Державний вищий навчальний заклад
«Український державний хіміко-технологічний університет»

Факультет харчових та хімічних технологій
(повна назва факультету)

Кафедра технологій палив, полімерних та поліграфічних матеріалів
(повна назва кафедри)

Пояснювальна записка
до дипломного проекту (роботи)
бакалаврський рівень вищої освіти
(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему Проєкт друкарської дільниці листового офсетного друку потужністю 1,45 млн. м²/рік

Виконала: студентка 4 курсу, групи 4-ВП-9
напряму підготовки (спеціальності)
186 – Видавництво та поліграфія
(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

РИБКІНА Лада Андріївна
(прізвище та ініціали)

Керівник ЧЕРВАКОВ Денис Олегович
(прізвище та ініціали)

Рецензент _____
(прізвище та ініціали)

Дніпро - 2026 року

Державний вищий навчальний заклад

“Український державний хіміко-технологічний університет”

Факультет харчових та хімічних технологій

Кафедра технологій палив, полімерних та поліграфічних матеріалів

Освітній рівень бакалаврський рівень вищої освіти

Спеціальність 186 – Видавництво та поліграфія
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедрою СУХИЙ Костянтин Михайлович

“_____“ червня 2026 р.

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТУ

РИБКІНА Лада Андріївна
(прізвище, ім’я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Проєкт друкарської дільниці листового офсетного друку потужністю 1,45 млн. м²/рік

керівник проекту (роботи) ЧЕРВАКОВ Денис Олегович, к.т.н. доцент
(прізвище, ім’я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджена наказом по університету від “_____“_____20___р. №_____

2. Строк подання студентом проекту (роботи)_____

3. Вихідні дані до проекту (роботи)_____

_____

_____

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)_____

_____

_____

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

_____

_____

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання_____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка

Студент _____ _РИБКІНА Л. А.___
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи) _____ _ЧЕРВАКОВ Д. О._
(підпис) (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Дипломна робота викладена на 91 сторінці і містить 9 таблиць, 6 рисунків, наведено 27 джерел.

Мета роботи — розроблення проєкту дільниці листового офсетного друку потужністю 1,45 млн м²/рік на базі машини KBA Rapida 105 для виготовлення книжкової продукції та брошур форматів А4 і А5.

У теоретичній частині розглянуто розвиток офсетного друку від літографії Зенефельдера до сучасних автоматизованих систем, проаналізовано його стан і перспективи, наведено класифікацію та обґрунтовано переваги й обмеження порівняно з іншими технологіями.

У технологічній частині описано продукцію дільниці (книги та брошури 64–320 сторінок, 7+лак), матеріали, CtP-технологію виготовлення форм, а також повний виробничий процес із контролем якості за міжнародними стандартами.

У розділі обладнання проведено порівняння друкарських машин, обрано KBA Rapida 105, визначено допоміжне обладнання та організацію виробництва з двозмінним режимом і штатом 4 працівники.

В економічній частині розраховано капітальні витрати, собівартість продукції, річний обсяг виробництва та показники ефективності, що підтверджують доцільність проєкту.

У розділі охорони праці визначено небезпечні фактори виробництва, вимоги безпеки, заходи пожежного захисту, санітарні норми та екологічні аспекти утилізації відходів.

ЛИСТОВИЙ ОФСЕТНИЙ ДРУК, KBA RAPIDA 105, ТЕХНОЛОГІЯ COMPUTER-TO-PLATE, КНИЖКОВА ПРОДУКЦІЯ, ДРУКАРСЬКА ДІЛЬНИЦЯ, ЗВОЛОЖУВАЛЬНИЙ РОЗЧИН, УФ-ЛАКУВАННЯ, КЛЕЙОВЕ БЕЗШВЕЙНЕ СКРІПЛЕННЯ.

Відомості дипломного проекту

п/п	Формат	Позначення	Найменування	Кількість листів	Примітка
1			Документація		
2			Загальна		
3			Знову зроблена		
4	А4	5ВПз.023.186.001.ПЗ	Пояснювальна записка	90	
5	А1	5ВПз.023.186.002.ТС	Технологічна схема	1	
6	А1	5ВПз.023.186.003.КО	Компоновка обладнання	1	
7	А1	5ВПз.023.186.004.ОВ	Основний вузол	1	
8					

ЗМІСТ

ВСТУП 8

1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ОФСЕТНОГО ДРУКУ 10

1.1. Історія розвитку офсетного друку 10

1.2. Сучасний стан та перспективи розвитку офсетного друку 12

1.3. Класифікація способів офсетного друку 15

1.4. Переваги та недоліки офсетного друку 18

2. МАТЕРІАЛИ ТА ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ОФСЕТНОГО ДРУКУ 21

2.1. Характеристика друкованої продукції 21

2.2. Матеріали для офсетного друку 23

2.3. Друкарські форми для офсетного друку 26

2.4. Офсетні фарби та зволожувальні розчини 30

2.5. Папір та інші задруковувані матеріали 32

2.6. Допоміжні матеріали та витратні компоненти 35

3. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС ОФСЕТНОГО ДРУКУ 38

3.1. Загальна схема технологічного процесу 38

3.2. Підготовка макета та додрукарська підготовка 40

3.3. Виготовлення друкарських форм 42

3.4. Підготовка обладнання до друку 46

3.5. Процес офсетного друкування 47

3.6. Контроль якості друкованої продукції 50

3.7. Післядрукарська обробка продукції 52

4. ОБЛАДНАННЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ ВИРОБНИЦТВА 54

4.1. Основне обладнання для офсетного друку 54
4.2. Допоміжне обладнання друкарської дільниці 57
4.3. Організація роботи друкарської дільниці 60
5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА 63
5.1. Розрахунок капітальних витрат на організацію офсетної дільниці...63
5.2. Розрахунок собівартості друкованої продукції 65
5.3. Техніко-економічні показники офсетної дільниці 69
6. ОХОРОНА ПРАЦІ.....73
6.1. Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів.....73
6.2. Вимоги безпеки під час офсетного друку 75
6.3. Пожежна безпека на виробництві 78
6.4. Санітарно-гігієнічні умови праці 79
6.5. Охорона навколишнього середовища та утилізація відходів 83
ВИСНОВКИ 86
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....88

ВСТУП

Поліграфічна галузь є одним із важливих секторів промисловості, що забезпечує випуск книжкової, журнальної, рекламної та пакувальної продукції. Незважаючи на активний розвиток цифрових технологій і зростання частки електронного контенту, друкована продукція зберігає стійкий попит на ринку — передусім у сегментах книговидання, комерційної поліграфії та пакування.

