Knowledge market research institute;

NC-фарба — друкарська фарба на основі нітроцелюлози;

PE — поліетилен;

PET — поліетилентерефталат;

PU-фарба — друкарська фарба на основі поліуритану.

SB клей — клей на основі розчинників;

SF клей — клей без розчинників;

WB клей — клей на водній основі.

ВСТУП

Актуальність теми: останнім часом поліграфічний ринок має тенденції до зменшення накладів книжково-журнальної продукції, але тим не менш спостерігається стрімкий ріст попиту на виготовлення різноманітних паковань, в тому числі і гнучких [1], тому, вибір теми є досить актуальним.

З часом змінюються потреби суспільства, змінюються товари та продукти, а з ними, відповідно, і пакування для них. Таким чином сьогодні ключове значення відіграє як оригінальний дизайн та конструкція пакування, так і можливість стабільного тривалого зберігання продукту. Нормою вже стали продукти розфасовані порційно або поштучно, які вимагають ще більше паковань. Одночасно з тим росте вагомість екологічно чистого та відповідального виробництва [2-5].

Зважаючи на особливості та устрій сучасного суспільства [5] було прийняте рішення спроектувати підприємство з виготовлення саме гнучкого пакування, орієнтованого на високі стандарти якості друку.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Вибраний напрям досліджень пов'язаний з планами науково-дослідної роботи кафедри ТПВ «Технологічне забезпечення контактних методів друку», номер державної реєстрації 0119U103555 від 29.10.2019 р. Роль автора у аналізі та систематизації науково-технічної та патентної інформації.

Мета і задачі дослідження: проаналізувати й визначити перспективні напрями розвитку сучасних технологій виготовлення паковань глибоким методом друку. Дослідити вплив чинників процесу друкування на якість кольоровідтворення паковань задля розробки пропозицій з оптимізації процесу виготовлення якісної паковальної продукції глибоким методом друку.

Об'єкт дослідження: технологічний процес виготовлення паковань глибоким способом друку.

Предмет дослідження: параметри друкарського процесу, які впливають на якість виготовлення паковань.

Методи дослідження: об'єктивні методи оцінки денситометричних показників якості друкованих відбитків.

Наукова новизна отриманих результатів: досліджено якість друкування глибоким методом задля встановлення чинників впливу на кольоровідтворення та розробки пропозицій щодо оптимізації процесу виготовлення пакування, яке не тільки відповідатиме технологічним вимогам запакованого продукту але і естетичним вподобанням споживачів.

Практичне значення одержаних результатів: запроектовано сучасне підприємство з виготовлення пакувань глибоким методом друку на підставі проведених теоретичних і експериментальних досліджень та виконаних економічних розрахунків.

Апробація результатів роботи. Основні результати роботи апробовані на 18-й, 19-й міжнародній науковій-технічній конференції студентів і аспірантів «Друкарство молоде» (Київ, 17-19 квітня 2018 р.; Київ, 02-04 квітня 2019 р.).

1. СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ ВИПУСКУ ПАКОВАНЬ ГЛИБОКИМ МЕТОДОМ ДРУКУ

1.1. Сучасний стан випуску паковань глибоким методом друку

Глибокий спосіб друку - це класичний спосіб друку для довгих тиражів, оскільки він гарантує стабільну якість друкування та яскравість кольорів, як жоден інший спосіб не може. Тому він ідеально підходить для виробництва журнальної продукції з великими накладками, а також виробництва плівкової упаковки для харчових продуктів, закусок, кондитерських виробів та фармацевтичних препаратів, а також виготовлення декоративного паперу, ламінату та меблів [6-8].

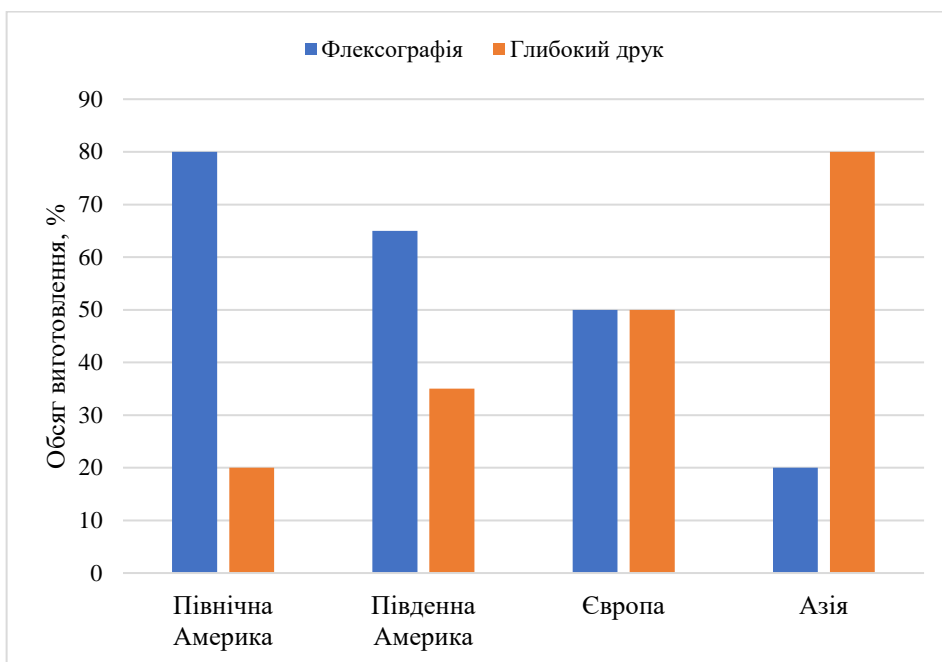


Рисунок 1.1 — Відсоткове співвідношення застосування флексографічного і глибокого друку

На відміну від ринку журнальної продукції, ринок гнучких паковань розвивається динамічно. Це особливо помітно в Азії, де глибокий друк має частку ринку до 80% особливо в гнучкій упаковці (рис. 1.1) [6].

В останні роки для глибокого друку спостерігалось зростання, особливо в Європі та південно-східній Азії, де експлуатуються майже 1500 друкарські машини глибокого способу друку, вдвічі більше, ніж у Європі (рис. 1.2, 1.3) [6-7].

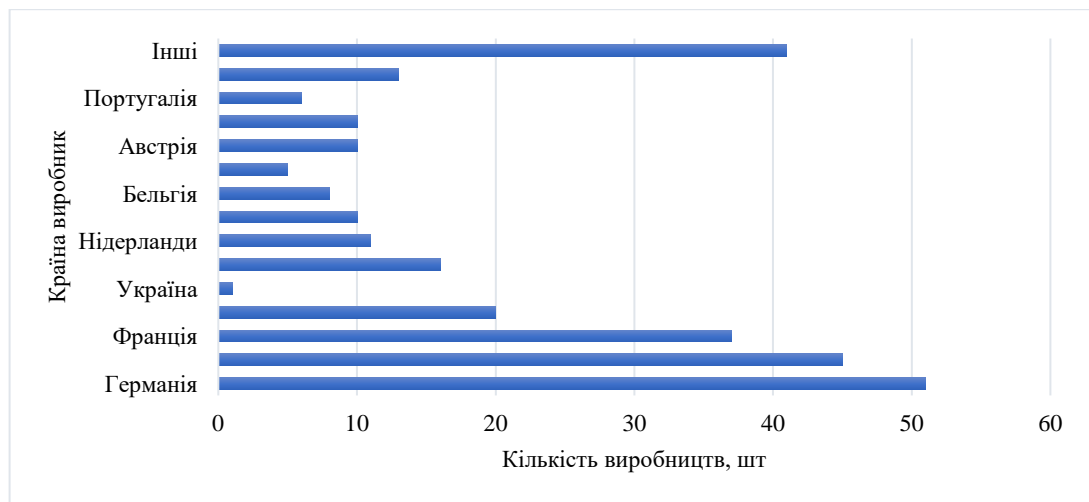


Рисунок 1.2 — Підприємства по виготовленню гнучких паковань

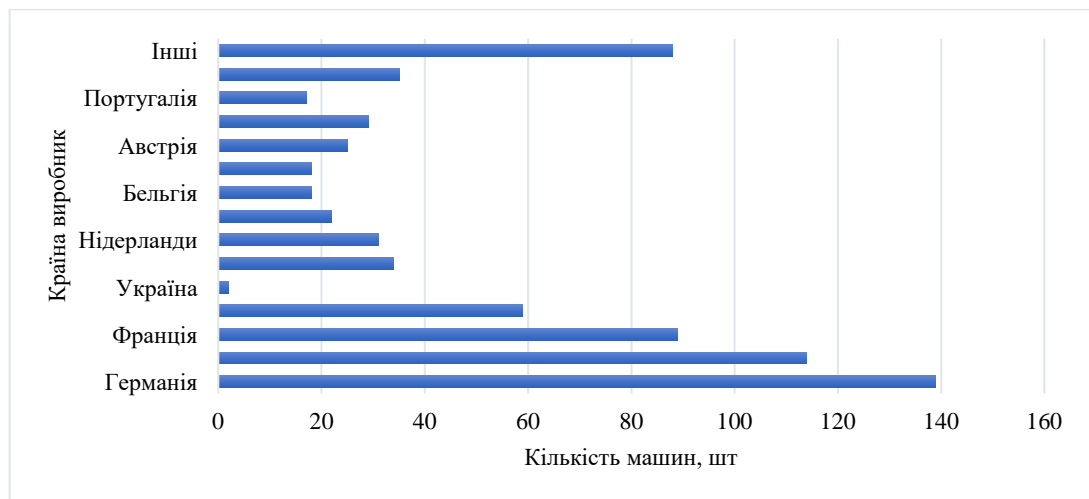


Рисунок 1.3 — Машини глибокого способу друку застосовані для виготовлення гнучких паковань

Це може бути пояснено тим фактом, що ринок паковань росте і частка пластмас у ньому також збільшується (рис. 1.4), бо має ряд беззаперечних переваг для замовників:

1. забезпечує збереженість продукту;
2. здешевлює пакування та вартість логістичних операцій;
3. забезпечує довгострокове збереження товарного виду пакування [2-8].

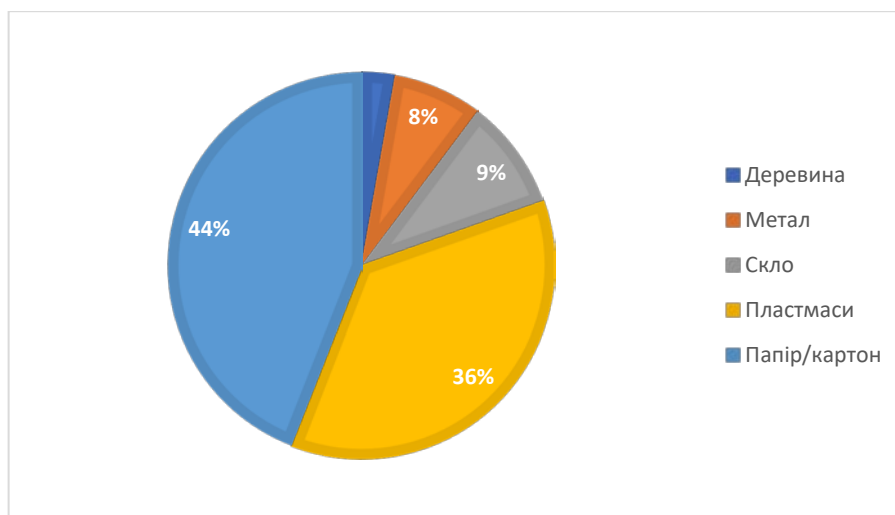


Рисунок 1.4 — Співвідношення використовуваних матеріалів

Стосовно участі глибокого способу друку у виготовленні пакувань були неодноразово проведені опитування серед замовників у 2001, 2006 та 2013 роках інститутом GfK замовлені Європейської асоціацією глибокого друку (ERA). Дослідження показали, що 8 із 10 компаній обирають глибокий друк через його якість та стабільність при друці великих тиражів. Але також опитування 2013 року показало, що спостерігається тенденція до змін оформлення пакувань відповідно до сезонних подій. Саме тому ведуться розробки в галузі стандартизації глибокого та флексографічного друку за рахунок скорочення використання сумішевих фарб, а натомість перейти на використання ECG (рис. 1.5) [6, 9-13].

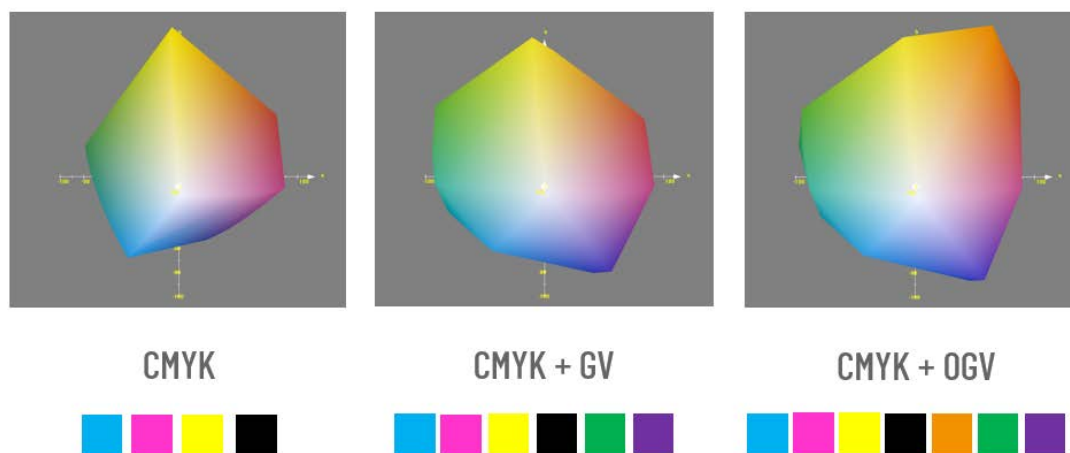


Рисунок 1.5 — Кольорове охоплення ECG (CMYK+OGV) порівняно з CMYK

1.2. Устаткування та витратні матеріали для виготовлення паковань глибоким методом

На рисунку 1.6 наведено класифікацію використовуваних технологій та матеріалів для виготовлення як напівфарбикатів гнучких паковань так і формування їх в готове до фасування продукту пакування.

1.2.1. Способи друку для виготовлення гнучкого пакування

Таблиця 1.1—Експертний вибір варіанту технологічного процесу

№	Фактори оцінки	Величина критерію для варіантів технологічного процесу		Вага критерію
		Флексографічний спосіб друку	Глибокий спосіб друку	
1	Перспективи розвитку	8	4	6
2	Тиражестійкість форм	4	10	7
3	Доступність матеріалів	9	7	8
4	Якість зображення протягом друкування тиражу	6	10	8
5	Швидкість друкування великих накладів	7	10	8,5
6	Трудомісткість друкування великих накладів	6	9	7,5
7	Швидкість/трудомісткість виготовлення форм	8	3	5,5
8	Стабільність кольору	6	10	8
9	Можливість повторного тиражування	3	10	6,5
10	Складність додрукарської підготовки	6	10	8
11	Величина узагальненого критерію	460	624	

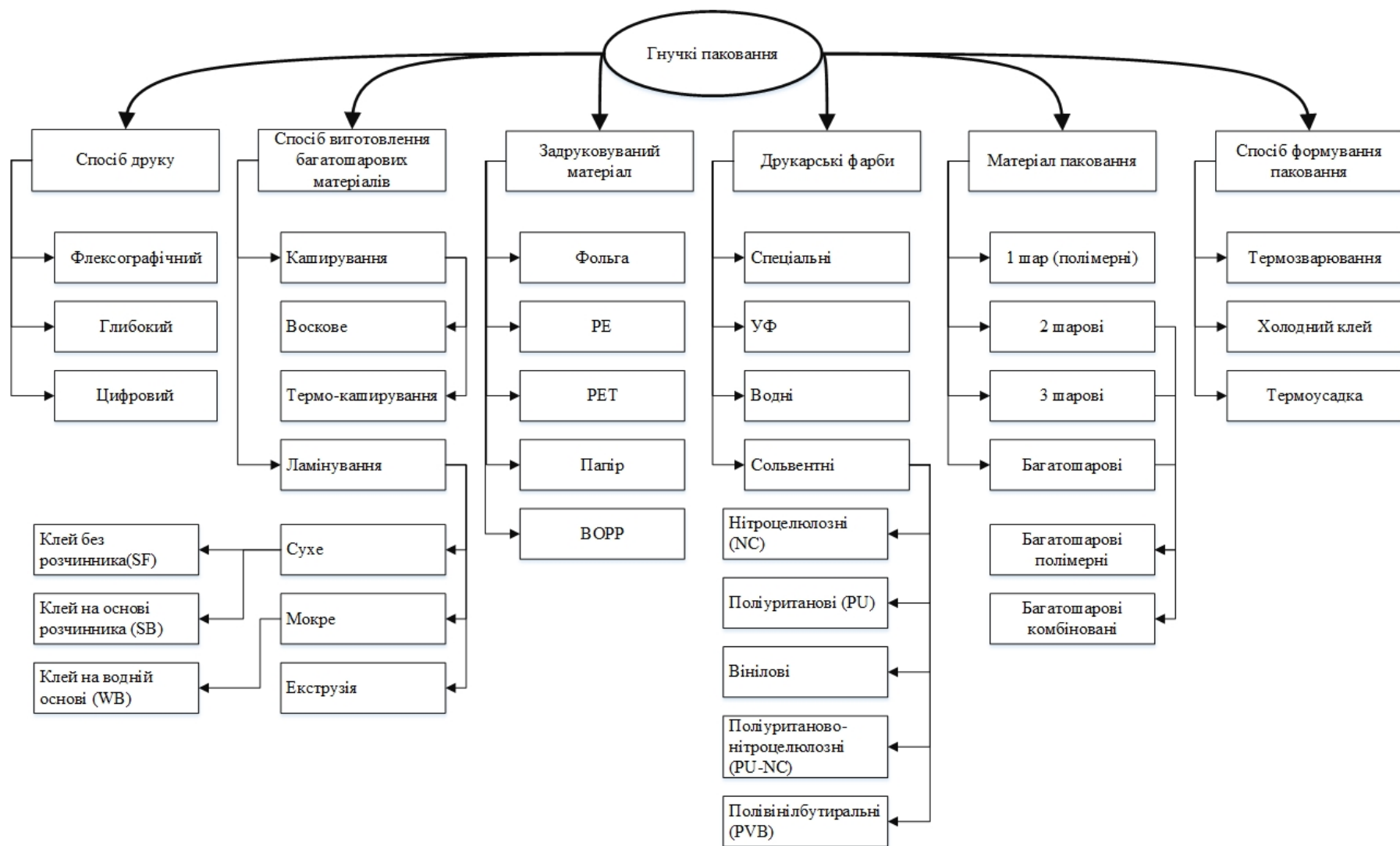


Рисунок 1.6 — Класифікація застосовуваних технологій та матеріалів для виготовлення гнучких пакувань

Для друку гнучких паковань великими тиражами використовують глибокий або флексографічний друк. У таблиці 1.1 наведені порівняльні результати експертного вибору.