Серед усіх способів друку офсетний залишається найпоширенішим для виготовлення середніх і великих тиражів. Його ключовими перевагами є висока якість відтворення зображень, широкий спектр задруковуваних матеріалів, економічна ефективність при тиражах від 500 примірників та значний рівень автоматизації виробничого процесу. Саме тому листовий офсетний друк є оптимальним рішенням для виробництва книжкової продукції, брошур, каталогів і рекламно-комерційної поліграфії.

Актуальність теми дипломного проєкту зумовлена необхідністю розроблення сучасної друкарської дільниці, орієнтованої на випуск книжкової продукції та брошур із використанням передового обладнання та технологій. В умовах зростання конкуренції на поліграфічному ринку України особливого значення набувають питання підвищення продуктивності виробництва, впровадження технології Computer-to-Plate, забезпечення стабільної якості відбитків і оптимізації виробничих витрат.

Метою дипломного проєкту є розроблення друкарської дільниці листового офсетного друку потужністю 1,45 млн. м²/рік на базі аркушевої офсетної машини KBA Rapida 105 для виробництва книжкової продукції та брошур форматів А4 і А5.

Для досягнення поставленої мети в роботі вирішуються такі завдання:

- обґрунтування вибору способу друку та обладнання для проєктованої дільниці;
- аналіз матеріалів і технологічних особливостей листового офсетного друку;
- розроблення технологічного процесу виготовлення друкованої продукції;

- розрахунок виробничої програми та визначення необхідної кількості обладнання;
- проведення техніко-економічних розрахунків і оцінки ефективності виробництва;
- аналіз шкідливих виробничих факторів і розроблення заходів з охорони праці та пожежної безпеки.

Об'єктом дослідження є технологічний процес листового офсетного друку книжкової продукції. Предметом дослідження — організація та проєктування друкарської дільниці потужністю 1,45 млн. м²/рік.

Практична значущість роботи полягає в розробленні конкретного проєкту виробничої дільниці з обґрунтуванням усіх технологічних, організаційних та економічних рішень, що може бути використано при організації нового або модернізації діючого поліграфічного виробництва.

1. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ОФСЕТНОГО ДРУКУ

1.1. Історія розвитку офсетного друку

Розвиток офсетного друку тривав протягом тривалого часу та був тісно пов’язаний із удосконаленням літографічних технологій, автоматизацією виробництва та впровадженням цифрових систем.

Основою офсетного друку стала літографія, винайдена німецьким винахідником Алоїзом Зенефельдером у 1796 році. Під час експериментів із друкарськими формами він виявив, що жир і вода не змішуються між собою. Це стало основою нового способу друку, при якому друкувальні елементи утримували фарбу, а пробільні елементи змочувалися водою та відштовхували її. Спочатку зображення наносилося на поверхню вапнякового каменю жирною речовиною, після чого переносилося на папір. Така технологія отримала назву літографії.

На початкових етапах літографічний друк був досить складним і трудомістким процесом. Друкарські машини працювали вручну, а виготовлення форм займало значний час. Проте літографія дозволяла отримувати якісні ілюстрації та текстові матеріали, тому швидко набула популярності у видавничій справі.

Подальший розвиток технології привів до появи офсетного друку. Важливим етапом стало відкриття американського друкаря Айри Вашингтона Рубеля у 1904 році. Під час друку він помітив, що відбиток, перенесений спочатку на гумове полотно, а потім на папір, має вищу якість порівняно з прямим друком із форми. Це стало основою нового принципу друку, який отримав назву «offset», тобто непрямий друк. У такій системі фарба переноситься з друкарської форми спочатку на офсетне полотно, а вже потім — на задруковуваний матеріал.

Перевагою нового способу стала можливість отримання чітких і рівномірних відбитків навіть на нерівних поверхнях паперу. Крім того, гумове

полотно зменшувало зношування друкарської форми, що позитивно впливало на економічність виробництва та довговічність обладнання.

У 1920–1930-х роках офсетний друк почав активно розвиватися в промисловості. З’явилися перші механізовані друкарські машини з автоматичною подачею аркушів, що значно підвищило швидкість друкування. Одночасно вдосконалювалися друкарські форми. Якщо раніше вони виготовлялися вручну, то згодом почали застосовувати фотографічні методи перенесення зображення, які забезпечували вищу точність та якість друку.

У середині XX століття важливим напрямом розвитку став кольоровий офсетний друк. Завдяки використанню системи CMYK стало можливим відтворення великої кількості кольорів і відтінків шляхом комбінування блакитної, пурпурової, жовтої та чорної фарб. Це дозволило значно покращити якість ілюстрацій, рекламної продукції, журналів та упаковки.

У 1960–1980-х роках офсетні друкарські машини стали більш автоматизованими. Виробники обладнання впроваджували системи автоматичного подавання фарби, контролю суміщення кольорів та стабілізації процесу друку. Це дало змогу підвищити продуктивність обладнання та зменшити кількість браку під час друкування.

Важливим етапом розвитку офсетного друку стало впровадження у 1980-х роках технології Computer-to-Plate (CTP). Вона дозволила безпосередньо переносити цифрове зображення на друкарську форму без використання фотоплівок. Такий підхід значно скоротив час додрукарської підготовки, знизив імовірність помилок та покращив точність передачі зображення.

На сучасному етапі офсетний друк залишається одним із провідних способів поліграфічного виробництва. Сучасні друкарські машини характеризуються високим рівнем автоматизації, точністю передачі кольорів та великою продуктивністю. Значна увага приділяється екологічності виробництва, тому все частіше використовуються фарби на рослинній основі, енергоощадне обладнання та технології UV- і LED-UV-друку.

Перспективи розвитку офсетного друку пов’язані з поєднанням традиційних друкарських технологій із цифровими системами керування та автоматизації. Незважаючи на активний розвиток цифрового друку, офсетний друк залишається економічно вигідним для великих тиражів і продовжує широко застосовуватися у виробництві книг, газет, журналів, рекламної продукції та упаковки [1].

1.2. Сучасний стан та перспективи розвитку офсетного друку

Незважаючи на активний розвиток цифрових технологій друку, офсет продовжує утримувати важливі позиції у виробництві книжкової, журнальної, газетної, рекламної та пакувальної продукції. Основною причиною цього є висока якість відбитків, економічна ефективність при середніх і великих тиражах, а також широкі можливості автоматизації технологічного процесу. Якщо раніше основна увага приділялася безпосередньо друкарським машинам, то сьогодні значно зріс інтерес до систем Computer-to-Plate (CTP), які забезпечують виготовлення друкарських форм без використання фотоформ. Це пов’язано з переходом друкарень до роботи з малими тиражами та великою кількістю замовлень, що потребує скорочення часу додрукарської підготовки. У сучасних умовах швидкість виготовлення друкарських форм стає не менш важливою, ніж швидкість самого друку.

Провідні світові виробники поліграфічного обладнання постійно працюють над підвищенням продуктивності та автоматизації друкарських процесів. Сучасні аркушеві офсетні машини здатні забезпечувати друк із дуже високою швидкістю при одночасному підтриманні стабільної якості відбитків. Автоматичне регулювання подачі фарби, контроль суміщення кольорів, системи автоматичного налагодження та мінімізація часу приладки дозволяють значно скоротити витрати матеріалів і часу. Актуальним є створення багатосекційних друкарських машин, які дозволяють виконувати кілька технологічних операцій за один цикл. Такі машини забезпечують друк, лакування, сушіння та інші види обробки продукції

без необхідності додаткового переналагодження обладнання. Це особливо важливо для сучасного поліграфічного виробництва, де швидкість виконання замовлення є одним із ключових факторів конкурентоспроможності. Сучасні системи контролю дозволяють автоматично підтримувати стабільність кольоровідтворення, контролювати натяг полотна, регулювати параметри друку та зменшувати кількість бракованої продукції. Комп'ютеризація друкарського обладнання забезпечує можливість збереження параметрів попередніх замовлень і швидкого повторного налаштування машини. Це особливо актуально при виготовленні повторних тиражів.

Окрему роль у сучасній поліграфії відіграють технології web-to-print. Їх використання дозволяє автоматизувати процес приймання та обробки замовлень через мережу Інтернет. Замовник може самостійно оформити замовлення, завантажити макет та отримати попередній розрахунок вартості продукції. Для друкарень це дає можливість скоротити витрати часу на обробку замовлень і підвищити ефективність виробництва. Крім того, технологія web-to-print сприяє інтеграції кількох друкарень у єдину систему, що дозволяє оптимально розподіляти виробничі потужності залежно від завантаженості та географічного розташування підприємств. Традиційні способи виведення форм поступово витісняються сучасними CTP-системами. Такі системи дозволяють безпосередньо переносити зображення з комп'ютера на друкарську пластину, що значно скорочує кількість технологічних операцій і підвищує точність виготовлення форм. Сьогодні використовуються різні типи CTP-пластин: із традиційним проявленням, малохімічні, безхімічні та безпроцесні. Основною тенденцією є поступовий перехід до екологічно безпечних технологій, які дозволяють зменшити використання хімічних речовин та обсяг виробничих відходів.

Велика увага приділяється екологічності поліграфічного виробництва. Це стосується як матеріалів, так і технологічних процесів. Виробники обладнання та витратних матеріалів працюють над створенням екологічно безпечних фарб, пластин і зволожувальних розчинів. Одним із перспективних напрямів є

використання безспиртового зволоження та безпроцесних друкарських пластин. Такі технології дозволяють зменшити шкідливий вплив на навколишнє середовище та покращити умови праці персоналу.

Для офсетного друку використовуються традиційні, ультрафіолетові та гібридні фарби. УФ-фарби забезпечують швидке закріплення зображення та високу стійкість відбитків, що особливо важливо при виготовленні пакувальної продукції. Гібридні фарби поєднують переваги традиційних і УФ-технологій, забезпечуючи високу якість друку та скорочення часу сушіння.

У сучасних друкарських машинах використовуються інфрачервоні, ультрафіолетові та LED-UV системи сушіння. Використання LED-UV технологій дозволяє зменшити енергоспоживання та підвищити ефективність поліграфічного виробництва. Крім того, такі системи забезпечують можливість друку на широкому спектрі матеріалів, включаючи полімерні плівки та синтетичні основи.

Офсетний спосіб залишається економічно вигідним при виготовленні середніх і великих тиражів. Це пояснюється низькою собівартістю одного відбитка після завершення приладки друкарської машини. Саме тому офсетний друк широко застосовується у виробництві книжок, журналів, газет, каталогів, рекламної продукції та упаковки.

Перспективи розвитку офсетного друку пов’язані насамперед із подальшою автоматизацією, цифровізацією та підвищенням екологічності виробництва. У майбутньому очікується ще ширше використання систем автоматичного контролю якості, роботизованих комплексів і технологій штучного інтелекту для управління виробничими процесами. Важливим напрямом залишатиметься інтеграція офсетного друку з цифровими технологіями, що дозволить забезпечити високу гнучкість виробництва та швидке виконання індивідуалізованих замовлень.

Для українських друкарень актуальними залишаються питання модернізації обладнання, впровадження сучасних екологічних технологій та підвищення конкурентоспроможності на міжнародному ринку. У зв’язку з подорожчанням

матеріалів і енергоресурсів особливого значення набуває оптимізація виробничих процесів та зниження витрат. Також важливим завданням є пошук оптимального співвідношення між універсальністю виробництва та його спеціалізацією [2].

1.3. Класифікація способів офсетного друку

Офсетний друк належить до плоского способу друку, при якому друкуючі та пробільні елементи форми розміщені практично в одній площині й розрізняються виключно фізико-хімічними властивостями поверхні. Принцип роботи ґрунтується на явищі взаємного відштовхування води та жирових речовин: друкуючі елементи форми є олеофільними і сприймають фарбу, відштовхуючи воду, тоді як пробільні елементи є гідрофільними і, навпаки, утримують зволожувальний розчин, відштовхуючи фарбу. Характерною особливістю є непряме перенесення зображення: фарба спочатку відтискується з форми на проміжний гумотканинний офсетний циліндр, а вже з нього — на задруковуваний матеріал. Завдяки цьому зображення на друкарській формі виконується прямим, а не дзеркальним.

Різноманітність умов виробництва, типів продукції та вимог до якості зумовила формування розгалуженої класифікації різновидів офсетного друку. Класифікацію здійснюють за кількома основними ознаками: способом зволоження форми, типом застосовуваного обладнання, технологією закріплення фарби та принципом підготовки друкарської форми.

За способом зволоження виділяють зволожений та сухий офсетний друк. Зволожений офсет є класичною та найпоширенішою технологією, що ґрунтується на підтриманні балансу між зволожувальним розчином та фарбою на поверхні алюмінієвої форми. Пробільні елементи форми вкриваються тонким шаром водного розчину, який утримує фарбу від потрапляння на незадруковані ділянки. Ця технологія потребує постійного контролю водно-фарбового балансу. Сухий офсет (waterless offset) передбачає повну відмову від зволожувального розчину: пробільні елементи форми вкриваються спеціальним силіконовим шаром, який

відштовхує фарбу. Технологія вимагає застосування спеціальних складів фарб і суворого температурного режиму під час друку, проте забезпечує відтворення надзвичайно чітких растрових точок і дозволяє досягати лініатур понад 200 лін/дюйм.