Згідно з таблицею 1.1, перевагами глибокого способу друку є тиражостійкість форм та стабільність, якість і швидкість друкування, та однозначно можливість повторних тиражів з вже виготовлених формних циліндрів. Формні циліндри глибокого способу друку відрізняються високою стійкістю до розчинників в фарбі та відмінною повторюваністю кольору від тиражу до тиражу, навідміну від форм флексографічного способу друку, для яких повторне використання є неможливим через навантаження на форму під час її демонтажу та чутливість до використовуваних у фарбі розчинників. Саме тому для паковань з високими стандартами якості друку, великими обсягами продажів та майже незмінним оформленням макету, глибокий спосіб друку підійде найкраще [14-19].

Якщо говорити про застосування флексографічного друку, то завдяки своїй оперативності виготовлення друкарських форм та їх відносній дешевизні і останнім часом гарним показникам якості друкарських відбитків займає свій обширний сегмент гнучких паковань для таких товарів, як, наприклад, чіпси чи сухі сніданки, пакування яких викидають майже одразу [7, 14-15].

В свою чергу використання гільзових формних циліндрів в машинах глибокого способу друку пришвидшує їх виготовлення і монтаж на друкарську машину, що суттєво пришвидшує процес зміни тиражу на друкарській машині та загалом виготовлення замовлення [16, 20].

1.2.2. Структура та матеріал гнучкого пакування

Як наведено на рисунку 1.6 гнучке пакування може бути виготовлене з одного шару на якому міститься зображення, або з декількох шарів, як виключно полімерних, так і комбінованих. Питання кількості та матеріалу шарів пакування залежить перед усім від

товару, який необхідно запакувати, від умов його життєвого циклу та технологічних аспектів його виготовлення та формування готового пакування [21-24].

Наприклад, гнучке пакування для гумових рукавичок для прибирання може бути виготовлене з одношарової плівки, але такі продукти, як спеції чи сухі напої, наприклад, вимагають пакувань з гарними бар'єрними властивостями, тому використовуються багат шарові матеріали у складі яких є шар алюмінієвої фольги [22-25].

Таким чином, для виготовлення гнучких пакувань найчастіше використовуються:

1. Поліетилен (PE):

- a) високий коефіцієнт розтягу;
- b) неможливе розкладання біологічним способом;
- c) гарні показники термозварювання;
- d) стійкий до лугів та кислот;
- e) стійкий до 80-110 °C
- f) низька газо- та вологонепроникність.

2. Поліетилентерефталат (PET):

- a) високі показники прозорості та блиску;
- b) стійкий до 300 °C;
- c) низька газо- та вологопроникність;
- d) легко задруковується.

3. Алюмінієва фольга:

- a) високі бар'єрні показники до кисню, води та світла;
- b) для задруковування необхідне попереднє нанесення праймеру.

4. двовісноорієнтований поліпропілен (BOPP):

- a) стійкий до кислот рослинного походження, жирів та цукру;
- b) не має запаху;
- c) стійкий до низьких температур;
- d) міцна структура, стійка до механічних впливів;
- e) гарно задруковується;

f) стійкий до бактерій та грибків.

Є очевидним, що проникність полімерних матеріалів до газів, перш за все кисню і водяної пари, є головним фактором, що впливає на терміни та якість збереженості упакованого товару, тому замовник часто обирає варіант саме багатошарової плівки.

Структура багатошарового плівкового матеріалу складається з:

1. Для внутрішнього шару гнучких багатошарових пакувань, в більшості випадках обирають саме РЕ, бо він найкраще підходить для скріплення термозварюванням, бо забезпечує чудову міцність шву. А також у випадках використання алюмінієвої фольги, як одного з шарів, слугує бар'єром між нею та запакованим продуктом.
2. Якщо запакований продукт має агресивні складники або сильні запахи, які необхідно зберегти, в такому випадку використовується алюмінієва фольга в якості внутрішнього шару, або можливе використання металізованих матеріалів, в залежності від необхідних параметрів.
3. Для зовнішнього шару зазвичай обирають матеріал, який має гарні друкарські властивості, з необхідними міцнісними, бар'єрними та оптичними характеристиками – РЕТ або ВОРР. І задруковуватися може і з зовнішньої сторони і з внутрішньої.

Але підвищення бар'єрних властивостей плівкових матеріалів може здійснюватися як за рахунок збільшення товщини бар'єрних шарів [26], так і збільшення кількості шарів в структурі плівки. В цьому випадку орієнтуються саме на вартість пакування.

1.2.3. Друкарська фарба

При виборі матеріалів для пакування, в тому числі і друкарської фарби, треба зважати на вимоги та особливості продукції відносно проектного пакування. Косметична продукція, сухі напої та спеції, корми для тварин гарячого фасування, висувають високі вимоги до бар'єрних властивостей матеріалів пакувань та їхньої нерозчинності в агресивному середовищі продукту, також фарби повинні забезпечувати відсутність залишкових розчинників та запахів і ні в якому випадку складники фарби не

повинні мігрувати у продукт [27-31].

Також вирішальне значення має спроектована структура матеріалу та його післядрукарська обробка.

Оскільки друк з внутрішньої сторони плівки, по відношенню до зовнішнього світу, показав найкращі результати збереженості товарного виду пакувань, то при виборі друкарської фарби орієнтуємося, як варіант, не тільки на друк з зовнішньої сторони пакування, але і на використання технології друкування з внутрішньої сторони плівки.

Оскільки часто в подальшому відбувається каширування віддрукованих напівфабрикатів, то очевидно, що друкарська фарба має задовольняти високі вимоги до термостійкості та не втрачати своїх якісних та кольорних характеристик під час каширування. Також задля забезпечення не тільки якісного процесу виготовлення багат шарової плівки, але і забезпечення бар'єрних властивостей майбутнього пакування, у складі друкарської фарби мають бути відсутні такі складники як: воски, модифікатори коефіцієнта тертя (злипання), антистатики [29].

Порівнюючи водо- та спирторозчинні фарби можна сказати, що перші, ще потребують вагомих вдосконалень, бо залишаються ще невирішеними питання енергомісткості їхньої сушки, трудомісткості їх видалення з формних циліндрів після закінчення друкування тиражу, швидкості друкування, хімічної та механічної стійкості та головне непригодності до виготовлення ламінатів [32-36].

Друкарська фарба може поставлятися у двох видах: готова і у вигляді пігментного концентрату і технолаку. Зважаючи на економічні та технологічні особливості кожного виду, такі як необхідна кількість складської площі, собівартість, можливість оперативного коригування та можливості широкого користування, якщо дозволяють технічні можливості то вигідніше використовувати саме пігментні концентрати [27-31].

Виходячи з вище написаного перспективним є використання друкарської фарби на основі розчинників. І говорячи про спирторозчинні фарби є два варіанти: нітроцелюлозні та поліуританові, які мають можливість ламінування методом екструзії (табл. 1.2).

Таблиця 1.2 — Порівняння сольвентних друкарських фарб для виготовлення гнучкого пакування

№	Фактори оцінки	Величина критерію для типів друкарських фарб		Вага критерію
		NC	PU	
1	Можливість поверхневого друку	10	2	6
2	Можливість використання для флексодруку	10	1	5,5
3	Спектр задруковуваних матеріалів	7	10	8,5
4	Міцність ламінування	9	10	9,5
5	Забезпечення низького утримування розчинника	9	10	9,5
	Величина узагальненого критерію	345,5	292,5	

1.2.4. Технології виготовлення багатошарової плівки

З точки зору забезпечення якісних характеристик запакованого продукту до матеріалу пакування висувають жорсткі вимоги і для цього використовують саме багатошарові композитні полімерні матеріали. Саме тому існує багато способів виготовлення цих матеріалів, тому що у кожній технології є свої особливості і не тільки економічні чи технологічні, але і матеріаломісткі.

Говорячи про технології, які дають можливість використовувати задруковані матеріали є три способи: клейова з розчинником, без розчинника та екструзійна ламінація. За допомогою третього способу можливе виготовлення матеріалу з кращими бар'єрними властивостями, тому що технологія передбачає нанесення шару розплаву поліетилену в якості адгезиву між скріплюваними шарами, в результаті чого він служить як додатковий бар'єрний шар. Але у цієї технології є суттєві недоліки, такі як швидкість ламінування, матеріаломісткість та занадто довгий технологічний час [22-24, 37-38].

Саме тому для виготовлення багатошарового полімерного матеріалу частіше обирають технологію клейового ламінування. Ця технологія має підвиди залежно від виду клею: клей на водній основі (WB), на основі розчинників (SB) та без розчинників (SF). Клеї на водній основі використовуються лише для матеріалів на паперовій основі [37-38].

Таблиця 1.3 — Порівняння технологій клейового ламінування

№	Фактори оцінки	Величина критерію для варіантів технологічного процесу		Вага критерію
		SB	SF	
1	Екологічність	1	8	4,5
2	Початкова міцність ламінування	10	4	7
3	Необхідний технологічний час	5	1	3
4	Робоча швидкість	7	10	8,5
5	Енергомісткість	6	10	8
6	Сухий залишок	4	10	7
7	Витрати клею	5	10	7,5
8	Наявність залишкових розчинників	2	10	6
	Величина узагальненого критерію	274,5	437	

З результатів отриманих в таблиці 1.3 для виготовлення багат шарового полімерного матеріалу краще використовувати технологію клейового каширування з використанням клею без розчинників, найбільшим недоліком якого є найдовший технологічний час вилежування, необхідний для остаточного закріплення з'єднання шарів матеріалу та розпаду ароматичних амінів [38].

1.3. Технологічні особливості виробництва пакувань глибоким методом

На рисунку 1.7 наведено розроблені конструкційні схеми гнучких пакувань згідно сформованого промислового завдання.

Згідно запроектованого технологічного процесу виготовлення гнучких пакувань, обраного відповідного додрукарського, формного, друкарського та післядрукарського обладнання, розроблено узагальнену блок-схему (рис. 1.8).

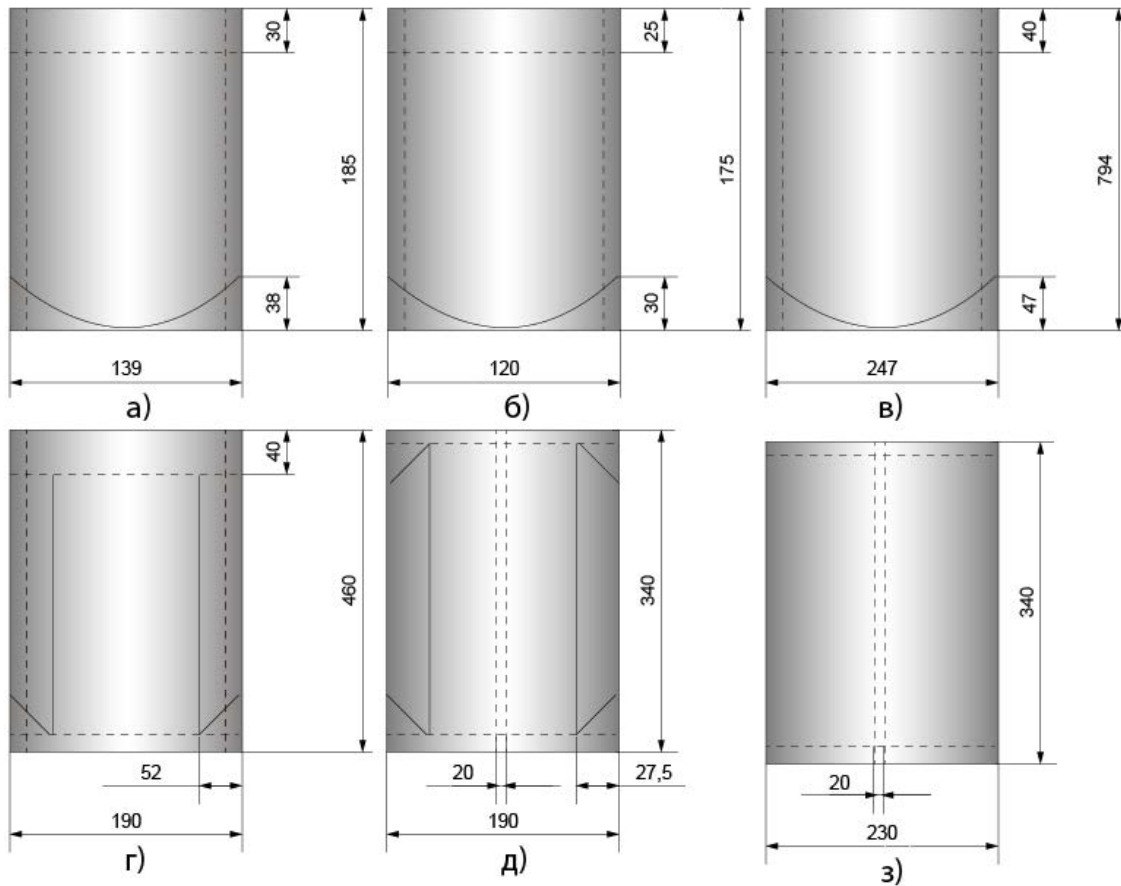


Рисунок 1.7 — Конструктивні схеми проєктованих видань: а) – в) вертикально стоячі пакування типу “Doypack”; г) пакування типу подушка із застібкою; д) і з) пакування типу подушка.

Технологічною особливістю виготовлення гнучких пакувань є необхідність враховувати кінцеве устаткування для формування готових пакувань на додрукарському етапі, зокрема, на етапі розміщення макетів на друкарському аркуші та проектуванні швів зварювання пакувань. Бо існує декілька технологій формування пакувань, які на самперед поділяються на вертикального та горизонтального типу, а це в свою чергу вимагає чіткої відповідності до позиціонування частин пакування відносно розмотки полотна [8, 39].

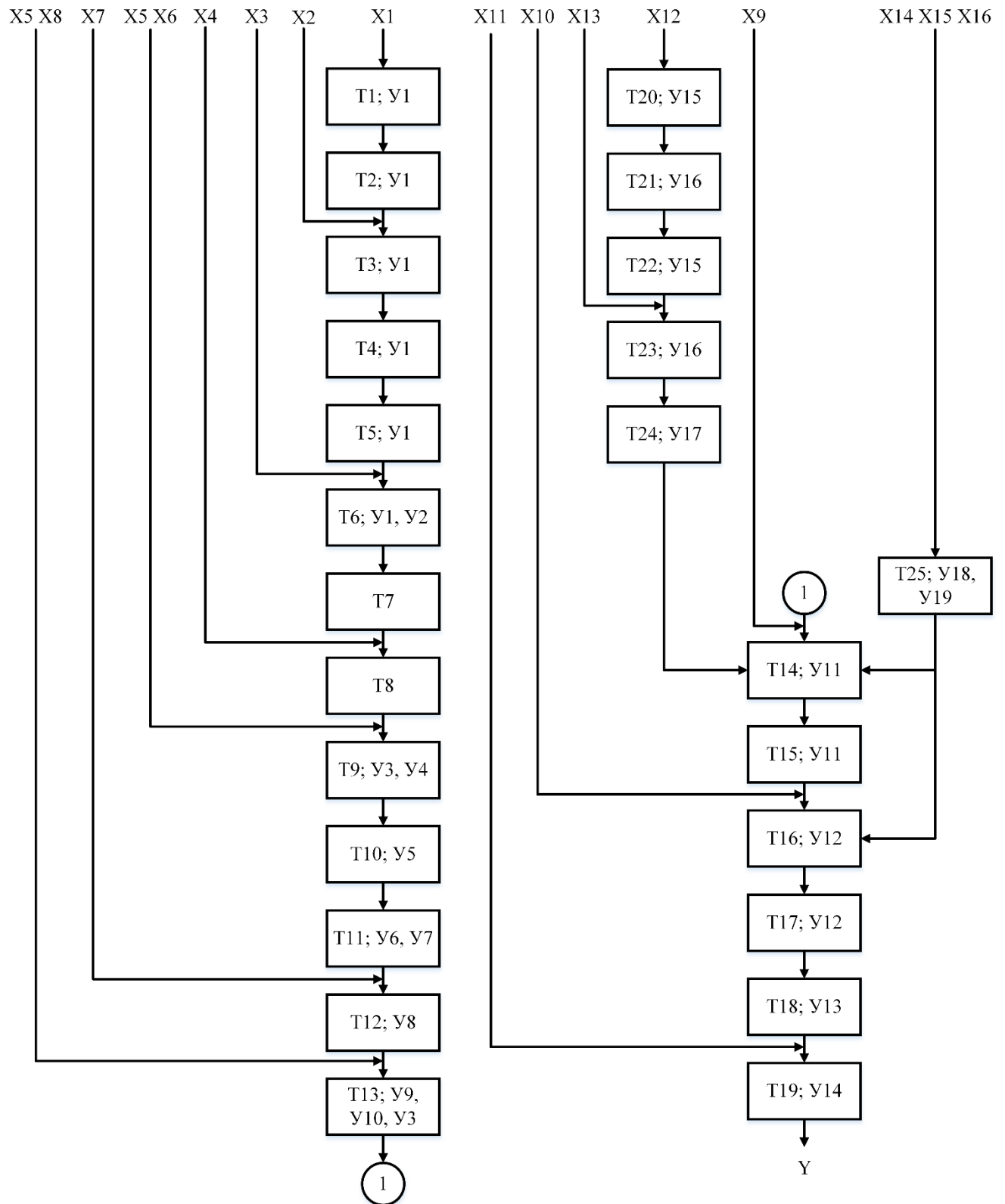


Рисунок 1.8 — Узагальнена блок-схема виготовлення гнучкого пакування віддрукованого глибоким способом

Пояснення до блок-схеми:

Т – технологічні операції. Т1 – Створення ідеї і концепції видання; Т2 – Вибір матеріалів; Т3 – Введення і опрацювання текстово-ілюстраційної інформації; Т4 – Верстка; Т5 – Додрукарська обробка оригінал-макету; Т6 – Цифрова матеріальна кольоропроба; Т7 – Затвердження оригінал-макету видання та еталону; Т8 – Механічне видалення робочого шару та полірування.; Т9 – Знежирення поверхні та нанесення робочого шару цинку; Т10 – Полірування; Т11 – Гравіювання; Т12 – Кольоропроба; Т13 – Знежирення поверхні, хромування та полірування; Т14 – Підготовка друкарської машини до роботи; Т15 – Друкування тиражу; Т16 – Підготовка лімінувальної машини до роботи; Т17 – Виготовлення трьохшарового бар’єрного матеріалу; Т18 – Порізка на вузькі рулони ламінату; Т19 – Пакування; Т20 – Вхідний контроль складників друкарських фарб; Т21 – Складання остаточних композицій фарб; Т22 – Кольоропроба; Т23 – Обрахунок необхідних складників; Т24 – Змішування фарб; Т25 – Вхідний контроль ПЕТ, ПЕ ТА алюмінієвої фольги.