За типом обладнання та носія офсетний друк поділяється на листовий і рулонний. Листовий офсетний друк здійснюється на окремих попередньо нарізаних аркушах паперу або картону, які подаються до машини по одному. Після завершення друку аркуші обрізаються до потрібного формату, а залежно від виду кінцевої продукції — складаються або скріплюються. Листовий офсетний друк є оптимальним вибором для тиражів від 250 до 10 000 примірників і широко застосовується для виготовлення книг, брошур, буклетів, каталогів, рекламно-комерційної поліграфії, пакування та представницької продукції. Рулонний офсетний друк виконується на високошвидкісних машинах, до яких папір подається з великих рулонів безперервно. Після нанесення фарби полотно нарізається на аркуші потрібного розміру та фальцюється. Рулонні машини є незамінними при виготовленні газет, журналів та іншої масової продукції тиражами понад 10 000 примірників. Висока швидкість роботи дозволяє виготовляти до 80 000 відрізків на годину, що робить рулонний офсет значно продуктивнішим за листовий при великих тиражах. Разом з тим, початкова вартість рулонних машин є значно вищою, а мінімальний обсяг замовлення — суттєво більшим [3].

За технологією закріплення фарби рулонний офсет поділяється на друк без сушки (cold-set) та з сушкою (heat-set). Технологія cold-set розрахована на задруковування матеріалів з високим ступенем поглинання — насамперед газетного паперу — де фарба закріплюється шляхом усотування у волокна. Вона є економічною та швидкою, проте рівень якості зображення є нижчим. Технологія heat-set передбачає примусове термічне сушіння відбитка одразу після друкарського агрегату, що дозволяє задруковувати крейдований папір і досягати яскравих насичених кольорів — характерних для глянцевих журналів і каталогів.

За принципом підготовки друкарської форми розрізняють аналоговий та цифровий офсетний друк. В аналоговому процесі форма виготовляється шляхом копіювання зображення з фотоформи (плівки) з наступним хімічним проявленням. У цифровому офсеті застосовується технологія CtP (Computer-to-Plate), при якій зображення записується безпосередньо з комп'ютера на формний матеріал за допомогою лазерного або теплового запису. Це скорочує виробничий цикл, підвищує точність суміщення фарб і знижує витрати на витратні матеріали.

Окремо виділяють цифровий офсетний друк — зокрема технологію HP Indigo — при якій фарба переноситься на гумотканинний циліндр за рахунок різниці електростатичних потенціалів. Ця технологія не потребує виготовлення традиційних форм і є рентабельною навіть при малих персоналізованих тиражах. Аркушевий офсетний друк займає на ринку простір між цифровим і рулонним друком з тиражами від 1 тисячі примірників і вище, що робить його універсальним інструментом поліграфічного виробництва [4].

Порівняння основних різновидів офсетного друку за ключовими параметрами наведено в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 — Порівняльна характеристика листового та рулонного офсетного друку [3]

Параметр	Листовий офсет	Рулонний офсет
Тираж	від 250 до 10 000 примірників	понад 10 000 примірників
Швидкість друку	до 18 000 арк./год	до 80 000 відрізків/год
Якість друку	висока	добра
Формат носія	змінний	фіксований
Вартість обладнання	помірна	висока
Типова продукція	книги, каталоги, пакування	газети, журнали

З огляду на наведену класифікацію, для проєктованої друкарської дільниці потужністю 1,45 млн. м²/рік обрано саме листовий офсетний друк. Він забезпечує необхідну гнучкість у виборі форматів та видів продукції, високу якість відтворення зображень і можливість роботи з широким діапазоном задруковуваних матеріалів — від офсетного паперу до картону — що є визначальними вимогами для виробництва комерційної поліграфії.

1.4. Переваги та недоліки офсетного друку

Однією з ключових переваг є економічна ефективність при середніх і великих тиражах. Витрати на підготовчий процес — виготовлення форм, приладку машини, контроль кольору — є фіксованими і не залежать від обсягу тиражу. Тому зі збільшенням кількості примірників вартість одного відбитка суттєво знижується, що робить офсет економічно привабливим для масового виробництва книг, журналів, каталогів та рекламних матеріалі.

Офсетний друк забезпечує високу деталізацію зображень, точну передачу кольорів та їх насиченість. Фарба переноситься на задруковуваний матеріал через проміжний гумовий циліндр тонким рівномірним шаром, що дозволяє відтворювати найдрібніші деталі растрового зображення та досягати фотографічної якості відбитка.

Суттєвою перевагою є також можливість друку на широкому спектрі матеріалів — різних видах паперу, картоні, металі, пластику. Оскільки задруковуваний матеріал контактує не з металевою формою, а з м'яким гумовим полотном, механічне пошкодження поверхні мінімізується, що розширює діапазон застосовуваних носіїв. Крім того, листовий офсетний друк дозволяє отримувати продукцію будь-яких форматів — від невеликих візиток до великоформатних плакатів. Висока швидкість друку — до 18 000 аркушів на годину — забезпечує значну продуктивність виробництва при стабільній якості впродовж усього тиражу. Окремо варто відзначити можливість оперативного коригування кольорової гами безпосередньо в процесі друку без необхідності переробки макету, що скорочує витрати при внесенні змін до замовлення [5].

Порівняння переваг і недоліків офсетного друку за ступенем значущості для виробничого процесу наведено на рисунку 1.1.