У – устаткування. У1 – ПК; У2 – Плотер Epson 7800; У3 – Очисна машина для знежирювання поверхні циліндра K.Walter SlimLine; У4 – Гальвановання для нарощування шару цинку K.Walter SlimLine; У5 – Шліфувальний станок для обробки шару цинку DAETWYLER Graphics Finishstar P 1610; У6 – Лазерний гравірувальний автомат HELL Cellaxu C500; У7 – Гальвановання для очищення шару цинку після гравіювання K.Walter SlimLine; У8 – Прободрукарська машина Heaford SC; У9 – Гальвановання для нарощування шару хрому K.Walter SlimLine; У10 – Шліфувальний станок для оброблення шару хрому DAETWYLER Graphics Finishstar P 1610; У11 – BOBST MASTER RS 6003; У12 – Ламінувальна машина BOBST TX 1000; У13 – Машина для повздовжньої різки та перемотування рулонів Bimес STC/42; У14 – Автоматична пакувальна машина Italdibipack MEC-PACK STD; У15 – Автоматичний прободрукарський прилад для глибокого способу друку IGT G1-5; У16 – ПК; У17 – Автоматична гравіметрична система змішування фарб Colorsat Slim 20; У18 – Розривна машина ZWICK; У19 – Прилад для визначення блиску Glossgard II.

X – матеріали. X1 – Вхідні дані замовлення; X2 – Текстово-ілюстраційний матеріал; X3 – Папір та чорнило; X4 – Відпрацьовані формні циліндри; X5 – Універсальний знежирюючий розчин; X6 – Розчин для гальванічного осадження шару цинку; X7 – Підготовлені для кольоропроби друкарські фарби; X8 – Розчин для гальванічного осадження шару хрому; X9 – Розчинник для підтримання в'язкості друкарської фарби; X10 – Безсольвентний клей для ламінації; X11 – Плівка; X12 – Пігментні концентрати друкарських фарб; X13 – Зразок фонового матеріалу; X14 – перший матеріал; X15 – другий матеріал; X16 – третій матеріал.

1.4. Завдання дослідження

В ході отримання дослідних зразків було виявлено недотримання необхідних оптимальних показників цехових умов, а саме відносної вологості повітря на рівні 60%, та певною мірою нехтування сучасних тенденцій покращення показників процесу друкування глибоким методом та обслуговуючих операцій.

На основі наведеного вище було поставлено завдання — дослідити вплив чинників друкарського процесу глибокого методу на якість кольоровідтворення та шляхи оптимізації приладки друкарської машини та загалом процесу друкування.

Ключовими напрямками у розвитку глибокого способу друку є використання нетоксичних друкарських фарб, покращення показників фарбоперенесення та ракельного механізму і зменшення приладочного шляху та часу.

Висновки до розділу 1

1. Проаналізовано сучасний стан ринку виготовлення гнучких паковань.
2. Розроблено конструктивні схеми запроєктованих паковань.
3. Розроблено загальну блок-схему технологічного процесу виготовлення гнучкого пакування глибоким методом друку із зазначенням рекомендованого додрукарського, формного, друкарського та післядрукарського устаткування і витратних матеріалів.
4. Поставлено завдання дослідження.

2. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1. Об'єкти дослідження

Витратні матеріали: обрізки зі шкалами оперативного контролю на етапі приладки машини до друку тиражу настінного шпалерного покриття віддруковані на шпалерному папері марки Б (щільністю 100г/м², вологістю 5%, білизною 80) нітроцелюлозними друкарськими сумішевими фарбами в'язкістю 15с.

Досліджуване устаткування: рулонна машина глибокого способу друку Holweg H-15-80.

Вимірювальні засоби: спектрофотометр з лінійною геометрією оптичної системи Spectro Eye X-rite [40-41].

2.2. Методика вимірювання

1. Виміряли за допомогою спектрофотометру градаційну передачу на шкалі оперативного контролю із градацією коричневого кольору 1–100 %, на контрольних елементах зображених на рисунку 2.1 (б), на 32 зразках з періодом (відстанню) у 2 м на 70 м досліджуваного шляху зі 100 м.

2. Використовуючи спектрофотометр здійснили вимірювання оптичної густини (D) на тестовій шкалі з 100 % насиченням світло-коричневого, червоного, бежевого та коричневого кольорів, на контрольних елементах зображених на рисунку 2.1 (а), на 32 зразках з періодом (відстанню) у 2 м на 70 м досліджуваного шляху зі 100 м.

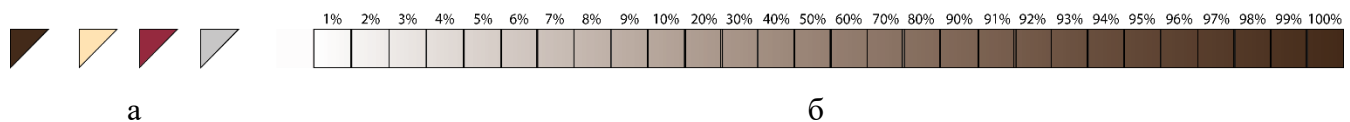


Рисунок 2.1 — Досліджувані тест елементи оперативного контролю на зразках

Висновки до розділу 2

Описано обрані для дослідження якості друку гнучких пакувань глибоким способом друку відповідні основні витратні матеріали, методи і засоби вимірювання.

Наведено розроблену тест-шкалу з відповідними тестовими елементами контролю якості глибокого друку.

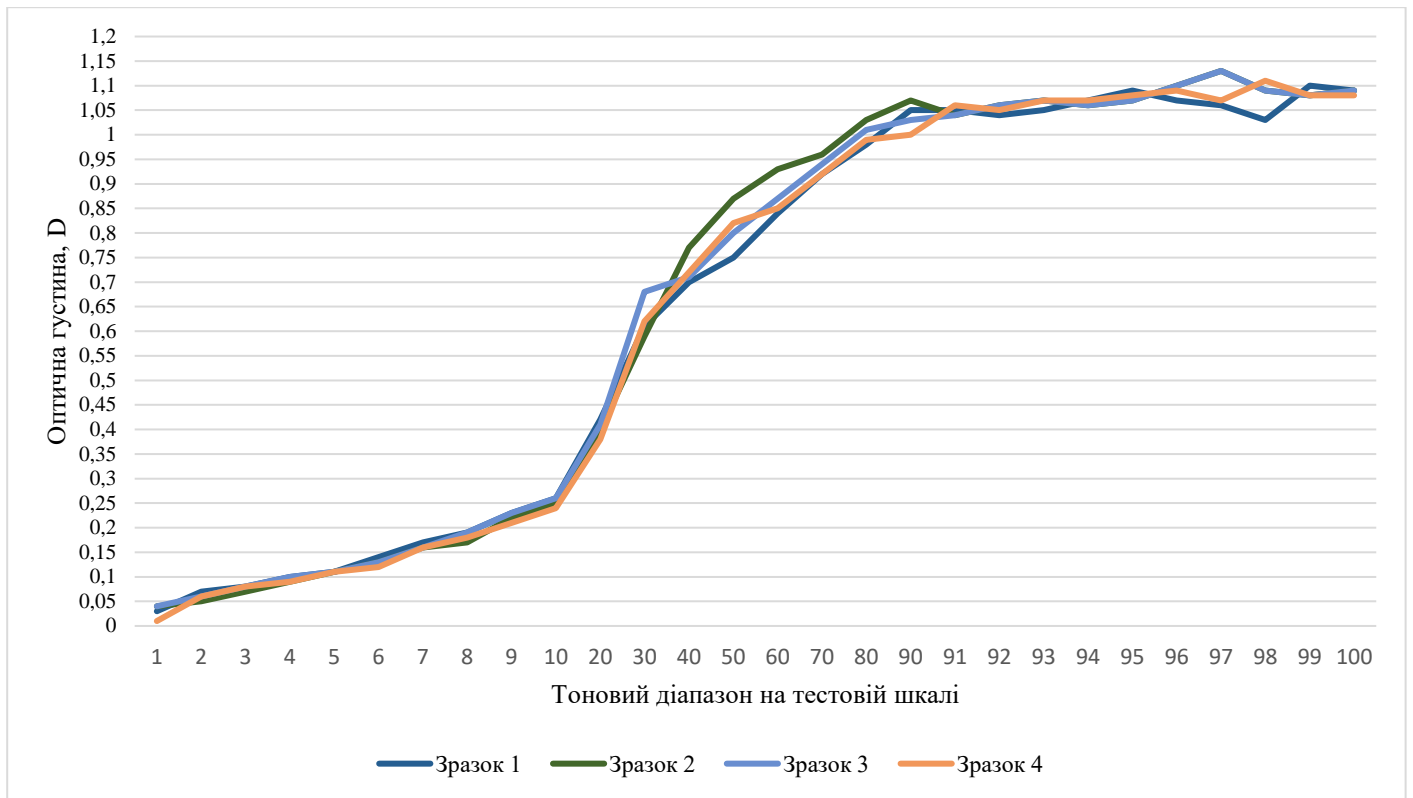
3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

3.1. Вимірювання градаційного діапазону

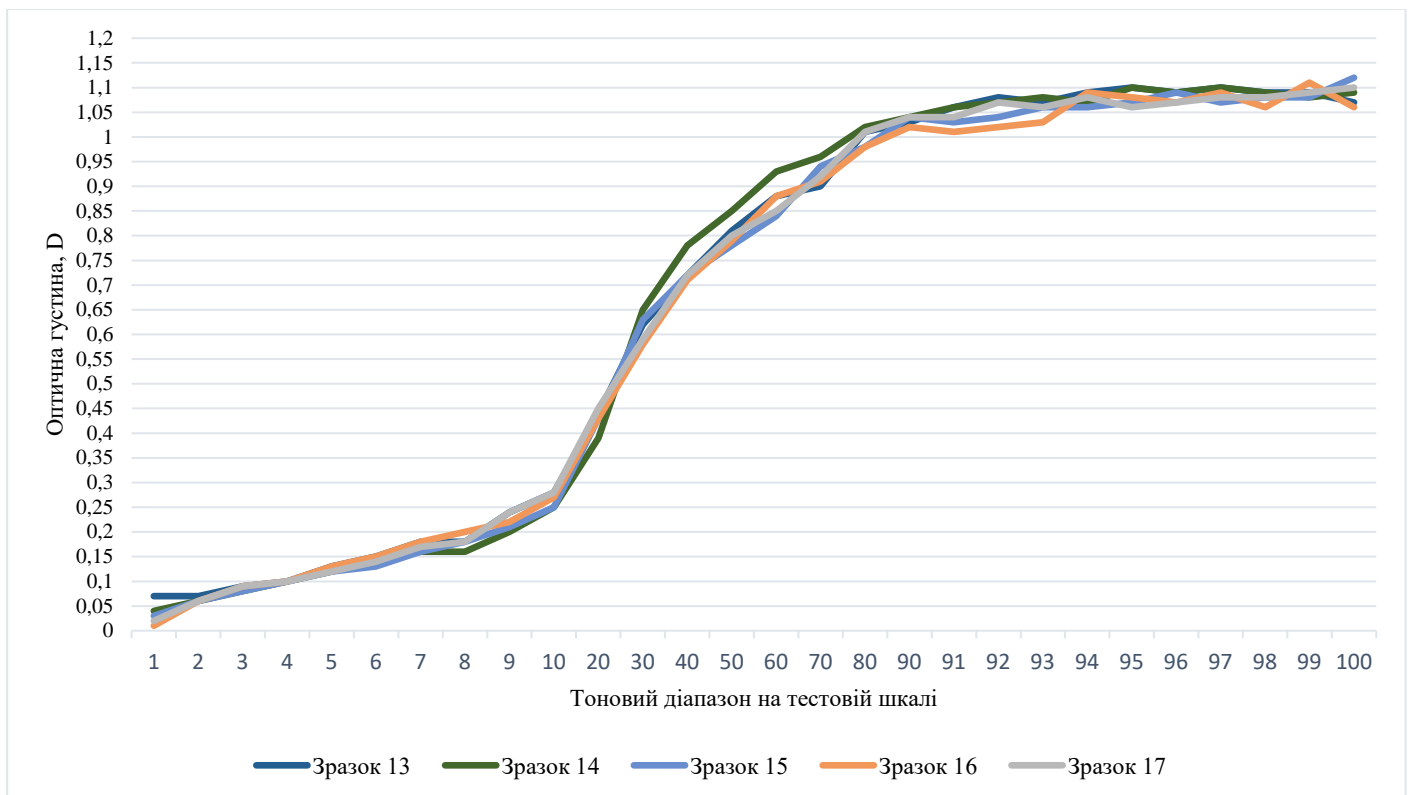
Глибокий спосіб друку відрізняється найширшою градаційною шкалою – 24 пункти та лінійністю градаційної кривої. Тому може відтворити глибокі світи та тіні без втрати кольору порівняно з іншими видами друку у яких наявні очевидні втрати і в світах і в тінях.

Як видно з рисунків 3.1-3.3 в процесі приладки друкарської машини градаційна крива, як результат, набула свого максимально можливого прямолінійного виду. Спотворення в середніх напівтонах було зведено до мінімуму як і розкид значень на відбитках в тій зоні градаційної шкали. Також було зведено до мінімуму розкид значень оптичної густини в тінях, але незмінним від початку лишилася втрата кольору в тінях в межах 90-100%. Причиною цього може бути:

1. Обмеження у відтворенні градацій 24 пунктами шкали, а на тестовому об'єкті їх 28 штук [18].
2. Або на етапі додрукарської підготовки макету чи формних циліндрів було зроблено помилку в кількісних значеннях кольору або налаштуваннях параметрів гравіювання.
3. Або друкарська фарба не переносилась з комірок друкарської форми на задруковуваний матеріал в повному обсязі, і це неможливо було компенсувати системою електростатичної допомоги та силою притиску ракеля [28-29].



Рисуюнок 3.1 — Початкова градаційна крива по 4 кольору (коричневий)



Рисуюнок 3.2 — Проміжна градаційна крива по 4 кольору (коричневий)

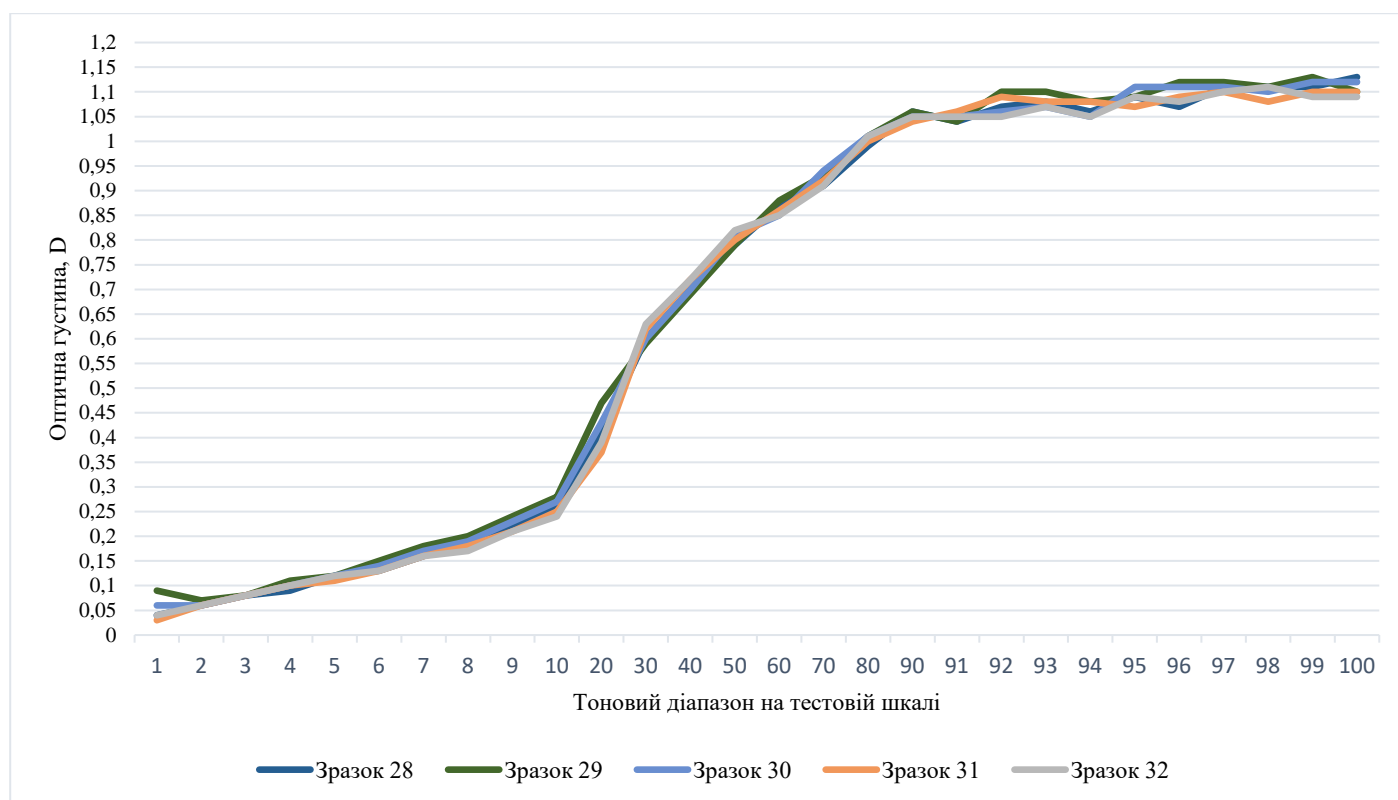


Рисунок 3.3 — Фінальна градаційна крива по 4 кольору (коричневий)

3.2. Вимірювання оптичної густини та колірних показників плашок

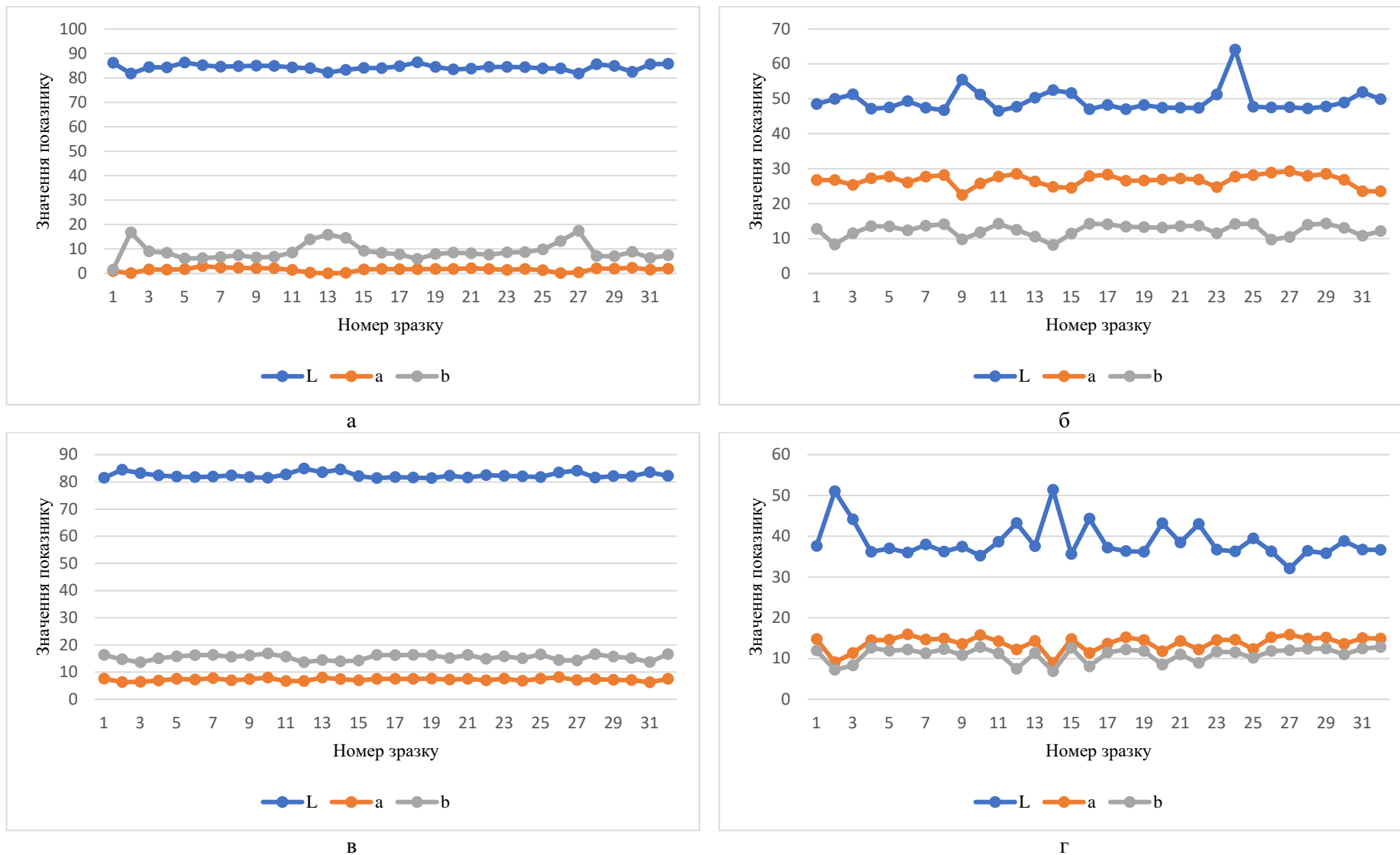


Рисунок 3.4 — Показники Lab на приладочному шляху: а – 1 колір (світло-коричневий), б – 2 колір (червоний), в – 3 колір (бежевий), г – 4 колір (коричневий)

Як видно з рисунку 3.4 впродовж усього приладочного шляху найбільш стабільними за колірними показниками були світлі кольори (1 – світло-коричневий та 3 – бежевий) і навпаки темні (2 – червоний та 4 – коричневий) мали суттєві коливання впродовж усіх досліджуваних 70м приладочного шляху.