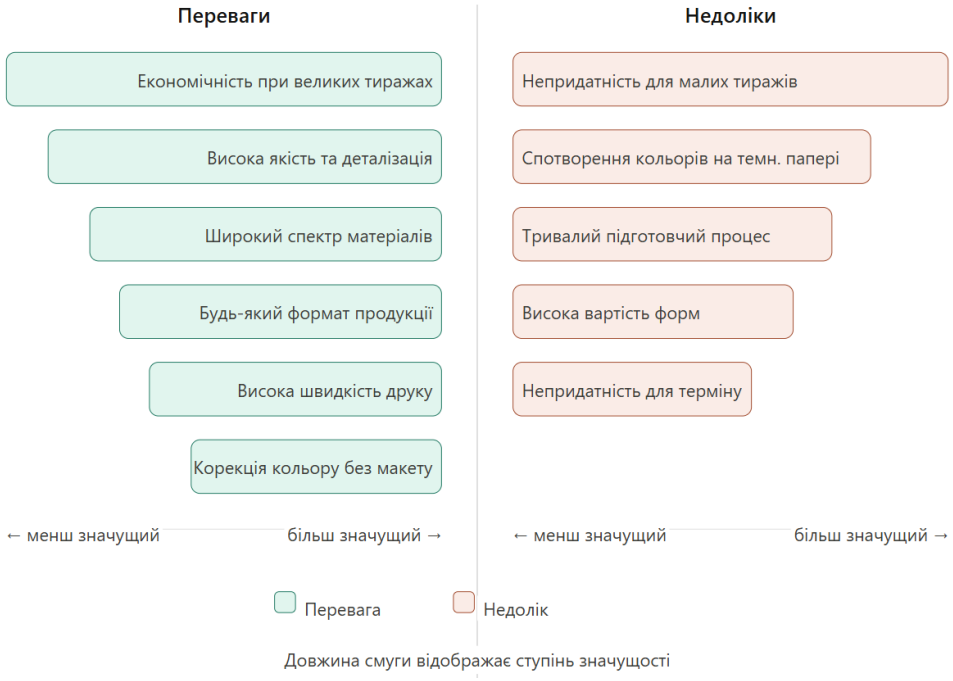

Рисунок 1.1 - Порівняльна характеристика основних переваг та недоліків офсетного друку

Поряд із перевагами офсетний друк має і певні недоліки. Головним з них є непридатність для малих тиражів — фіксовані витрати на підготовчий процес роблять технологію економічно невигідною для замовлень обсягом менше 250–500 примірників. У таких випадках перевагу мають цифрові технології друку.

Офсетний друк також не забезпечує коректної передачі кольорів на кольоровому або темному папері. Оскільки технологія розрахована на взаємодію прозорих фарб із білою основою, використання кольорових носіїв призводить до спотворення колірного балансу та зниження яскравості зображення.

Нарешті, тривалий підготовчий процес робить офсет непридатним для виконання термінових замовлень. Від отримання макету до початку друку минає значний час, необхідний для виготовлення форм та налаштування обладнання, що є суттєвим обмеженням порівняно з цифровим друком [5].

2. МАТЕРІАЛИ ТА ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ОФСЕТНОГО ДРУКУ

2.1. Характеристика друкованої продукції

Друкована продукція є кінцевим результатом поліграфічного виробництва і визначає всі технологічні рішення, що приймаються при проєктуванні друкарської дільниці. Відповідно до теми дипломного проєкту, дільниця листового офсетного друку потужністю 1,45 млн. м²/рік спеціалізується на виготовленні книжкової продукції та брошурю

Формат є одним із визначальних параметрів книжкової продукції, що впливає на вибір друкарського обладнання, розкладку шпальт на аркуші та економічність використання паперу. Для книжково-журнальної продукції аркушевий папір виготовляється за основними форматами згідно з ДСТУ 4489:2005, а формат видання визначається часткою аркуша після фальцювання. Для проєктованої дільниці основними форматами продукції є 60×84/16 (формат А5 — 148×210 мм) та 70×100/16 (формат А4 — 210×297 мм). Розмір задруковуваного аркуша становить від 920×600 мм до 1620×1120 мм, що визначає технічні можливості обладнання дільниці.

Брошура як вид видання має обсяг від 5 до 48 сторінок згідно з ДСТУ 3017:2015, тоді як книги — від 49 сторінок і більше. Для проєктованої дільниці характерне виготовлення видань обсягом від 64 до 320 сторінок, що охоплює широкий діапазон — від невеликих методичних посібників до повноформатних книжкових видань.

Листовий офсетний друк є оптимальним для тиражів від 500 до 50 000 примірників. Для книжкової продукції характерні тиражі від 1 000 до 10 000 примірників, тоді як брошури навчального характеру можуть друкуватися тиражами до 30 000 примірників.

Максимальна кількість фарб на проєктованій дільниці становить 7 + лак, що дозволяє виготовляти як стандартну повнокольорову продукцію у системі CMYK, так і видання з додатковими фарбами Pantone або HKS для точного відтворення

фірмових кольорів замовника. Загальне покриття фарбою не повинно перевищувати 300% — це технологічна норма, що запобігає проблемам із закріпленням фарби та деформацією паперу [6].

Зведені технічні параметри друкованої продукції дільниці наведено в таблиці 2.1 [7].

Таблиця 2.1 — Основні технічні параметри офсетного друку

Параметр	Значення
Лініатура растра	175 lpc
Діапазон растрових густин	1–100 %
Діапазон кольорового градієнта	1–100 %
Максимальна кількість фарб	7 + лак
Точність приводки	±1 мм
Мінімальний розмір штрихкоду EAN 13	80 %
Мінімальний кегль шрифту (позитив)	4 pt
Мінімальний кегль шрифту (негатив)	5 pt
Мінімальна товщина лінії	0,1 мм
Мінімальний формат аркуша	920 × 600 мм
Максимальний формат аркуша	1620 × 1120 мм
Види лакування	УФ глянець/матт, soft touch, водний матт/глянець
Формати конструктивних креслень	.ai, .pdf, .eps, .cdr, .ap

Вимоги до якості та технічні параметри друку. Якість продукції офсетного друку визначається сукупністю технічних параметрів, що регламентують точність відтворення зображення. Лініатура растра становить 175 lpc, що забезпечує високу деталізацію зображень. Діапазон растрових густин охоплює значення від 1 до 100%, а діапазон кольорового градієнта — також від 1 до 100%, що дозволяє відтворювати як глибокі тіні, так і найсвітліші відтінки. Точність суміщення фарб (приводка) знаходиться в межах ±1 мм. Роздільна здатність фотографічних матеріалів у цифрових файлах має бути не нижче 300 dpi, а CTP-система виконує засвічення форм з роздільною здатністю 2540 dpi [7].

Для друку внутрішнього блоку книг та брошур застосовується офсетний папір щільністю 80–115 г/м². Для обкладинок використовується крейдований картон щільністю 250–350 г/м², який після друку підлягає оздоблювальним операціям відповідно до можливостей дільниці: УФ-лакуванню (глянець або матт), лакуванню soft touch або водному лакуванню. Колірний простір усіх матеріалів готується у форматі CMYK, рекомендований профіль — FOGRA [7].

2.2. Матеріали для офсетного друку

У плоскому офсетному друці використовується великий асортимент друкарського паперу. Вибір конкретного сорту для друкування тиражу проводиться залежно від виду видання, його призначення та типу друкарської машини. Для листових офсетних машин діапазон щільності задруковуваного матеріалу становить 80–420 г/м², що дозволяє задруковувати як тонкий офсетний папір для внутрішніх блоків книг, так і щільний картон для обкладинок.

Для друку внутрішнього блоку книжкової продукції застосовується офсетний папір щільністю 80–115 г/м². Він характеризується рівномірною пористою поверхнею, що забезпечує якісне вбирання фарби, та достатньою механічною міцністю для витримування тиску друкарського апарату. Крейдований папір щільністю 115–170 г/м² використовується для ілюстрованих вставок і кольорових розворотів — завдяки спеціальному мінеральному покриттю

він забезпечує яскравість і насиченість зображень. Для обкладинок застосовується крейдований картон щільністю 250–350 г/м².

Папір є гігроскопічним матеріалом і під впливом змін вологості навколишнього повітря поглинає або віддає вологу, що призводить до деформації — подовження, усадки, скручування та викривлення аркушів. Деформація паперу порушує точність приводки фарб при багатофарбовому друку та ускладнює подачу аркушів із самонакладу. Для запобігання цим дефектам папір перед друком піддають акліматизації — приведенню до рівноваги з температурою і вологістю повітря у друкарському цех.

Друкарська фарба є одним із визначальних матеріалів, що безпосередньо впливають на якість відбитка. Вибір фарби визначається характером друкованої продукції, типом друкарської машини, видом паперу та умовами використання готової продукції. Офсетні фарби характеризуються високою когезією, завдяки чому при взаємодії з зволожувальним розчином розщеплення відбувається у водяній плівці, а не у шарі фарби — це забезпечує чіткість друкарських елементів і запобігає змішуванню фарби з водою.

Основними реологічними властивостями офсетних фарб є в'язкість та липкість (tack). В'язкість фарби визначає її здатність до рівномірного розподілу по фарбовим валам і переносу на форму. Концентрація пігментів у фарбі впливає на оптичну густину відбитка та колірне охоплення. Для повнокольорового офсетного друку застосовуються фарби системи CMYK — блакитна (Cyan), пурпурна (Magenta), жовта (Yellow) та чорна (Black), а за потреби точного відтворення фірмових кольорів — фарби Pantone або HKS.

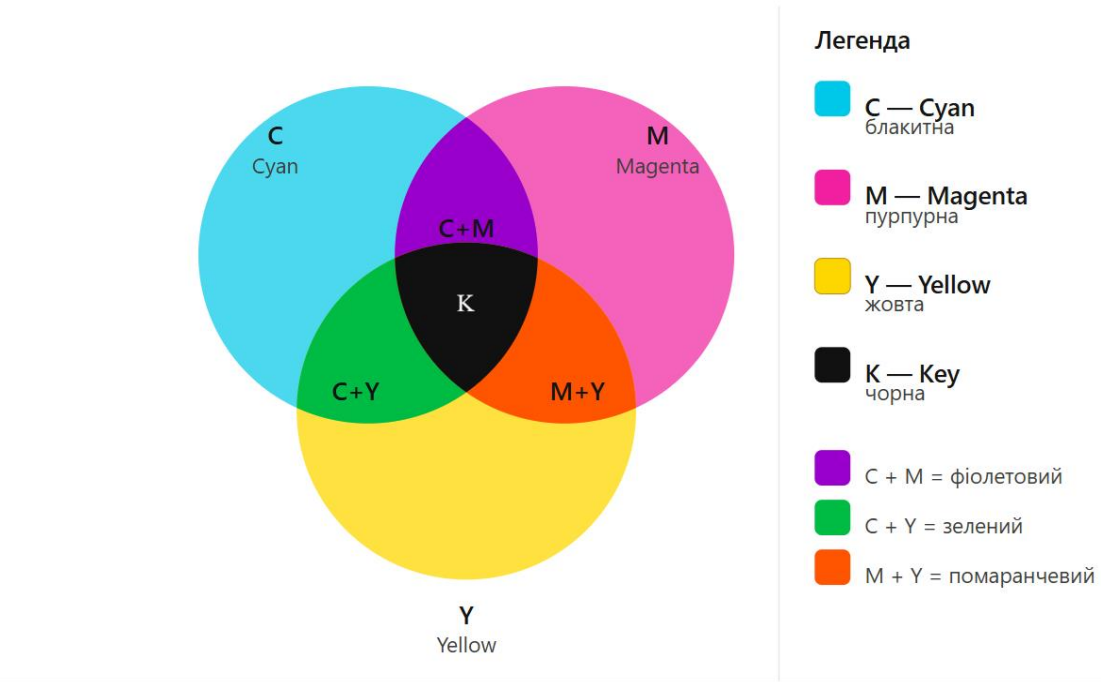

Рисунок 2.1 - Субтрактивна колірна модель офсетного друку — змішування C+M+Y дає чорний (K)

Зволожувальний розчин є невід'ємним матеріалом традиційного офсетного друку, оскільки забезпечує захист пробільних елементів форми від сприймання фарби. Склад робочого зволожувального розчину включає демінералізовану воду, спеціальну добавку та ізопропіловий спирт [8]. Ізопропіловий спирт знижує поверхневий натяг води, забезпечуючи рівномірне і тонке змочування пробільних елементів форми. Для досягнення оптимальної якості друку жорсткість зволожувального розчину має підтримуватися на стабільному рівні, оскільки її коливання впливають на процес емульгування фарби.

Нестабільний баланс фарби і зволожувального розчину призводить до розтікання фарби, утворення крапель та появи «тінювання» на відбитках. Тому точність механізму зволоження і підтримання оптимального водно-фарбового балансу є одним із ключових чинників якості друкарського процесу.

Друкарська форма є носієм зображення, що підлягає відтворенню. У сучасному офсетному друці переважно застосовуються монометалічні форми на

основі алюмінію з нанесеним фоточутливим шаром. Монометалічні друкарські форми на гладкому алюмінії використовуються при друці тиражів до 200 тис. відбитків. Друкуючі елементи форми є олеофільними (гідрофобними) і сприймають фарбу, відштовхуючи воду, тоді як пробільні елементи є гідрофільними. На проєктованій дільниці форми виготовляються методом CtP — безпосереднього лазерного запису зображення з комп'ютера на формну пластину з роздільною здатністю 2540.

Гумотканинне полотно є проміжною ланкою між друкарською формою та задруковуваним матеріалом. Воно натягується на офсетний циліндр і забезпечує перенесення фарбового зображення з форми на папір. Завдяки еластичності полотна досягається рівномірний контакт із задруковуваною поверхнею навіть при незначних нерівностях паперу, що забезпечує якісний відбиток. Крім того, оскільки папір не контактує безпосередньо з металевою формою, зношування форми мінімізується [8].