Оскільки машина не має системи автоматичної приладки, то друкар мав власноруч коригувати режими друкування для отримання стабільного кольору на відбитках.

Важливим моментом в контексті контролю кольору є тип фарбового апарату на друкарській машині [18]. На досліджуваній друкарській машині – відкритого типу. Тобто додатковою перемінною величиною при друкуванні тиражу є показники концентрації розчинника у складі фарби, але без жорсткого контролю розчинника неможливо забезпечити рівномірні колірні показники впродовж всієї довжини друкування, тому це одна з причин чому кінцеві, на досліджуваній ділянці, показники все одно не мають достатньої стабільності.

При запуску машини друкар мав вручну налаштувати:

1. Сушильний апарат – температура.
2. Охолоджувальну систему – температура.
3. Фарбовий апарат, зокрема, подачу фарби, силу притиску ракеля до валу та кут його нахилу.
4. Систему електростатичної допомоги.
5. Суміщення фарб за допомогою реєстрових валів, що мало вплив на силу натягу полотна.

Кожна з вище перелічених систем має неабиякий вплив на характеристики віддрукованого зображення [14-19]. А тому коригування будь якої з них спричиняло коливання колірних показників (рис. 3.4), причому четвертий – коричневий колір під час приладки зазнав найбільших коливань, бо саме його наладка була ключовою і через те, що він наносився останнім на задруковуваний матеріал.

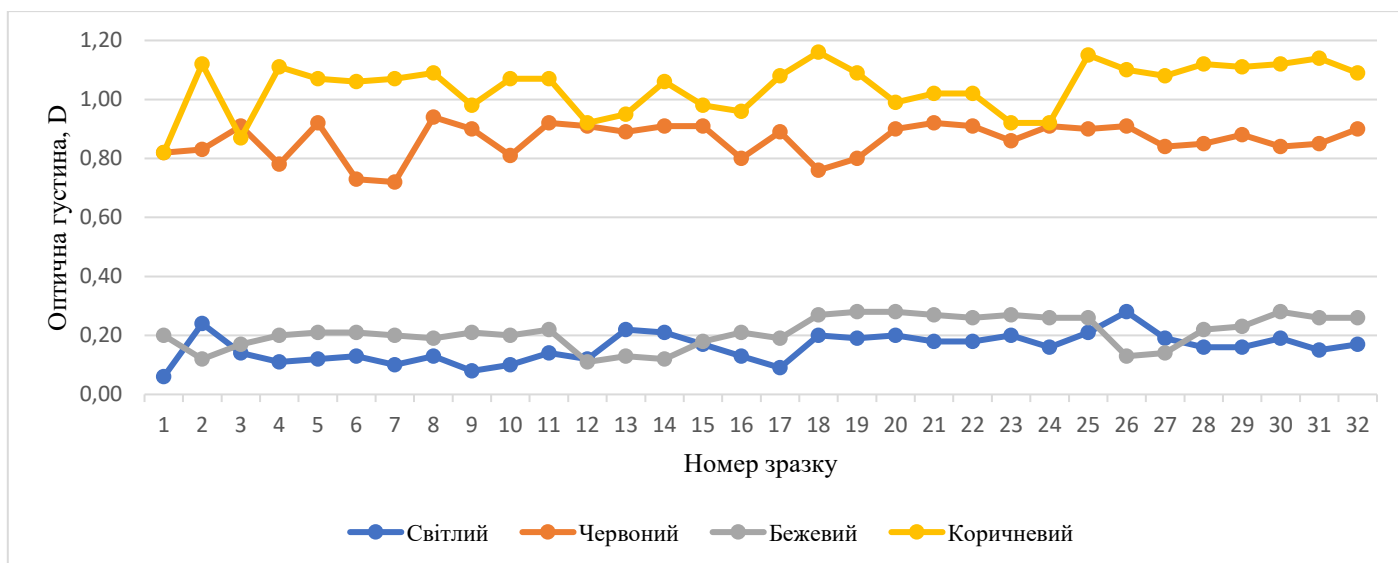


Рисунок 3.5 — Оптична густина чотирьох плашок

Як видно з рисунку 3.5 четвертий – коричневий колір під час приладки був найбільш нестабільним. Це може пояснюватися декількома речами:

1. Саме цей колір був ключовим в оригінал-макеті і тому його контролювали найбільше. Це може бути причиною таких частих перепадів на графіку, бо приладка машини вручну є більш нестабільною грубішою ніж автоматична.
2. Склад фарби був нестабільним, тому доводилось його часто корегувати аби досягти робочої рецептури [28-30].
3. Цей колір наносився останнім на задруковуване полотно, саме це могло спричинити проблеми в процесі друкування через можливі проблеми з сушкою та/чи охолодженням, через що полотно могло деформуватися чи змінити свої технічні характеристики.

Висновки до розділу 3

Відповідно до проведених досліджень, пропонується:

1. Заміна використання сумішевих кольорів для друкування на використання кольорів системи ECG. Це дозволить стандартизувати процес друкування глибоким методом, в якому на сьогодні в переважній більшості використовуються саме сумішеві

кольори. Звичайно, не для всіх галузей, в яких використовують глибокий спосіб друку можлива, або доцільна така заміна, але для друку паковань таке рішення має сенс. Введення використання цієї системи дозволить стандартизувати та спростити процес виготовлення паковань загалом, бо:

- a) дозволить друкувати змішані тиражі;
- b) стандартизувати процес друкування для флексографічного та глибокого друку;
- c) прибрати процес змивки машини після кожного тиражування;
- d) зменшити витрати матеріалів, зокрема фарби та друкарських циліндрів;
- e) досягати широкого колірного охоплення без використання сумішевих та пантонних фарб.

2. Наочно продемонстровано, що процес друкування глибоким методом друку складний та вимагає комплексного підходу. Хоча і вважається, що саме цей метод друку може забезпечити найкращі колірні характеристики відбитку, але якість відтворення залежить від дотримання цехових умов та стабільних технологічних показників. Тому для виготовлення конкурентної продукції запропоновано використання сучасних технологій автоматизованого прилагодження машини до друку, фарбових апаратів закритого типу та організовувати на підприємстві не тільки контроль цехових умов, але і забезпечити систему їх коригування відповідно до виробничо-технічних норм.

4. ПРОЕКТ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ

На основі проведеного дослідження та отриманих даних було обрано технології та обладнання на проєктоване підприємство для забезпечення процесу виготовлення гнучкого пакування на високому технологічному рівні та з забезпеченням високої якості кінцевого продукту.

4.1. Вибір друкарського устаткування

4.1.1 Вибір друкарської машини глибокого способу друку

Тиражі проєктованих видань в середньому складають два мільйони, тому обираємо друкарську машину середнього формату, оскільки спостерігається тенденція до скорочення тиражів, але все ж повторні тиражі ще широко вживані. В таких умовах рулонні друкарські машини середнього формату мають ряд переваг таких як: більша оперативність виготовлення тиражу ніж у вузькоорулонних та зміни замовлення на друкарській машині ніж у широкорулонних, та звісно легкість в роботі через відсутність громіздких друкарських циліндрів, яка притаманна великоформатним машинам [20, 42-43]. Порівняльна характеристика друкарських машин наведена в таблиці 4.1.

Виходячи з результатів порівняння машин (табл. 4.1) видно, що BOBST MASTER RS 6003 має вищу максимальну швидкість друкування, а отже більшу стабільність друкарських секцій, що означає відсутність вібрацій в технологічному процесі, які призводять до браку на відбитках та швидшому зносу деталей машини [42-43]. Також вона має ширший діапазон товщин задрукованого матеріалу, що відкриває ширші можливості стосовно типів пакувань, які можна виготовити без втрат та компромісів стосовно їхніх фінальних технічних властивостей, наприклад, бар'єрних. Обрана друкарська машина має найоптимальніші габаритні показники і гарантує скорочення витрат матеріалів на приладку за рахунок цього.

Таблиця 4.1— Технічні характеристики друкарських машин

Найменування показника	BOBST MASTER RS 6003	Uteco Next 450
Ширина друкування, мм	800-1500	800-1500
Мін. Рапорт друку, мм	450	450
Макс. Рапорт друку, мм	1020	920
Макс. швидкість друку, м/хв	600	450
Задруковувані матеріали	плівки, фольга, папір	плівки, фольга, папір
Діапазон товщин задрукованого матеріалу, мкм	10-300	10-250
Тип формного філіндра	гільза	гільза
Заміна циліндрів	автоматична	автоматична
Сушка, м	2.2 – 8.4	2.4-10.0
Точність приводки, мм	0,05	0,05
Можливість двостороннього друку	+	+
Автоматична змивка друкарської секції	+	+
Можливість виробництва в лінію	+	+
Можливість використання фарб на водній основі	+	+

Також фірма виробник має широкий вибір устаткування для проектування виробництва в лінію: ламінація, висікання, нанесення додаткових покриттів, що також є важливим оскільки в глибокому способі друку гостро стоїть питання ефективного використання часу і матеріалів, мінімізації людської праці, скорочення шляхів переміщення великогабаритної продукції і друкарських форм, а також скорочення витрат часу на виготовлення продукції для забезпечення конкурентоспроможності на ринку.

Також вирішальне значення, хоча і не вказане в порівняльній таблиці, має те, що фірма виробник разом з фірмами партнерами розробили устаткування та відповідні витратні матеріали та програмне забезпечення для друку 7 фарбами системи ECG (СМУК + OGV). Це дає можливість не використовуючи пантонні та сумішеві кольори

друкувати у дуже широкому кольоровому охопленні. Та найголовніше, це відкриває шлях до стандартизації друку та скорочення як витратних матеріалів так і часових [11-12].

4.1.2 Вибір друкарської машини флексографічного способу друку

Згідно з промислового завдання (табл. 5.1) певні види гнучких паковань запроектовано друкувати флексографічним способом друку, тому обрано відповідну друкарську машину (табл. 4.2).

Таблиця 4.2 — Технічні характеристики друкарської машини
BOBST VISION CI

Найменування показника	Значення
Кількість друкарських секцій	8-10
Ширина друкування, мм	900-1500
Мін. Рапорт друку, мм	820
Макс. Рапорт друку, мм	1100
Макс. швидкість друку, м/хв	600
Задруковувані матеріали	ПЕТФ, ТП, ПЕ, ПП, Ф, П
Заміна циліндрів	автоматична
Можливість виробництва в лінію	+
Можливість використання фарб на водній основі	+

Обрана друкарська машина відповідає найновітнішим вимогам виробництва та розробкам у машинобудуванні. Так само як і обрана друкарська машина глибокого способу друку має можливість до друкування за системою ECG [44].

Конструкція BOBST VISION CI забезпечує легкий доступ до ключових елементів друкарської машини, забезпечуючи оперативну заміну друкарських гільз та загалом заміну тиражу.

4.2. Вибір додрукарського апаратного і програмного забезпечення

4.2.1. Вибір апаратного і програмного забезпечення для додрукарської підготовки

Додрукарська підготовка гнучких пакувань має певні відмінності від додрукарської підготовки книжково-журнальної продукції. Серед них:

1. Вже довгий час для друкування гнучких пакувань переважно використовуються сумішеві та пантонні кольори. Це дозволяє зменшити кількість фарбопрогонів, досягти рівномірний колір в габаритних плашках в макеті і загалом на всьому тиражі, та певною мірою здешевити друк. І неабияку роль в цій галузі відіграє стійкість фарб до колірних відхилень, що критично для великих тиражів та їх повторів, типових для етикетко-пакувальної продукції.

Нажаль на етапі дизайну проблематичним є виконання кольороподілу та зокрема виконання макету сумішевими фарбами. Це завдання неможливо виконати в Adobe Photoshop, без відповідних плагінів [45-46].

2. Також особливістю пакувань є широке використання трепінгу, особливо при підготовці макету до друку флексографічним способом друку. І нажаль в програмному забезпеченні Adobe Illustrator або CorelDraw неможливо автоматично налаштувати технологічно прийнятним цей показник. Тому без необхідного програмного забезпечення ця робота забирає багато часу дизайнера та репрографа, а також має велику залежність від людського фактору [45-47].

3. Безсумнівною необхідністю для поліграфічного підприємства з орієнтацією на виготовлення пакувань є потреба виконувати 3-D візуалізації проєктованих пакувань, для розуміння замовником кінцевого отриманого продукту. І без сумнівів програмний пакет, який може автоматично розрахувати розкрій матеріалу та побудувати візуалізацію в залежності від вихідної інформації – незамінний інструмент як інженера проєктувальника так і дизайнера [46].

Тому для розробки дизайну проєктованих пакувань та додрукарської підготовки їх в цілому обране програмне забезпечення Esko Software Platform 16 та програми Adobe Illustrator CC 23.0 і Adobe Photoshop CC 19.0 (табл. 4.3) [48].

Таблиця 4.3 – Опис програм, які входять до складу Esko Software Platform 16

№	Назва програми/плагіну	Призначення
1	Plato 16	Ефективне компонування складників друкарського аркуша.
2	ArtPro+ 18	Додрукарська обробка оригінал-макету.
3	PackEdge 16	Додрукарська підготовка та кольороподіл оригінал-макету.
4	ArtiosCAD 18	Розробка конструкції пакування.
5	Imaging Engine 16	Растровий процесор.
6	Studio 18	Дизайн/візуалізація пакування в 3D, в Adobe Illustrator.
7	DeskPack 18	Дизайн пакування в Adobe Illustrator і Adobe Photoshop.
8	WebCenter	Керування специфікацією підготовки пакування, схваленням та проходженням технологічного циклу виготовлення проекту.
9	Equinox	Конвертація сумішевих та пантонних кольорів до стандартизованих 7 кольорів.

Важливою характеристикою обраного програмного забезпечення для додрукарської обробки макетів є факт партнерства з компанією виробником друкарського обладнання у розробці та підтримці системи ECG за допомогою рішення від Esko у вигляді плагіну Equinox. Який дозволяє переводити вже існуючі макети в 7 колірний простір та створювати нові графічні файли одразу використовуючи ці стандартизовані кольори.

В якості графічної станції був обраний ПК з наступними складовими та технічними показниками: процесор ThreadRipper, відеокарта P4000, оперативна пам'ять об'ємом 16 Гб та монітор ASUS ProArt з вбудованим калібратором.

Для технологічного процесу друкування гнучких пакувань важливе значення має кольоропроба. Проаналізувавши ринок програмного та апаратного забезпечення для додрукарської підготовки, було обрано програмне забезпечення GMG ColorProof 4.5 в поєднанні з плотером EpsonStylusPro 7800 [49] для виготовлення кольоропроби на папері GMG ProofPaper semimatte 250 (табл. 4.4). За даними IPA Color Proofing Roundup-2006 та 2005 саме ця система показує найкращі показники по всіх тестах і $\Delta E < 3$ [50-53].

Таблиця 4.4— Технічні характеристики принтера Epson Stylus Pro 7800

№	Найменування показника	Значення
1	Макс. ширина друку, мм	600
2	Мін. ширина друку, мм	210
3	Кількість фарб	8
4	Технологія друкування	Струминна (drop-on-demand)
5	Макс. роздільна здатність, dpi	2880 x 1440
6	Чорнило	Epson UltraChrome HDR Ink
7	Мін. розмір точки, піколітр	3,5

4.2.2. Вибір технології гравіювання формних циліндрів

Підготовка циліндрів-основ, що були у вжитку або гільз, займає в декілька разів менше часу, оскільки виконуються тільки операції видалення відпрацьованого мідного/цинкового робочого шару, знежирення основного шару, його срібнення і нарощування робочого шару з подальшим поліруванням [54-58].

Таблиця 4.5—Вибір технології гравіювання формних циліндрів

№	Фактори оцінки	Величина критерію для варіантів технологічного процесу			Вага критерію
		ЕМГ	ПЛГ	НЛГ	
1	Швидкість гравіювання	2	10	8	6,7
2	Необхідна кількість устаткування	10	10	7	9
3	Якість відтворення штрихових елементів	6	9	10	8,3
4	Стабільність процесу	8	10	5	7,7
5	Макс. роздільна здатність	5	10	4	6,3
6	Екологічність технології	10	8	4	7,3
7	Складність/трудомісткість технології	9	10	6	8,3
	Величина узагальненого критерію	394	513,1	342,3	

Сьогодні формні циліндри глибокого способу друку виготовляють за технологією «СТС» (computer-to-cylinder), яка має підвиди: електромеханічне та лазерне гравіювання. За поширеністю у світі перше місце займає електромеханічне, а лазерне поки що не зазнало такого широкого поширення у виробників через високу вартість

устаткування. Непряме лазерне гравіювання втрачає свої позиції через нестабільність технології та ширше використання хімікатів та агресивних кислот [55, 59-62].

З порівняння способів гравіювання формних циліндрів – електромеханічного та прямого лазерного гравіювання (табл. 4.5), впливає, що:

- для електромеханічного гравіювання характерна залежність глибини комірок від їхньої площі, що вносить обмеження щодо кольоровідтворення. У лазерному гравіюванні немає такої залежності, що означає можливість досягнення більших значень оптичної густини відбитків при менших витратах фарби – до 30% [61].

- новітні технології лазерного гравіювання забезпечують відтворення шрифтів майже без зазубрин, що є вагомим показником для виготовлення паковань, в яких характерне використання малих кеглів шрифтів [60-61].

- лазерне гравіювання характеризується коротшими витратами часу на гравіювання формних циліндрів порівняно з іншими технологіями [55, 59-62].

Зважаючи на показники якості, витрат часу та екологічності технології для проектного виробництва обрано технологію лазерного гравіювання.

4.2.3. Вибір обладнання для виготовлення формних циліндрів

Для виготовлення друкарських циліндрів було обрано автоматизований комплекс для гравіювання друкарських форм AUTOCON Line Zinc Laser Chrome 60, який є максимально автоматизованим на кожному з етапів (табл. 4.6, 4.7) [63-67].

До складу комплексу входять:

- Лазерний гравіювальний автомат HELL Cellaxy C500.
- Гальвановання для нарощування шару хрому K.Walter SlimLine.
- Гальвановання для нарощування шару цинку K.Walter SlimLine.
- Шліфувальний станок для обробки шару цинку DAETWYLER Graphics Finishstar P 1610.
- Шліфувальний станок для оброблення шару хрому DAETWYLER Graphics Finishstar P 1610.

- Гальванованна для оброблення шару цинку після гравіювання K.Walter SlimLine.
- Очисна машина для знежирювання цинкової поверхні циліндра K.Walter SlimLine.
- Система зберігання та транспортування формних циліндрів BAUER Logistik Inline Cylinder Rack.

Таблиця 4.6— Технічні характеристики лінії AUTOCON Line Zinc Laser Chrome 60

№	Найменування показника	Значення
1	Мін. ширина гравіювання, мм	400
2	Макс. ширина гравіювання, мм	1600
3	Макс. вага циліндра, кг	150
4	Мін. рапорт друку, мм	450
5	Макс. рапорт друку, мм	1000
6	Продуктивність, шт. за 22 год	60
7	Тип циліндрів	Цілісні/гільзові

Таблиця 4.7— Технічні характеристики лазерного гравіювального автомата HELL Cellaxy C500

№	Найменування показника	Значення
1	Роздільна здатність, лін/см	500 – 2000
2	Розмір точки, мкм	10 – 20
3	Максимальна глибина гравіювання, мкм	800
4	Кількість пишучих головок	2
5	Потужність, Вт	2×600

4.2.4. Вибір обладнання для виготовлення флексографічних друкарських форм

Для виготовлення друкарських форм обрано автоматизовану лінію CDI Crystal & XPS 5080, характеристики якої наведені у таблиці 4.8.

Таблиця 4.8 — Характеристики CDI Crystal & XPS 5080

Параметр	Значення
Максимальний формат друкарської форми, мм	1270×2032
Максимальна роздільна здатність, lpi	250
Габаритні розміри, см	34×22×14
Напруга, В	220
Тип оброблюваних пластин	фотополімерні
Діапазон товщини друкарської форми, мм	0,76 - 3,94

Було обрано саме це устаткування бо воно відповідає найсучаснішим вимогам по швидкості та економічності виробництва цифрових флексографічних друкарських форм. Унікальна технологія, яка використовується в даному обладнанні, дозволяє максимально оперативно виготовляти форми завдяки одночасному основному експонуванню та експонуванню обороту пластини, а також при цьому запису зображення.

4.3. Вибір післядрукарського обладнання

Післядрукарська обробка віддрукованого напівфабрикату полягає у виготовленні багатошарової плівки, якщо це необхідно, яка буде відповідати необхідним бар'єрним та технологічним характеристикам, та її розрізка на полоси, придатні до наступного формування пакувань та фасування в них продуктів.

4.3.1. Вибір обладнання для виготовлення багатошарової плівки

З огляду на те що, проєктовані пакування потребують виготовлення багатошарових ламінатів та обране друкарське обладнання, було обрано ламінувальну машину BOBST TX 1000. Технічні характеристики якої наведені в таблиці 4.9 [68].

Таблиця 4.9 — Технічні характеристики ламінувальної машини TX 1000

№	Найменування показника	Значення
1	Макс ширина рулону, мм	1550
2	Можливі технології	WB, SB, SF
3	Кількість шарів ламінування, шт.	2, 3
4	Додаткові можливості	Лакування, 2-колірний друк, нанесення холодного клею
5	Макс. швидкість склейки, м/хв	600

Дану ламінувальну машину можливо використовувати як два окремих ламінатора, або поставити їх в лінію для виробництва більш складних багатошарових ламінатів, наприклад, для тришарового ламінування з лакуванням або друком в один, або два кольори.

4.3.2. Вибір обладнання для розрізки напівфабрикату

Останнім технологічним етапом у виготовленні напівфабрикату гнучкого пакування є розрізка віддрукованого (ламінованого) матеріалу. Для розрізки тиражу було обрано бобінорізальний верстат Вімес STC/42 з двома осями намотки. Модель оснащена автоматичним контролем натягу полотна при розмотці і електропневматичним під час намотування. Технічні характеристики верстату наведені в таблиці 4.10 [69].

Таблиця 4.10— Технічні характеристики машини для повздовжньої різки та перемотування рулонів Вімес STC/42

№	Найменування показника	Значення
1	Макс ширина рулону, мм	1600
2	Мін. ширина різання, мм	25
3	Макс. діаметр рулону розмотки, мм	800
4	Макс. діаметр рулону намотки, мм	450
5	Макс. швидкість, м/хв.	300

4.4. Маршрутно-технологічна карта

На основі проведеного дослідження та обраного обладнання сформовано маршрутно-технологічну карту друкарського процесу (табл. 4.11).

Таблиця 4.11 — Маршрутно-технологічна карта технологічного процесу друкування глибоким способом друку

№ п/ч	Назва технологічної операції і її науково-технічна суть	Застосоване обладнання, інструменти, пристрої (назва, марка, загальні технічні дані)	Застосовані матеріали (назва, марка, основні показники (характеристики), хімічний склад, робочі розчини, їх склад)	Технологічні режими; комп'ютерні програми	Методи і технологічні засоби контролю (прилади, інструменти)
1	2	3	4	5	6
1	Вхідний контроль матеріалів: визначення сторони активації та її ступеню, міцності на розрив, прозорості, мутності, поверхневий натяг, усадку, блиск, оптичну щільність.	Розривна машина ZWICK. Прилад для визначення блиску Glossgard II.	ПЕТФ, ПЕ, ВОРР, алюмінієва фольга.	Цехові умови: температура 18-24 °С; вологість 50-60%; освітленість 300Лк.	—
2	Додрукарська підготовка фарби				
2.1	Перевірка властивостей/характеристик пігментних концентратів друкарських фарб: інтенсивність кольору, покривна здатність, ступінь перетиру, леткість.	Спектрофотометр зі сферичною геометрією оптичної системи X-RiteColorEye XTH. Ваги с дискретністю 0,001 г. Автоматичний прободрукарськийприлад для глибокого способу друку IGT G1-5.	Пігментні концентрати друкарських фарб. Плівка марки GT.	Цехові умови: температура 18-24 °С; вологість 50-60%; освітленість 300Лк. Необхідне програмне забезпечення: XRite ColorQuality.	—
2.2	Складання остаточних композицій друкарських фарб: вибір композитів відповідно до технології виготовлення та вимог до пакування.	Проглядовий бокс X-Rite Judge QC.		Цехові умови: температура 18-24 °С; вологість 50-60%; освітленість 300Лк. Необхідне програмне забезпечення: XRite InkFormulation	

Продовження табл. 4.11

1	2	3	4	5	6
2.3	Кольоропроба та перевірка властивостей готової фарби: оцінка леткості, кольорового тону, в'язкості, інтенсивності кольору, коректура за потреби, затвердження кольору.				
2.4	Обрахунок необхідної кількості фарби та її складників. Змішування компонентів друкарської фарби.	Автоматична гравіметрична система змішування фарб Colorsat Slim 20: швидкість роботи 4 хв/20 кг фарби, точність дозування ± 1 г, макс. кількість компонентів-24, макс. в'язкість 120с за Діном, макс. об'єм фарби за одне дозування 35кг.	Пігментні концентрати друкарських фарб	Цехові умови: температура 18-24 °С; вологість 50-60%; освітленість 300Лк. Необхідне програмне забезпечення: GSE Ink Manager.	Автоматичний прободрукарський прилад для глибокого способу друку IGT G1-5. Спектрофотометр зі сферичною геометрією оптичної системи X-RiteColorEye XTH.
2.5	Постачання фарб в друкарський цех.		Готові друкарські фарби.		Візуально.
3	Друкування				
3.1	Перевірка відповідності матеріалів	Джерело світла: лампа LED XL Hybrid D65; BOBST MASTER RS 6003: ширина друкування 800-1500мм, мін. рапорт 450мм, макс. рапорт	Друкарська фарба 40-60% етилацетату, 15-25% зв'язуючих, 10-15% пігменту, 5%	Цехові умови: температура 18-24 °С; вологість 50-60%; освітленість 300Лк.	Віскозиметр ВЗ-4. Спектрофотометр Spectro Eye. Липка стрічка.
3.2	Підготовка машини до роботи: перевірка стану машини; налаштування систем сушки та охолодження полотна;				

Продовження табл. 4.11

1	2	3	4	5	6
	підготовка друкарського апарату (встановлення друкарських кареток в машину з встановленими формними циліндрами, встановлення притискних валів, встановлення ракететримачів з ракетами); підготовка стрічкоживильної та стрічкоропровідної систем (установлення на розмотувальний пристрій рулонів напівфабрикату, проведення полотна через друкарську машину, встановлення шпулі на намотувальний пристрій); підготовка фарбового апарату (перевірка в'язкості фарб, завантаження фарб у фарбові баки, включення систем подачі фарб, подачі розчинника та підтримки в'язкості); налаштування допоміжних систем.	1020мм, макс. швидкість друку 600м/хв, діапазон товщин задруковуваного матеріалу 10-300мкм, точність приводки 0,05мм, макс. діаметр рулону розмотки/намотки 1000мм. Система електростатичної допомоги ESA GNH 61P. Система автоматичної підтримки в'язкості VISCOSOLCOLOR 2200. Система вирівнювання полотна FIFE CDP-01. Система коронної обробки полотна Ahlbrandt System. Система контролю рівня концентрації розчинника L.E.L.	ПЕТФ: товщина $12 \pm 5\%$ мкм, ширина 730мм, маса $1\text{м}^2 17 \pm 0,2 \text{ г/м}^2$, поверхневий натяг 42-44 мН/м, коефіцієнт тертя (динамічний та статичний) $\geq 0,45$, усадка: в повздовжньому напрямку 3 бали, в поперечному 1 бал, мутність ≥ 4 , прозорість 85. В'язкість фарб 14 – 18 с. Ракельний ніж Max DaetwylerOPTIL IFE.	Режим освітлення в цеху: сонячне світло і випромінювання від ламп денного освітлення не повинні попадати на друкарську машину і фарбу; рекомендується використовувати жовті фільтри на вікнах і безпечне жовте освітлення. Допуск на неспричинення 0,2-0,3мм. Відхилення відстані між фотомітками $\pm 1,5\text{мм}$ на 1м.	Газовий хроматограф Agilent 6890GC. Система відеоконтролю якості друку NIRECO. Система автоматичного контролю суміщення Bobst Registron S5100.
3.3	Включення машини на приладочну швидкість і виготовлення пробних відбитків				
3.4	Регулювання режимних параметрів друкування та, за необхідності, корегування колірних характеристик друкарських фарб.				
3.5	Отримання еталонного відбитку та його затвердження.				

Продовження табл. 4.11

1	2	3	4	5	6
3.6	Включення машини на робочу швидкість та друкування тиражу (систематичний контроль режимних параметрів друкарського процесу та якості продукції).				
3.7	Передання задрукованого матеріалу на ділянку ламінації				
3.8	Очищення: формних циліндрів, ракелів, частин друкарського апарату, фарбового апарату.	Пристрій для змивки циліндрів Renzmann 3400: корисна ширина / висота / довжина 1500×500×1000 мм, характеристики мийного насоса 50 м ³ / год, 12,5 кВт, внутрішня витяжка 2200 м ³ / год, 1,85 кВт.	Вода. Розчинник.	Цехові умови: температура цеху 16–25 °С; відносна вологість 40–60 %; освітленість 60-130 Лк.	Візуальний контроль.

4.5. Алгоритм процесу друкування

На основі проведеного дослідження та отриманих даних та розроблено детальний алгоритм процесу приладки машини глибокого способу друку та друкування (рис. 4.1).