2.3. Друкарські форми для офсетного друку

Друкарською формою називають матеріальний носій інформації, що є основним елементом для багаторазового нанесення шару фарби з метою отримання друкарської продукції. У сучасному офсетному друці друкарська форма являє собою алюмінієву пластину з нанесеним світлочутливим копіювальним шаром, на якій друкуючі елементи є олеофільними — сприймають фарбу і відштовхують воду, а пробільні є гідрофільними — сприймають зволожувальний розчин і відштовхують фарбу.

Існують два способи отримання форм для плоского офсетного друку: форматний запис зображення і поелементний запис зображення. Форматний запис є традиційним способом і полягає в отриманні копій шляхом експонування зображення з фотоформи на монометалеву пластину з подальшою хімічною обробкою в проявному розчині. Поелементний запис здійснюється шляхом

сканування зображення та його перетворення з наступним лазерним записом на формний матеріал. Така технологія відома як CtP — Computer-to-Plate.

Технологія CtP бурхливо розвивається і посідає провідне місце в сучасному додрукарському виробництві. Це пов'язано з її суттєвими особливостями: високою продуктивністю, скороченням витрат матеріалів через відсутність фотоформ, а в ряді випадків — розчинів для плівок і пластин, а також високою роздільною здатністю одержуваних форм завдяки різкому краю растрової точки. На відміну від форматного запису, зображення на формі з'являється не з проміжного носія — діапозитива, а безпосередньо з цифрового масиву даних, що забезпечує більшу точність і стабільність.

По суті CtP є керованим комп'ютером процесом виготовлення друкарської форми методом прямого запису зображення на формний матеріал. Цей процес реалізується за допомогою одно- або багатопроменевого сканування і є більш точним, оскільки кожна пластина є першою оригінальною копією, виготовленою з одних і тих самих цифрових даних. У результаті досягаються велика різкість растрових точок, більш точне суміщення фарб, точніше відтворення всього діапазону частот вихідного зображення та значне прискорення підготовчих і приладжувальних робіт на друкарській машині.

У CtP-технології очевидні переваги порівняно з традиційною технологією фотонабору і формного процесу, які можна сформулювати наступним чином:

1. скорочується час технологічного циклу виготовлення друкарських форм (не потрібні операції обробки фотоматеріалу, копіювання фотоформ на формні пластини і в ряді випадків – обробки експонованих формних пластин);
2. виключаються з виробництва фотоскладальні автомати, проявні машини, копіювальне обладнання, а це означає економію виробничих площ, витрат на придбання та експлуатацію техніки, електроенергії, скорочення чисельності обслуговуючого персоналу;
3. підвищується якість зображення на друкарських формах завдяки зниженню рівня випадкових і систематичних перешкод, що виникають у процесі

експонування, обробки традиційних фотоматеріалів (вуаль, ореольність) і копіювання монтажів на формні пластини;

4. поліпшуються екологічні умови на поліграфічному підприємстві через відсутність хімічної обробки плівок; підвищується культура виробництва і вдосконалюється організація технологічного процесу.

Поряд з CtP на ринку існує технологія CtF — Computer-to-Film — у якій зображення спочатку виводиться на фотоплівку, а вже з неї копіюється на формну пластину. Незважаючи на те що технологія CtF існує близько сорока років, її не можна вважати застарілою. Основною перевагою CtF є можливість скоригувати плівку перед виготовленням форми — виявити і усунути граматичні помилки, некоректне відтворення шрифтів чи ілюстрацій, що суттєво дешевше, ніж передруковувати готовий тираж. Важливо також розуміти, що CtF не є аналоговою технологією у повному розумінні — аналоговим є лише перенесення зображення з плівки на пластину, тоді як саме експонування здійснюється цифровим способом.

Технологія виготовлення офсетних форм форматним записом на основі попередньо очутливлених пластин охоплює кілька послідовних операцій. Експонування полягає в тому, що пластина поміщається в контактну копіювальну раму, на неї накладається монтаж позитивів емульсійною стороною до копіювального шару, а час експонування становить зазвичай 40–60 секунд залежно від потужності освітлювачів та стану лампи. Проявлення копії виконується шляхом нанесення 100–150 мл проявника рівномірно по всій пластині за температури 22 ± 2°C протягом 0,5–1 хвилини. Промивання форми проводиться великою кількістю води з обох сторін протягом 15–20 секунд за температури 20 ± 2°C — у результаті з пробільних елементів видаляються копіювальний шар і залишки проявника.

Після промивання виконуються контроль та коректура форми — якість оцінюють за відтворюваними шкалами оперативного контролю візуально або за допомогою денситометра, а виявлені дефекти усувають коригувальним олівцем

чи пензлем. Гумування проводиться для захисту алюмінію від негативного впливу зовнішнього середовища — гумувальний розчин наносять тонким рівномірним шаром і висушують, після чого форми можуть зберігатися близько місяця. Сушіння форми здійснюється в сушильній шафі або стисненим повітрям за температури 50–60°C протягом 5–10 хвилин.

Для суттєвого підвищення тиражостійкості друкарських форм застосовують термообробку — випал у стаціонарній печі за температури 240°C протягом 5 хвилин або з рухомим транспортером за температури 240–270°C. Після термообробки форма набуває тиражостійкості до 300–500 тисяч відбитків та високої стійкості до агресивних хімікатів, зокрема компонентів змивальних розчинів. Монометалічні друкарські форми на алюмінії без термообробки забезпечують тиражостійкість до 200 тисяч відбитків, що є достатнім для більшості видів книжкової та брошурної продукції.

Сучасні процесори для виготовлення офсетних форм автоматично виконують усі операції послідовно і будуються за модульним принципом з уніфікованих секцій, оснащених автоматичними системами регулювання параметрів процесу. Завдяки цьому зменшується тривалість контакту працівника з хімікатами, знижується собівартість форми, скорочується тривалість її виготовлення і зменшуються витрати хімікатів. Нові процесори відрізняються високим ступенем автоматизації і використанням замкненого циклу проявного розчину та промивної води, що дозволяє зменшити подачу свіжої води на 98%.

Для проєктованої дільниці листового офсетного друку обрано технологію CtP як сучасне і економічно обґрунтоване рішення. Пряме лазерне запису зображення на формну пластину з роздільною здатністю 2540 dpi і лініатурою 175 lpc забезпечує необхідну якість відтворення растрових елементів для книжкової продукції та скорочує виробничий цикл порівняно з традиційним форматним записом [8].