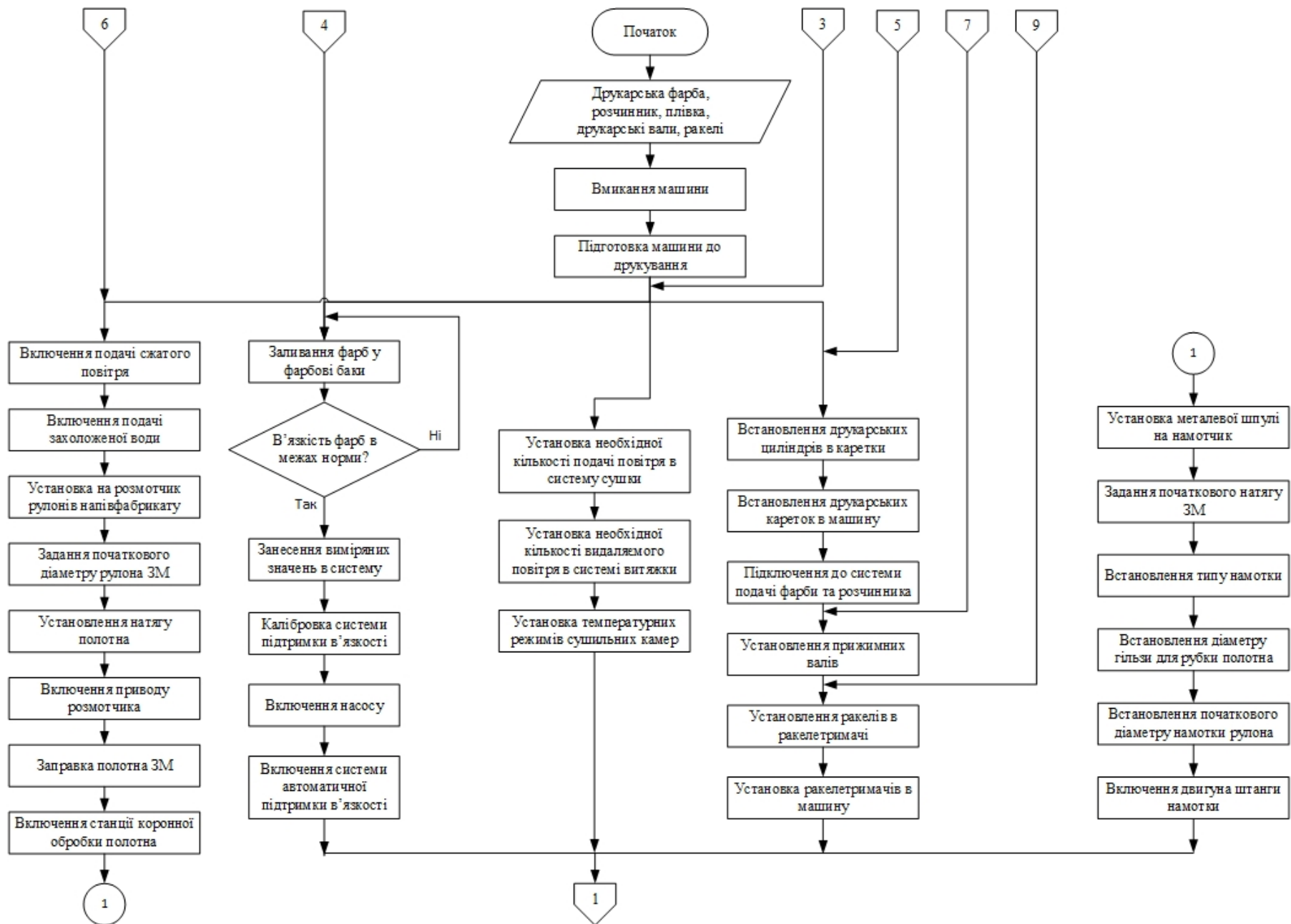


Рисунок 4.1 — Детальний алгоритм технологічного процесу друкування. Початок

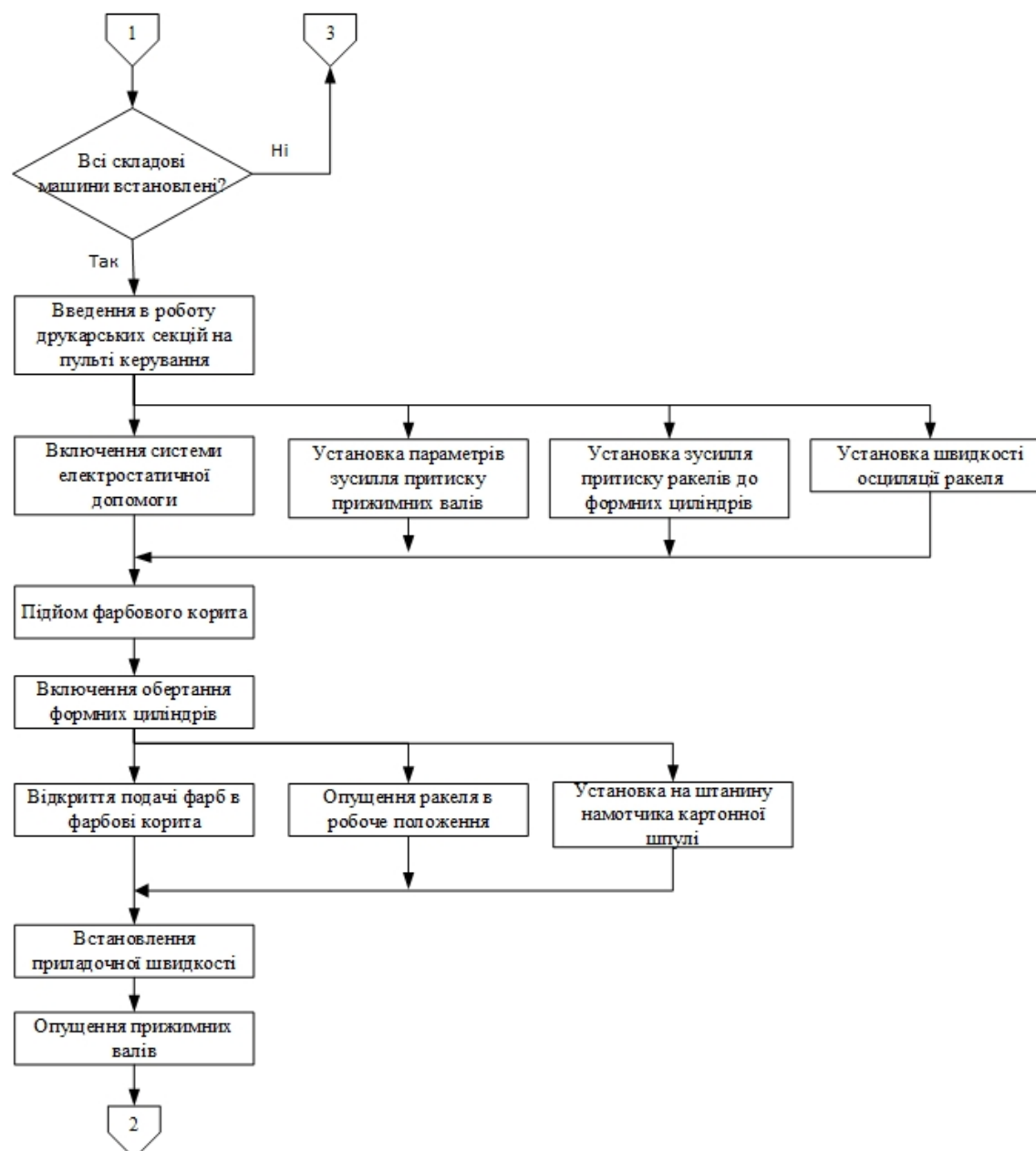


Рисунок 4.1 — Детальний алгоритм технологічного процесу друкування. Продовження

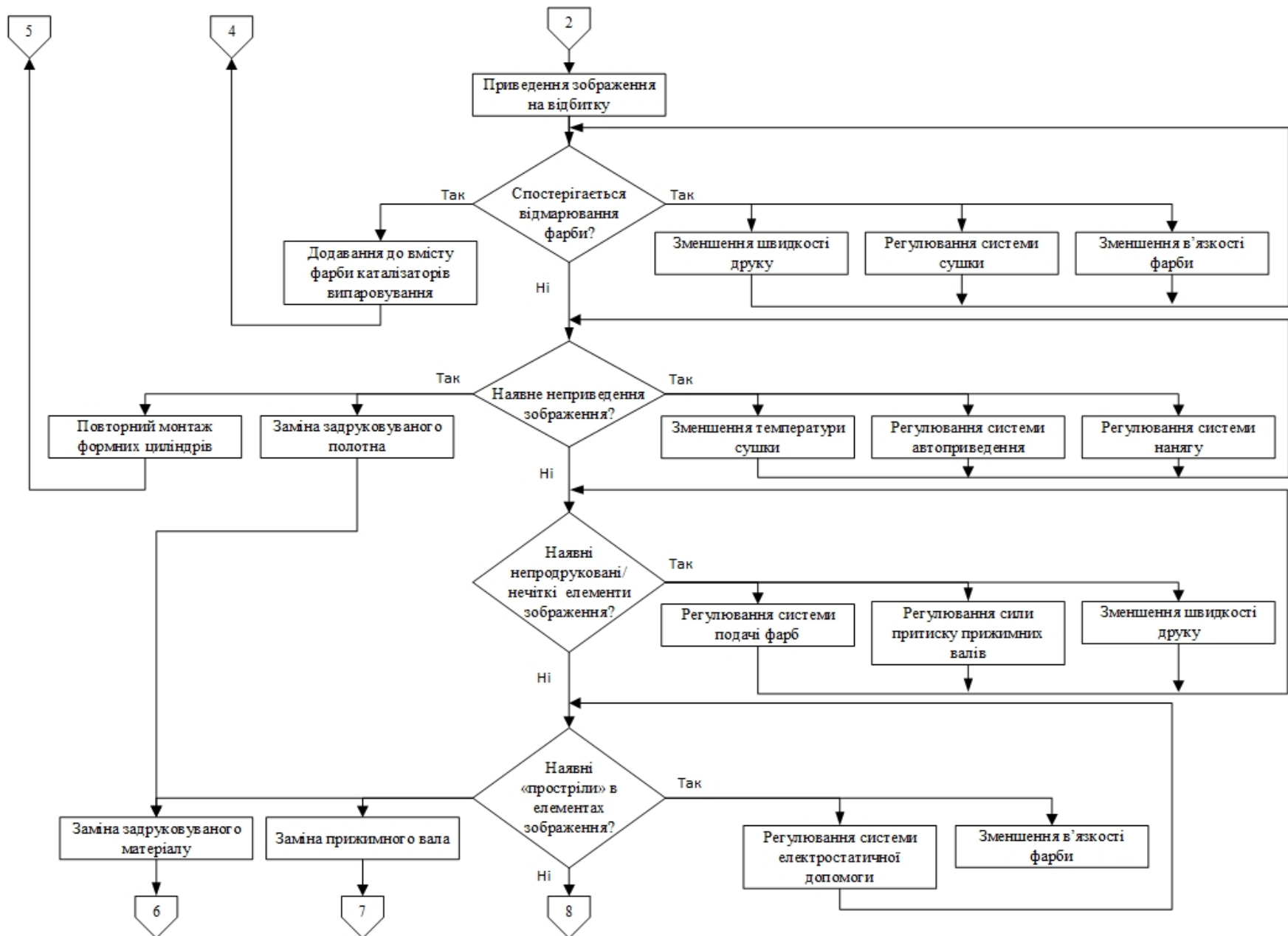


Рисунок 4.1 — Детальний алгоритм технологічного процесу друкування. Продовження

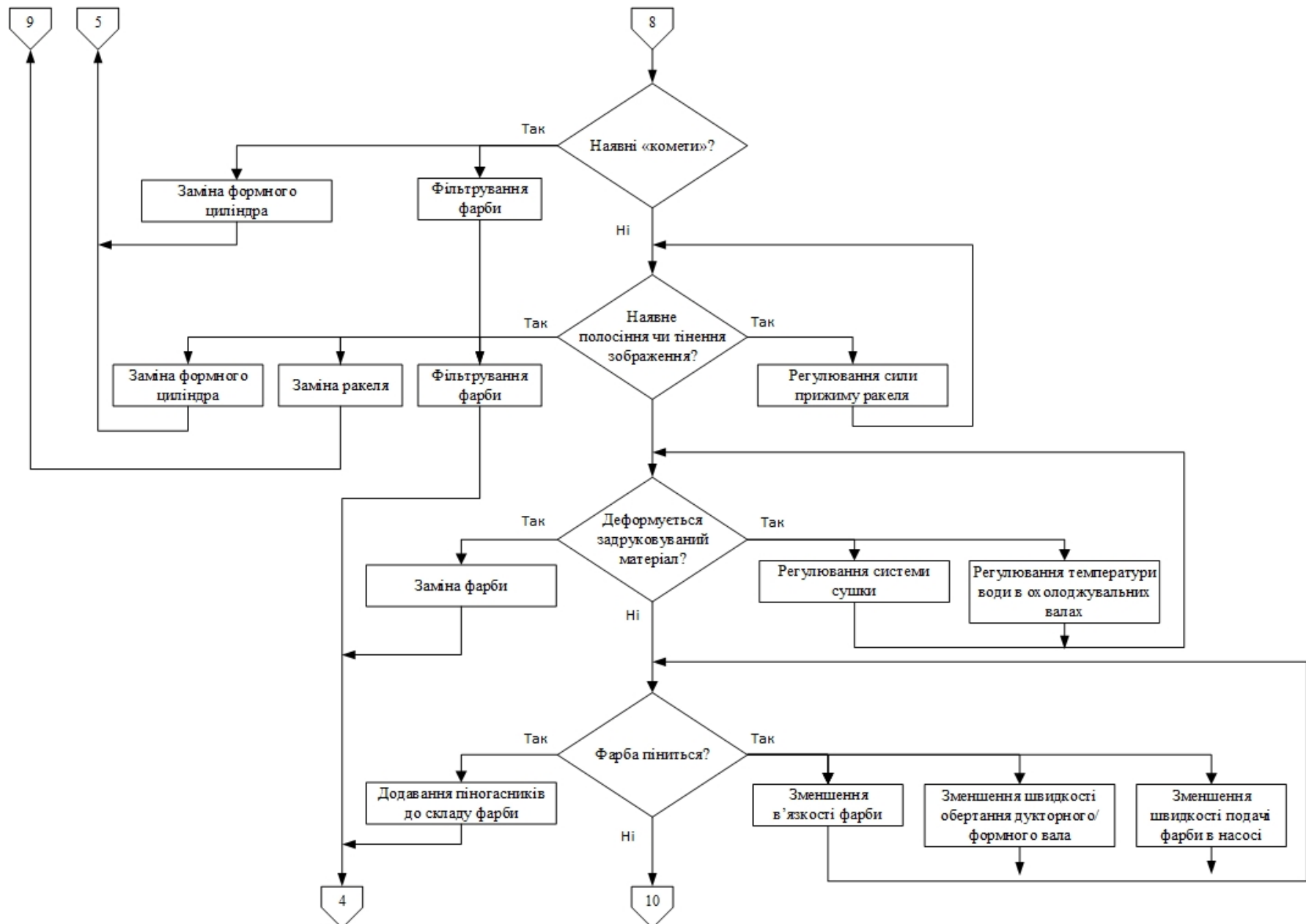


Рисунок 4.1 — Детальний алгоритм технологічного процесу друкування. Продовження

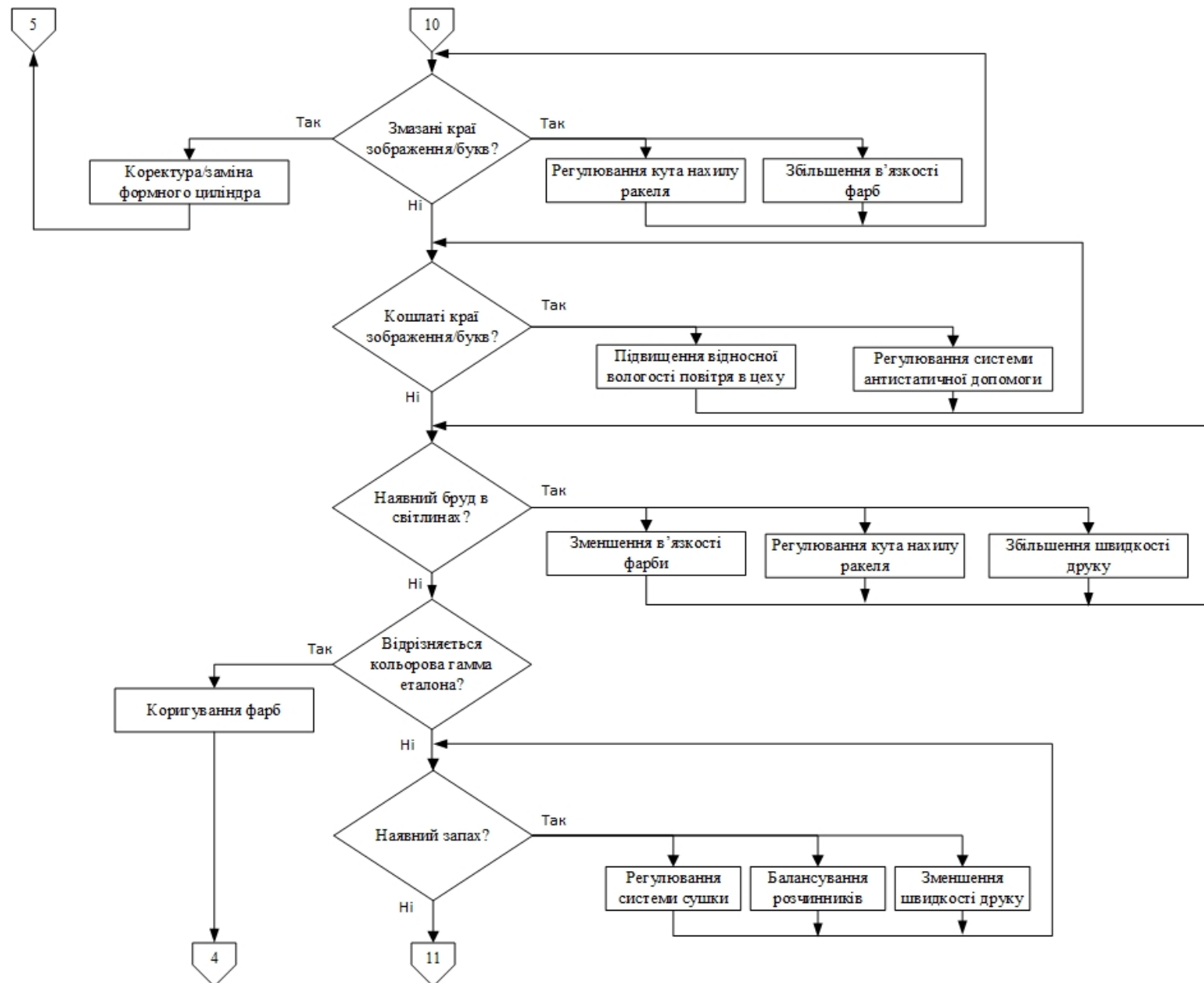


Рисунок 4.1 — Детальний алгоритм технологічного процесу друкування. Продовження

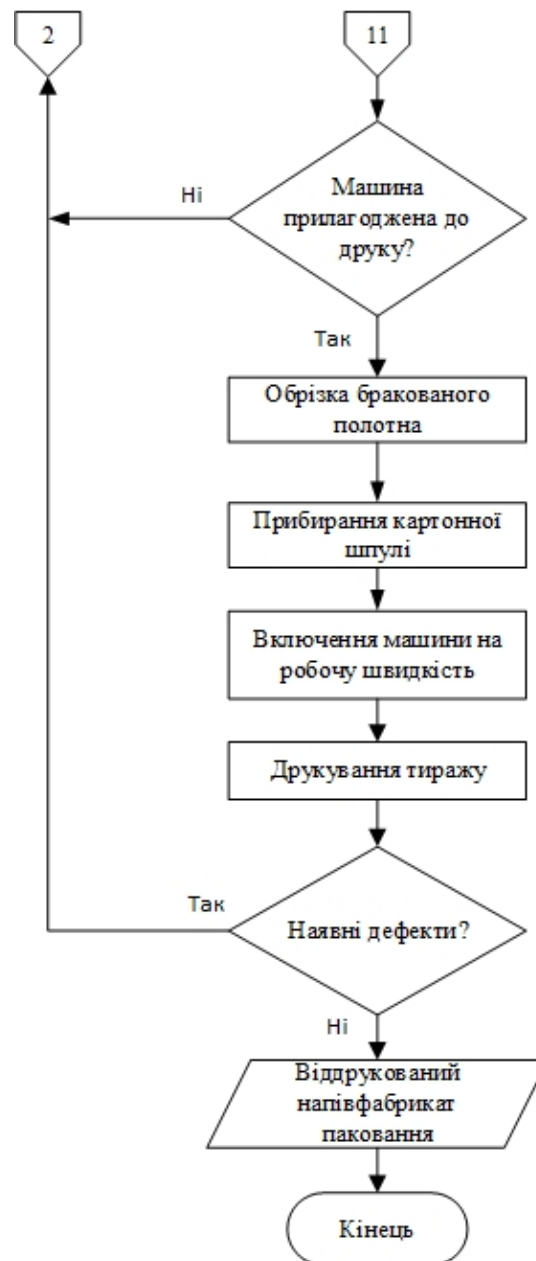


Рисунок 4.1 — Детальний алгоритм технологічного процесу друкування. Продовження

Висновки до розділу 4

Згідно з технічними характеристиками запроектованої продукції обрано відповідне додрукарське апаратне та програмне забезпечення, формне, друкарське, післядрукарське устаткування для виготовлення гнучких паковань глибоким способом друку.

Також сформовано маршрутно-технологічну карту процесу друкування на машині глибокого методу друку та детальний алгоритм процесу прилагодження до друку на даних машинах.

5. РОЗРАХУНОК РОЗГОРНУТОГО ПРОМИСЛОВОГО ЗАВДАННЯ

Відповідно до обраного напрямку проектного підприємства та обраного обладнання було обраховано його технічні показники (табл. 5.1 – 5.7) [70].

Таблиця 5.1— Розгорнуте промислове завдання проекту

№ позиції	Тип видання	Рапорт, см	Ширина рулону, см	Доля	Кількість назв, Н	Середній обсяг у фіз. арк., Ов, одиниць	Середній наклад, Тс, тис прим.
1	Сухий корм для котів	80	120	2	20	0,500	1500
2		95	120	2	25	0,500	2000
3	Сухі напої, спеції	85	90	12	20	0,083	2000
4		100	120	24	20	0,042	2000
5	Косметичні маски	80	100	15	30	0,067	500
6	Сухі напої, спеції	100	140	21	50	0,048	2000
7		100	120	24	50	0,042	2000
8	Чіпси, сухі сніданки	105	150	12	40	0,083	3000
9		105	150	9	30	0,111	3000
10	Сухий корм для котів	80	120	2	35	0,500	2000

Закінчення таблиці 5.1

№ позиції	Фарбовість		Ілюстративність, %	Площа ілюстрацій, см ²	Друкованих арк.-відбитків, тисяч	Приведених друк.арк.-відбитків, тисяч	Аркуше-прогонів, тисяч	Формо-приладок, одиниць
	лице	зворот						
1	7	0	100	96000	15000	26666,67	15000	140
2				142500	25000	52777,78	25000	175
3				12750	3333	4722,22	3333	140
4				10000	1667	3703,70	1667	140
5				16000	1000	1481,48	1000	210
6				33333,3	4762	12345,68	4762	350
7				25000	4167	9259,26	4167	350
8				52500	10000	29166,67	10000	280
9				52500	10000	29166,67	10000	210
10				168000	35000	62222,22	35000	245

Таблиця 5.2— Виробниче завдання на опрацювання ілюстрацій

№ позиції	Тип видання	К-сть іл. одиниць	Площа ілюстрацій, см ²	Норма часу, хв	Група складності	Всього нормо-год на обробку ілюст.
1	Сухий корм для котів	20	96000	46,9	5	750,40
2		25	142500	46,9	5	1113,88
3	Сухі напої, спеції	20	12750	46,9	5	99,66
4		20	10000	46,9	5	78,17
5	Косметичні маски	30	16000	46,9	5	125,07
6	Сухі напої, спеції	50	33333,3	56,7	6	315,00
7		50	25000	56,7	6	236,25
8	Чіпси, сухі сніданки	40	52500	56,7	6	496,13
9		30	52500	56,7	6	496,13
10	Сухий корм для котів	35	168000	56,7	6	1587,60

Таблиця 5.3— Виробниче завдання на верстку

№ позиції	Тип видання	Облікова од.	Завдання на верстку видання	Норма часу, хв	Група складності	Коеф. прив.	Всього нормо-год
1	Сухий корм для котів	полоса	20	33	3	7,70	84,66
2		полоса	25	33	3	9,14	125,66
3	Сухі напої, спеції	полоса	20	33	3	1,02	11,24
4		полоса	20	33	3	0,80	8,82
5	Косметичні маски	полоса	30	33	3	0,86	14,11
6	Сухі напої, спеції	полоса	50	33	3	1,07	29,39
7		полоса	50	33	3	0,80	22,05
8	Чіпси, сухі сніданки	полоса	40	33	3	2,10	46,30
9		полоса	30	33	3	2,81	46,30
10	Сухий корм для котів	полоса	35	33	3	7,70	148,15

Таблиця 5.4— Виробниче завдання на формні процеси

№ позиції	Тип видання	Кількість друк. форм, од	Облікова од.	Норма часу, год	Всього нормо-год
1	Сухий корм для котів	140	ф	7	980,0
2		175	ф	7	1225,0
3	Сухі напої, спеції	140	ф	7	980,0
4		140	ф	7	980,0

Закінчення таблиці 5.4

5	Косметичні маски	210	ф	7	1470,0
6	Сухі напої, спеції	350	ф	4	1400,0
7		350	ф	4	1400,0
8	Чіпси, сухі сніданки	280	ф	4	1120,0
9		210	ф	4	840,0
10	Сухий корм для котів	245	ф	4	980,0

Таблиця 5.5— Виробниче завдання на друкування

№ позиції	Тип видання	Аркуше- прогонів, тисяч	Всього, тис. м	Облікова од.	Норма, м/хв	Всього нормо-год
1	Сухий корм для котів	15000	12006,0	м	400	532,9
2		25000	23757,5	м	400	1030,7
3	Сухі напої, спеції	3333,33	2839,3	м	400	151,0
4		1666,67	1672,7	м	400	102,4
5	Косметичні маски	1000	809,0	м	400	82,7
6	Сухі напої, спеції	4761,9	4776,9	м	350	344,1
7		4166,67	4181,7	м	350	315,8
8	Чіпси, сухі сніданки	10000	10512,0	м	350	593,9
9		10000	10509,0	м	350	570,4
10	Сухий корм для котів	35000	28010,5	м	350	1415,5

Таблиця 5.6— Необхідна кількість устаткування та робочих місць

№	Повна назва устаткування чи робочого місця	Виробнича програма, нормо- годин	Необхідна кількість машин, одиниць	
			розрахункова	прийнята проектом
1	Додрукарська підготовка макетів	5835	3,24	5
2	Виготовлення ФЦ глибокого способу друку	5635	1,04	1
3	Виготовлення ДФ флексографічного способу друку	5740	1,06	1
4	Друкування глибоким способом	1900	1,06	1
5	Друкування флексографічним способом	3240	0,90	1
6	Виготовлення багатошарової плівки	3669	1,02	1
7	Розрізування рулонів напівфабрикату	6605	1,83	2

Таблиця 5.7— Чисельність працюючих

№	Назва виробничої операції	Прийнята кількість устаткування, одиниць	Штаг обслуговування, осіб	Розряд робітників	Кількість змін	Явочна кількість працівників за фахом та розрядом	Спискова кількість працівників, осіб
1	Обробка ілюстрацій, верста макетів	1	1	2	1	5	5,75
2	Виготовлення ФЦ глибокого способу друку	1	1	5	3	3	3,45
3	Виготовлення ДФ флексографічного способу друку	1	1	6	3	3	3,45
4	Друкування глибоким друком	1	1	2	1	3	3,45
			1	5			
			1	6			
5	Друкування флексографічним друком	1	1	2	2	6	6,90
			1	5			
			1	2			
6	Ламінування плівки	1	1	5	2	2	2,30
			1	6			
7	Розрізування рулонів	2	1	2	2	4	4,60
Всього працівників							32

5.2. Комп'ютеризація технологічних і виробничих процесів

Розроблено загальне завдання на ком'ютерне забезпечення (табл. 5.8) виробничих процесів та схему комп'ютерної мережі запроєктованого поліграфічного підприємства (рис. 5.1). На друкарській та ламінувальній ділянках виробництва комп'ютером вважається пульт керування машиною, який підключено до мережі підприємства.

Таблиця 5.8 — Завдання на комп'ютерне забезпечення
технологічних та виробничих процесів

№	Назва устаткування/робочого місця	Рекомендоване комп'ютерне устаткування	Необхідне програмне забезпечення	Необхідна кількість комп. устат., шт.	Операції та засоби контролю що підлягають комп'ютеризації
1	Додрукарська підготовка макетів	Монітор ASUS ProArt, графічний планшет: Wacom Cintiq Companion 2 512GB (DTH-W1310H). ПК: процесор ThreadRipper, відеокарта P4000, оперативна пам'ять: 16 Гб.	Esko Software Platform 16, Adobe Illustrator CC 23.0, Adobe Photoshop CC 19.0, драйвер до принтера	5	Візуальний контроль. Перевірка усіх елементів присутніх на зображенні
2	Виготовлення друкарських форм	Монітор ASUS ProArt, ПК: процесор ThreadRipper, відеокарта P4000, оперативна пам'ять: 8 Гб.	Драйвери до обладнання, база даних замовлень підприємства	2	Контроль якості формних процесів
3	Керівники цехів/ділянок: додрукарського, друкарського, післядрукарського		Драйвер до принтера, база даних замовлень підприємства	6	Контроль якості напівфарбрикатів, координування праці та графіку робіт
4	Порізка та упаковка продукції		Драйвери до обладнання, база даних замовлень підприємства	2	Візуальний контроль якості

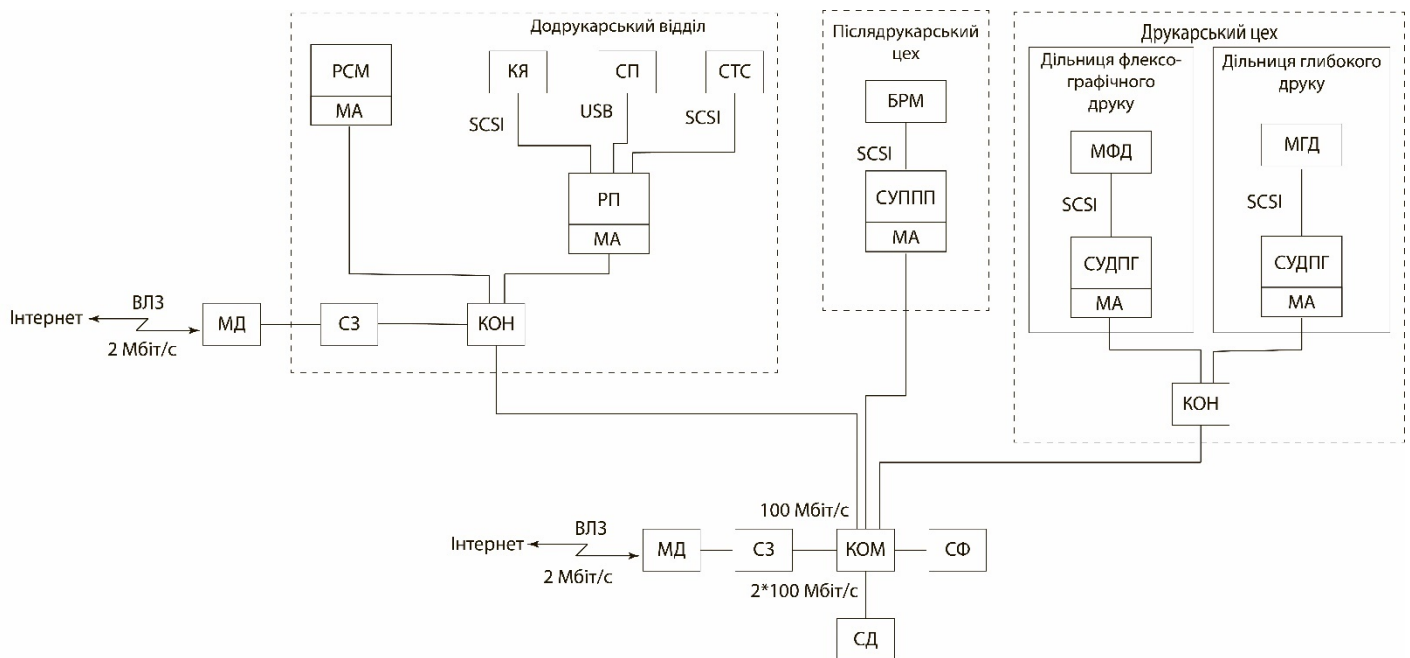


Рис. 5.1. Схема комп'ютерної мережі запроєктованого поліграфічного підприємства

Пояснення до рисунка 5.1:

СД — сервер друку; СФ — сервер файлів; КОМ — комутатор; СЗ — сервер зв'язку; МД — модем; ВЛЗ — виділена лінія зв'язку; КОН — концентратор; МА — мережевий адаптер; РСМ — робоча станція макетування; РП — RIP-процесор; КЯ — контроль якості (X-Rite); СП — струминний принтер; СТС — формовивідний пристрій; СУДП — система управління друкарським процесом; МГД — машина глибокого друку; МФД — машина флексографічного друку; СУППП — система управління процесом перемотки та порізки; БРМ — бабіно-різальна машина; SCSI, USB — інтерфейс для периферії

5.3. Планування виробничих приміщень

На основі вибору відповідного устаткування та розрахунків його кількості, розроблено технологічний план друкарського цеху поліграфічного підприємства з виготовлення гнучких паковань (рис. 5.2).

Пояснення до рисунка 5.2:

1 — рулонна друкарська машина глибокого способу друку; 2 — пульт керування; 3 — оглядовий бокс; 4 — монітор системи відеоконтролю якості друкування; 5 — стелаж з підготовленим до друку матеріалом; 6 — стелаж з віддрукованим матеріалом; 7 — підготовлена до друку фарба; 8 — шафа з необхідним допоміжним обладнанням та інструментом; 9 — стелаж для проміжного зберігання формних циліндрів; 10 — рулонна друкарська машина флексографічного способу друку; 11 — підготовлена до друку фарба.

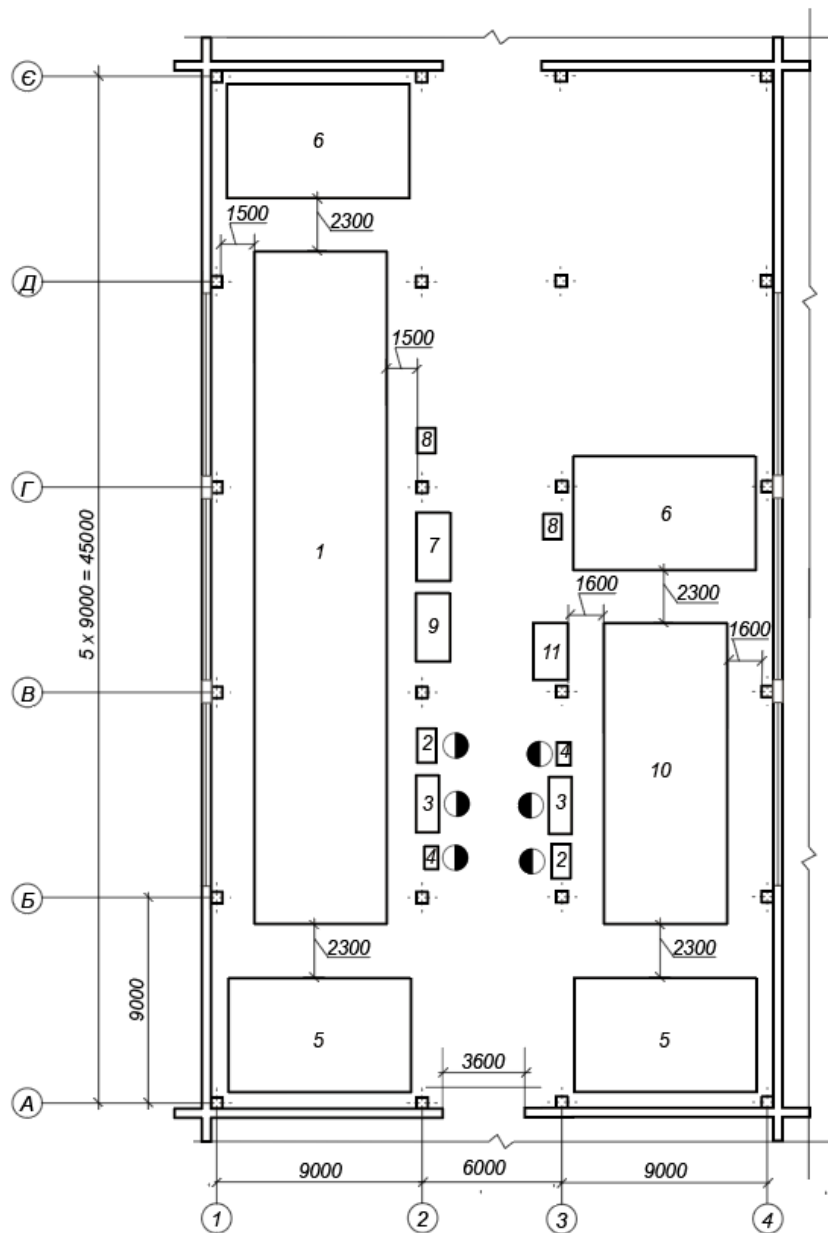


Рисунок 5.2 — Технологічний план друкарського цеху

Висновки до розділу 5

Згідно з технічними характеристиками запроєктованої продукції та обраного технологічного обладнання обраховано розширене промислове завдання на виконання технологічних процесів виготовлення гнучких паковань віддрукованих глибоким та флексографічним способами друку.

Також розроблено схему комп'ютерного забезпечення підприємства та план друкарського цеху відповідно до норм та габаритних розмірів обладнання.

6. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ПРОЕКТУ

Для фінального обрахунку техніко-економічних показників спочатку отримано необхідні кількості витратних матеріалів для виготовлення тиражів та витрати на них (табл. 6.1 – 6.4).

Таблиця 6.1 – Витрати на плівку

№ позицій	Найменування і тип видання	Вид плівки	Витрати плівки, тис. м. пог.	Ширина рулону, м	Маса, г/м ²	Витрати, кг
1	2	3	4	5	6	7
1.	Гнучке пакування типу «сухий корм для котів»	ПЕТ	12006,00	1,2	16,8	242040,96
		Фольга	12004,00		18,9	272250,72
		ПЕ	12002,00		32,6	469518,24
2.	Гнучке пакування типу «сухий корм для котів»	БОПП	23757,50	1,2	22,6	644303,4
		БОПП мет.	23755,00		32,6	929295,6
		ПЕ	23752,50		32,6	929197,8
3.	Гнучке пакування типу «сухі напої»	ПЕТ	2839,33	0,9	16,8	42930,72
		Фольга	2837,33		18,9	48263,04
		ПЕ	2835,33		32,6	83188,68
4.	Гнучке пакування типу «спеції»	ПЕТ	1672,67	1,2	16,8	33720,96
		Фольга	1670,67		18,9	37890,72
		ПЕ	1668,67		32,2	64477,28
5.	Гнучке пакування типу «косметичні маски»	ПЕТ	809,00	1,0	16,8	13591,2
		Фольга	806,00		18,9	15233,4
		ПЕ	803,00		32,6	26177,8
6.	Гнучке пакування типу «сухі напої»	БОПП	4776,90	1,4	22,6	151141,27
		БОПП мет.	4771,90		32,6	217789,73
		ПЕ	4766,90		32,6	217561,53

Закінчення табл. 6.1.

7.	Гнучке пакування типу «спеції»	ПЕТ	4181,67	1,2	16,8	84302,4
		Фольга	4176,67		18,9	94726,8
		ПЕ	4171,67		32,6	163195,6
8.	Гнучке пакування типу «чіпси»	ПЕТ	10512,00	1,5	16,8	264902,4
		Фольга	10508,00		18,9	297901,8
		ПЕ	10504,00		32,6	513645,6
9.	Гнучке пакування типу «сухі сніданки»	ПЕТ	10509,00	1,5	16,8	264826,8
		ПЕ	10506,00		32,6	513743,4
10.	Гнучке пакування типу « сухий корм для котів »	ПЕТ	28010,50	1,2	22,6	759644,76
		ПЕ	28007,00		32,6	1095633,84
Загалом плівки ПЕТ, кг						946315,44
Загалом плівки ПЕ, кг						4076339,77
Загалом плівки БОПП, кг						1920730,08
Загалом фольги, кг						728375,76

Таблиця 6.2 – Витрати на фарби

Номер позиції	Тип видання	Кількість назв на рік	Обсяг, фіз.дру к. аркуші в	Тираж (наклад), тис.примірників	Люстративність, %	Фарбовість, число фарб	Норма витрат фарби на 1000 фарбові дб. 60×90 см, г	Витрати фарб СМҮК і пантон, кг	Норма витрат білої фарби на 1000 фарбові дб. 60×90 см, г	Витрати білої фари, кг	Всього витрат фарби, кг
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1.	Гнучке пакування типу «Сухий корм для котів»	20	0,500	1500	100	7+0	570	3318,5	710	20826,7	137866,7
2.	Гнучке пакування типу «Сухий корм для котів»	25	0,500	2000	100	7+0	570	6727,1	710	41219,4	272861,1
3.	Гнучке пакування типу «Сухі напої»	20	0,083	2000	100	7+0	570	12075,6	710	3688,1	24413,9
4.	Гнучке пакування типу «Спеції»	20	0,042	2000	100	7+0	570	18287,5	710	2892,6	19148,1
5.	Гнучке пакування типу «Косметичні маски»	30	0,067	500	100	7+0	570	4180	710	1157,0	7659,3
6.	Гнучке пакування типу «Сухі напої»	50	0,048	2000	100	7+0	645	8408,9	870	11814,8	87674,1
7.	Гнучке пакування типу «Спеції»	50	0,042	2000	100	7+0	645	3072,3	870	8861,1	65755,6
8.	Гнучке пакування типу «Чіпси»	40	0,083	3000	100	7+0	645	7315	870	27912,5	207130,0
9.	Гнучке пакування типу «Сухі сніданки»	30	0,111	3000	100	7+0	645	2600,9	870	27912,5	207130,0
10.	Гнучке пакування типу «Сухий корм для котів»	35	0,500	2000	100	7+0	645	4564,6	870	59546,7	441877,3

Таблиця 6.3 — Витрати клею

Номер позиції	Тип видання	Ширина рулону, см	Кількість погонних метрів, тис.	Норма витрат на м ² , г	Витрати, кг
1	2	3	4	5	6
1.	Гнучке пакування типу «Сухий корм для котів»	120	12006,0	4,2	60510,24
2.	Гнучке пакування типу «Сухий корм для котів»	120	23757,5	4,2	119737,8
3.	Гнучке пакування типу «Сухі напої»	90	2839,3	4,2	10732,68
4.	Гнучке пакування типу «Спеції»	120	1672,7	4,2	8430,24
5.	Гнучке пакування типу «Сухі напої»	100	809	4,2	3397,8
6.	Гнучке пакування типу «Спеції»	140	4776,904762	4,2	28088,2
7.	Гнучке пакування типу «Чіпси»	120	4181,666667	4,2	21075,6
8.	Гнучке пакування типу «Сухі сніданки»	150	10512	4,2	66225,6
9.	Гнучке пакування типу «Сухий корм для котів»	150	10509	2,1	33103,35
10.	Гнучке пакування типу «Сухий корм для котів»	120	28010,5	2,1	70586,46
Всього					421888

Таблиця 6.4 — Витрати на матеріали

Назва матеріалу	Облікова одиниця матеріалу	Потреба в матеріалі (P_m), обл. од.	Ціна обл. од. матеріалу (C_m), грн	Витрати на матеріали, тис. грн
1	2	3	4	5
Формний циліндр	1 шт.	805	10500	8452500
Фотополімерні пластини	1 шт.	1435	6050	8681750
Плівка ПЕТ	кг	946315,4	125	118289430
Плівка ПЕ	кг	4076339,8	65	264962085
Плівка БОПП	кг	1920730,1	135	259298561
Фольга	кг	728375,8	103	75022703
Фарба глибокого друку	кг	461949,1	720	332603333
Флексографічна фарба	кг	1009567,0	690	696601204
Клей	кг	421887,97	150	63283196
Всього витрат на матеріали				1827194763

Здійснено розрахунок необхідних витрат на заробітну плату для працівників (табл. 6.5) та амортизаційні витрати на обладнання – амортизація, електроенергія, ремонт (табл. 6.6 – 6.8) [71-72].

Таблиця 6.5 — Заробітна плата працівників

№ п/п	Назва виробничої операції	Виробнича програма, нормо-годин	Прийнята кількість машин (р.м.), одиниць, Y_n	Чисельність та розряд робітників		Годинна ставка, грн	Заробітна плата, грн
1	2	5	3	4		5	6
1.	Додрукарська підготовка макету	5834,94	5	1	5	125	729368

Таблиця 6.8 — Витрати на поточний ремонт

№ поз иці ї	Назва устаткування	Трудоміс ткість, ремонт, нормогод ин	Коефіцієнт застосування	Трудомісткіс ть ремонту з врахування коэф. застосув.	Вартість ремонтних робіт за год., грн	Витрати на поточний ремонт, грн
1.	Графічна станція	20	3,24	64,8	155,78	10099,6
2.	Лінія виготовлення форм глибокого способу друку AUTOCON Line Zinc Laser Chrome 60	190	1,04	198,3		30886,3
3.	СтР пристрій для флексграфічних друкарських форм CDI Crystal & XPS 5080	120	1,06	127,6		19870,6
4.	Друкарська машина глибокого способу друку BOBST MASTER RS 6003	300	1,06	316,6		49322,2
5.	Друкарська машина флексграфічного способу друку BOBST VISION CI	300	0,90	270,0		42057,6
6.	Ламінатор BOBST TX 1000	130	1,02	132,5		20642,0
7.	Бобінорізальний верстат Вімес STC/42	80	1,83	146,8		22864,9
Разом витрати на поточний ремонт						195 743

В таблицях 6.9 та 6.10 розраховано собівартість та техніко-економічні показники проекту. Рентабельність для розрахунку було прийнято 10%.

Таблиця 6.9 – Розрахунок собівартості продукції

№	Стаття витрат	Сума витрат, грн
1	Витрати на матеріали (B_M)	1827194763
2	Витрати на заробітну плату (ЗП)	11280975
3	Відрахування на соціальні заходи ($B_{соц}$)	2481814
4	Витрати на утримання та експлуатацію устаткування ($B_{уст}$)	182334296
5	Загальновиробничі витрати ($B_{з-в}$)	12447972
6	Загальногосподарські витрати ($B_{з-г}$)	14003968
7	Виробнича собівартість	2049743788
8	Позавиробничі витрати	14348207
9	Повна собівартість	2064091995
10	Витрати на плівку	642550076
	Повна собівартість (без урахування витрат на плівку)	1421541919
11	Повна собівартість з врахуванням витрат на плівку	2706642071

Таблиця 6.10 – Основні техніко-економічні показники

№	Показник	Облікова од.	Фактична кількість од.
1	Випуск продукції в оптових цінах	тис. грн.	2270501
	в т. ч. без урахування витрат на папір	тис. грн.	1627951
2	Випуск продукції в натуральному вираженні	тис. м. пог.	99075
3	Середньоспискова чисельність робітників	чол.	32
4	Середньорічний виробіток 1 робітника	тис. грн.	70548
	в т. ч. без урахування витрат на плівку	тис. грн.	50583
5	Фонд заробітної плати робітників	тис. грн.	11281
6	Середньорічна заробітна плата 1 робітника	тис. грн.	351
7	Собівартість продукції	тис. грн.	2064092
8	Витрати на 1 грн. товарної продукції	грн.	0,91
9	Середньорічна вартість основних виробничих фондів	тис. грн.	637450

Закінчення табл. 6.10

10	Витрати на плівку	тис. грн.	642550
11	Прибуток по товарній продукції	тис. грн.	206409
12	Рентабельність продукції	%	10
13	Рентабельність основних виробничих фондів	%	32
14	Капіталовкладення	тис. грн.	637450
15	Термін окупності	роки	3,1

Висновки по розділу 6

В даному розділі виконано розрахунок техніко-економічних показників проекту та собівартість продукції. Для цього було розраховано витратні матеріали для виготовлення гнучких паковань, необхідну заробітну плату для працівників та витрати на утримання та експлуатацію устаткування.

Як результат собівартість продукції становить 2064092 тис. грн., а прибуток – 206409 тис. грн.. Термін окупності проекту 3,1 роки (табл. 6.10).

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В ході виконання магістерської дисертації було проаналізовано ринок виготовлення гнучких паковань в світі та особливості їх виготовлення та використання витратних матеріалів, шляхом формування класифікаційної схеми. Загалом опрацьовано 72 літературних джерела.

Було розроблено конструкції запроектованих гнучких паковань, обрано методи друку – глибокий та флексографічний, з огляду на запроектовані об'єми тиражів, технологію гравіювання формних циліндрів, витратні матеріали та технології виготовлення багатошарових матеріалів для гнучких паковань.

На основі проведеного дослідження та опрацьованої літератури було запроектовано підприємство рулонного друку гнучких паковань з стандартизованою кількістю фарб розширеного кольорового охоплення. Це рішення допоможе вирішити наступні проблеми:

1. часові затрати на зміну замовлення на рулонній машині глибокого друку (та флексографічного);
2. питання підготовки фарби та зберігання її залишків;
3. екологічність виробництва;
4. дозволить сумісне тиражування на машинах глибокого друку;
5. питання стандартизації глибокого друку та флексографічного.

Як результат дослідження, також розроблено маршрутно-технологічну карту друкарського процесу та детальний алгоритм прилагодження та друкування на рулонній машині глибокого способу друку.

Також запроектовано план друкарського цеху з обраним друкарським обладнанням, а саме рулонною машиною глибокого друку BOBST MASTER RS 6003 та рулонною машиною флексографічного друку BOBST VISION CI середніх форматів, та сформовано схему комп'ютерної мережі підприємства. Для виготовлення багатошарових ламінатів обрано ламінувальну машину BOBST TX 1000, яка підтримує технологію сухого

ламінування на клеях без розчинників, та на розчинниках, що розширює можливості запроектованого підприємства.

Разом з технічними обрахунками об'ємів запроектованого виробництва та його завантаженістю приведено економічне обґрунтування проекту, яке ілюструє вигідність виконання проекту з терміном окупності 3,2 роки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Шмаков А. Текущие тенденции гибкой упаковки. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://press.spb.ru/tekushhie-tendentsii-gibkoj-upakovki/> (дата звернення: 20.05.2019). Назва з екрана.
2. Тренды упаковки косметики в 2019. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://zen.yandex.ru/media/id/5bf40eac2610c300aacd920f/trendy-upakovki-kosmetiki-v-2019-5c6fce38d21b0100b3334c14> (дата звернення: 20.05.2019). Назва з екрана.
3. Березина Е. Упаковка — гибкая во всех отношениях. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://cosmetic-industry.com/upakovka-gibkaya-vo-vsex-otnosheniyaх.html> (дата звернення: 20.05.2019). Назва з екрана.
4. Печать с перспективой. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://machouse.ua/press-center/s3/news/pechat-c-percpektivoj.html> (дата звернення: 20.05.2019). Назва з екрана.
5. The Food Packaging Forecast. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.webpackaging.com/en/portals/webpac/assets/12574546/the-food-packaging-forecast/> (дата звернення: 20.05.2019). Назва з екрана.
6. James Siever. Gravure Printing in Europe – Status and Trends. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://flexotiefdruck.de/dossiers/gravure-printing-in-europe-status-and-trends/> (дата звернення: 22.05.2019). Назва з екрана.
7. Ansgar Wessendorf. DIE VERPACKUNGSINDUSTRIE IN DEUTSCHLAND UND IN DER WELT. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://flexotiefdruck.de/shop/packaging-print-edition-2018/> (дата звернення: 22.05.2019). Назва з екрана.
8. Намюр Тэд. Производство упаковки. Новые центры прибыли. Москва: Принт Медиа центр, 2006. 308 с.

9. Гудилин Д. За пределами цветового пространства CMYK. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://compuart.ru/article/17994> (дата звернення: 22.05.2019). Назва з екрана.
10. Аткінсон Д. Цвет по высшему разряду. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.publish.ru/articles/200803_5169853 (дата звернення: 22.05.2019). Назва з екрана.
11. Chris Smyth. Expanded colour gamut. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://graphicartsmag.com/articles/2017/03/expanded-colour-gamut/> (дата звернення: 22.05.2019). Назва з екрана.
12. Naresh Khanna. Expanded colour gamut for gravure printing o flexibles. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://packagingsouthasia.com/events/extended-color-gamut-for-grav/> (дата звернення: 22.05.2019). Назва з екрана.
13. Ansgar Wessendorf. 7C gravure – is it possible?. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://flexotiefdruck.de/dossiers/7c-gravure-is-it-possible/> (дата звернення: 22.05.2019). Назва з екрана.
14. Хайди Толивер-Нигро. Технологии печати. М.: Принт Медиа центр, 2006.
15. Киппхан Г. Энциклопедия по печатным средствам информации. М.: МГУП, 2003. 1252 с.
16. Я. І. Чехман. Друкарське устаткування : підручник. Львів : УАД, 2005. 468 с.
17. Стефанов С. И. Путеводитель в мире печатных технологий. М.: Унисерв, 2001.
18. А. Н. Раскин. Технология печатных процессов. М.: Книга, 1989. 432 с.
19. Ярема С. М. Видавничі поліграфічні технології та обладнання (загальний курс) : навч. посіб. К. : Ун-т "Україна", 2003. 320 с.
20. Самсонов А. Глубокая печать для коротких тиражей. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.publish.ru/articles/200802_5018863 (дата звернення: 22.05.2019). Назва з екрана.
21. В.И.Бобров. Лекции по отделочным процессам, 2005.

22. Каган Д.Ф., Гуль В.Е., Самарина Л. Д. Многослойные и комбинированные пленочные материалы. М.: Химия, 1989. 288с.
23. Ефремов Н.Ф. Тара и ее производство. М.: Книга, 2001.311с.
24. Прокофьева Т. Комбинированные и многослойные материалы. Сибирская упаковка и оборудование. 2002, № 9 (10), с.26.
25. Коулз Р. Упаковка пищевых продуктов.М.: Профессия, 2008.416 с.
26. Колбина, Е.Л. Оценка газопроницаемости многослойных полимерных пленок для упаковки пищевых продуктов. Материалы III заочной научно-практической конференции с международным участием «Полиграфия: технология, оборудование, материалы». Омск: издательство ОмГТУ.- 2012. 51-57 с.
27. Филд Г. Фундаментальный справочник по цвету в полиграфии. Москва: ЦАПТ, 2007. 376 с.
28. Флексографские краски:комплексный подход. Киев: УФТА, 2000. 160 с.
29. Нельсон Элдред. Что полиграфист должен знать о красках. М.: Принт Медиа Центр, 2005.
30. Фрейтаг В. Краски, покрытия и растворители. СПб.: Профессия, 2007. 528 с.
31. Филин В. Печатные краски и работа с ними. Москва: Книга, 1980. 104 с.
32. Демьянова Е. Красочный коктейль. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.publish.ru/articles/200801_4679435 (дата звернения: 25.05.2019). Назва з екрана.
33. Каплин В. Основные типы красок для флексографской и глубокой печати и их использование в производстве упаковочных материалов. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.kursiv.ru/kursivnew/flexoplus_magazine/archive/39/40.php (дата звернения: 30.05.2019). Назва з екрана.
34. Савастано Д. Все краски года. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.publish.ru/articles/201901-02_20013981 (дата звернения: 30.05.2019). Назва з екрана.

35. Синяк М. Какие краски лучше?. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://labelworld.ru/article.aspx?id=21941&iid=1002> (дата звернения: 30.05.2019). Назва з екрана.
36. Кистенёв И. Швейцарские "мельницы" Rotoflex. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.publish.ru/articles/200810_5504398 (дата звернения: 01.06.2019). Назва з екрана.
37. А. Пикман. Ламинаторы вступают в бой; Pakkograff №5, 2004.
38. А. Чубыкин. Для производства комбинированных материалов: на что обратить внимание при покупке бессольвентного ламинатора?; «ФлексоПлюс» №6, 2002.
39. С. Зелке. Пластиковая упаковка. М.: Професия, 2011 . 560 с.
40. Spectro Eye X-rite. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.xrite.com/service-support/product-support/portable-spectrophotometers/spectroeye> (дата звернения: 23.05.2019). Назва з екрана.
41. Денисов А. ПО Красочная лаборатория: обзорная экскурсия. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://compuart.ru/article/21934> (дата звернения: 23.05.2019). Назва з екрана.
42. MASTER RS 6003. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.bobst.com/saen/products/gravure/gravure-presses/overview/machine/master-rs-6003/> (дата звернения: 22.03.2020). Назва з екрана.
43. Uteco Next 450. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.uteco.com/eng/products/rotogravure-presses/next-450> (дата звернения: 22.03.2020). Назва з екрана.
44. BOBST VISION CI. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.bobst.com/saen/products/gravure/gravure-presses/overview/machine/master-rs-6003/> (дата звернения: 22.03.2020). Назва з екрана.

45. Кучеренко К. Современные программные средства допечатной подготовки упаковочной продукции. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.kursiv.ru/kursivnew/flexoplus_magazine/archive/33/52.php#text (дата звернения: 22.05.2019). Назва з екрана.
46. Дельсаль Т. ПО EskoArtwork - это лучшее, что может с Вами случиться. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://pechatnick.com/articles/po-eskoartwork---eto-lychshee-cto-mojet-s-vami-slychitsya_ (дата звернения: 23.05.2019). Назва з екрана.
47. Иванова Т. Допечатная подготовка. Учебный курс. СПб.: Питер, 2004. 304 с.
48. EskoSoftwarePlatform. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.esko.com/en/products/software-platform> (дата звернения: 20.05.2019). Назва з екрана.
49. Epson Stylus Pro 7800. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://epson.com/Support/Printers/Single-Function-Inkjet-Printers/Epson-Stylus-Series/Epson-Stylus-Pro-7800/s/SPT_C594001UCM#manuals (дата звернения: 23.05.2019). Назва з екрана.
50. Lindstrom P. Advanced proofing – spot colours. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.color.org/events/frankfurt/Lindstrom_ICCFrankfurt2013_Spot_Col_Proofing.pdf (дата звернения: 23.05.2019). Назва з екрана.
51. Кувшинов М. Современная цветопроба. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://compuart.ru/article/17597>(дата звернения: 25.05.2019). Назва з екрана.
52. Кувшинов М. Δ2006: цветопроба от консенсуса до скандала. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.publish.ru/articles/200608_4057798 (дата звернения: 25.05.2019). Назва з екрана.
53. GMG takes top scores at 4th annual IPA Color Proofing RoundUP. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://whattheythink.com/news/28305-gmg-takes-top-scores-4th-annual-ipa-color-proofing/> (дата звернения: 25.05.2019). Назва з екрана.

54. Самарин Ю. Во глубине печатных форм.... [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://compuart.ru/article/22153>(дата звернения: 25.05.2019). Назва з екрана.
55. Ли А. "Элементарные частицы" глубокой печати. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.publish.ru/articles/200803_5169911 (дата звернения: 25.05.2019). Назва з екрана.
56. Бётчер С. Чтобы цилиндр не подвёл. [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.publish.ru/articles/200805_5503941 (дата звернения: 25.05.2019). Назва з екрана.
57. Надирова Е. Цифровые технологии в формных процессах глубокой и флексографской печати. Москва: МГУП, 2006. 72 с.
58. Спихнулин Н. И. Формные и печатные процессы. Москва: Книга, 1991.
59. Янни М., Виземанн Р. ГРАВИРОВАНИЕ: механика или лазер? [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.publish.ru/articles/200606_4084899 (дата звернения: 26.05.2019). Назва з екрана.
60. Сумароков Б. Лазеры решают всё? [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.publish.ru/articles/200708_4741150 (дата звернения: 26.05.2019). Назва з екрана.
61. Тараненко Д. Лазерное гравирование цилиндров глубокой печати. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.kursiv.ru/kursivnew/flexoplus_magazine/archive/33/22.php (дата звернения: 26.05.2019). Назва з екрана.
62. Полянский Н.Н., Карташева О.А.,Надирова Е.Б.Технология формных процессов: Учебник. М.: МГУП, 2007. 366 с.
63. AUTOCON Line Laser Chrome 60. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.kwalter.de/autocon-line-copper-engraving-laser-chrome-60/?lang=en> (дата звернения: 26.05.2019). Назва з екрана.

64. DAETWYLER. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.daetwyler-graphics.ch/graphics/index.php?page=586> (дата звернення: 26.05.2019). Назва з екрана.
65. HELL. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.hell-gravure-systems.com/verpackung/cellaxy/> (дата звернення: 26.05.2019). Назва з екрана.
66. BAUER Logistik. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.bauer-logistik.de/inline-cylinder-rack/?lang=en> (дата звернення: 27.05.2019). Назва з екрана.
67. K.Walter. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.bauer-logistik.de/inline-cylinder-rack/?lang=en> (дата звернення: 27.05.2019). Назва з екрана.
68. MASTER TX 1000 LAMINATOR. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.bobst.com/usen/products/laminating-flexible-materials/laminating-machines/overview/machine/master-tx-1000-laminator/> (дата звернення: 27.03.2020). Назва з екрана.
69. Bimес STC/42. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.palitra.com/postprint/cutting-equipment/bimes/> (дата звернення: 28.05.2019). Назва з екрана.
70. Единые нормы времени и выработки на процессы полиграфического производства. Для областных и городских типографий. М.: Книжная палата, 1987.
71. А. В. Кваско, Я. В. Котляревський, О. В. Мельников, М. В. Сірик. Нормування, організація та оплата праці в поліграфії: навч. посіб. К.: НТУУ «КПІ», 2010. 248 с.
72. Тарифи на електричну енергію. Режим доступу: <http://kyivenergo.ua/eecompany/tarifi> (дата звернення: 01.06.2019). Назва з екрана.

ДОДАТКИ