2.4. Офсетні фарби та зволожувальні розчини

В'язкість визначає здатність фарби до рівномірного розподілу по фарбовим валам і переносу на форму, тоді як липкість впливає на якість розщеплення фарбового шару між циліндрами та задруковуваним матеріалом. Концентрація пігментів визначає оптичну густину відбитка та колірне охоплення. Для повнокольорового друку застосовуються фарби системи CMYK — блакитна (Cyan), пурпурна (Magenta), жовта (Yellow) та чорна (Black), а для точного відтворення фірмових кольорів — фарби Pantone або HKS.

Важливою характеристикою офсетних фарб є ступінь їх емульгування у взаємодії із зволожувальним розчином. Допустимі межі ступеня емульгування офсетних фарб не повинні перевищувати 17–22 %. При цьому присутність зволожувального розчину у фарбі в кількості 6–12 % позитивно впливає на її друкарські властивості. Порушення цих меж призводить до зниження оптичної густини, збільшення градаційних спотворень та зміни спектральних характеристик відбитків. Офсетні фарби мають високу когезію, завдяки чому при взаємодії з зволожувальним розчином розщеплення відбувається у водяній плівці, а не у шарі фарби — це забезпечує чіткість друкуючих елементів.

Зволожувальний розчин є невід'ємним матеріалом традиційного офсетного друку. Його основне призначення — забезпечити стійку гідрофільність поверхні пробільних елементів друкарської форми впродовж друкування всього тиражу, запобігаючи їх «зажирюванню» фарбою. До складу зволожувального розчину входять вода як основний компонент, концентрат зволожувального розчину, поверхнево-активні речовини (ПАР) та спеціальні добавки. Як ПАР найчастіше застосовується ізопропіловий спирт (ІПС), який знижує поверхневий натяг розчину з 70–75 до 40–45 мН/м, що забезпечує рівномірне і тонке змочування пробільних елементів форми. Ізопропіловий спирт додають до розчину в кількості від 8 до 20–30 %.

Головними властивостями зволожувального розчину є водневий показник pH, електропровідність, жорсткість та температура. Показник pH характеризує

кислотність або лужність розчину і вимірюється за шкалою від 0 до 14 (рис. 2.2), де значення 7 є нейтральним, нижче 7 — кисле середовище, вище 7 — лужне. Найсприятливішим діапазоном для офсетного друку є pH 4,8–5,5. На зміну pH впливає pH паперу та фарби: крейдований папір за своєю природою є лужним, некрейдований — створює кисле середовище [9].

Рисунок 2.2 - Шкала кислотності з показником кислотності паперу [9]

Для підтримання стабільного pH до складу зволожувального розчину вводять буферні добавки — солі слабких кислот та їх сполуки з сильними основами. Чим вища буферна ємність розчину, тим довше він може працювати в оптимальній зоні pH. Уявлення про кількість буферних добавок дає електропровідність розчину, оптимальні значення якої знаходяться в межах 800–1500 мкСм/см. Температура розчину також впливає на його електропровідність — оптимальна температура становить 10–15°С, а зміна температури на 1°С призводить до зміни провідності на 3 %.

Жорсткість зволожувального розчину зумовлена жорсткістю його основного компоненту — води. Під жорсткістю розуміють вміст у воді солей сполук кальцію та магнію. Як підтвердила практика, вода з жорсткістю приблизно 3,0–3,6 мг • CaO/дм³ не порушує процесу офсетного друку. Підвищена жорсткість води може призводити до утворення нерозчинних солей на поверхні валиків і форм, закочування фарбою валиків зволожувального апарата та осклення їх

поверхні. Одиниці вимірювання жорсткості різняться залежно від країни (табл. 2.2), що слід враховувати при застосуванні рекомендацій зарубіжних виробників витратних матеріалів.

Країна	Одиниця вимірювання	Коефіцієнт перерахунку
Україна	CaO, мг/дм³	1
Німеччина	CaO, 10 мг/л	1
Велика Британія	$CaCO_3$, г/галлон	2,8
Франція	$CaCO_3$, г/100 л	3,5
США	$CaCO_3$, г/10 л	0,5

Таблиця 2.2 — Одиниці вимірювання жорсткості в різних країнах [9]

Стабільність балансу «вода–фарба» є одним із найважливіших чинників якісного офсетного друку. Недостатність зволоження викликає «зажирювання» фарбою пробільних елементів, що призводить до появи фону або вуалі на відбитках. Завищена кількість зволожувального розчину порушує властивості фарби, призводить до розмитості зображення та поганого відтворення тонких штрихів і дрібних деталей. На ділянці безпосереднього контакту фарби та зволожувального розчину утворюється емульсія, склад і стан якої мають бути збалансованими та стабільними протягом усього процесу друкування. Порушення балансу може також спричиняти несуміщення фарб та різновідтінковість відбитків, що є неприпустимим для якісної книжкової продукції [9].

2.5. Папір та інші задруковувані матеріали

Сучасні види книжково-журнального паперу відрізняються високою пухкістю навіть за низької щільності, що дає змогу суттєво знизити витрати,

необхідні для його тиражування. Книжковий папір поділяють на папір бездеревний і деревний, з покриттям і без нього.

Група спеціального паперу включає: папір документний, картографічний, офісний, самоклейкий, самокопіювальний, для оформлення (форзацний, для обкладинок, декоративний), для реклами, банкнот, із водяними знаками, а також види паперу, що використовують для друку без друкарської форми, – для електрофотографії, термографії, іонографії тощо.

Офсетний папір – це матеріал, призначений для друку на його поверхні ілюстрацій і текстів офсетним способом. Згідно з вітчизняними стандартами, визначається як проклеєний середньозольний папір з обмеженою деформацією після зволожування. Велике значення має жорсткість офсетного паперу, його всмоктуваність, стійкість розмірів і проклейка. Від цього залежить якість кінцевих виробів. Основні способи застосування: друк газет, книг, журналів та ілюстраційних видань; виготовлення каталогів, брошур, листівок, постерів, флаєрів тощо.

Крейдований папір – папір, вкритий шаром, що складається з каоліну (різновид білої глини), бланфікса (білого пігменту, отриманого із сірчанокислого барію) та казеїну або желатину. Для крейдування використовують папір (основу) з біленої целюлози. Нанесення покриття на папір-основу здійснюють на спеціальних машинах у декілька прийомів.

Крейдований папір звичайно застосовують для багатофарбного друку.

Слід зазначити, що крейдований папір за способом обробки поверхні буває глянцевий і матовий. У першому випадку відбиток має більш яскраві кольори, зате у випадку матової поверхні, поліграфічна продукція більш зручна для читання, оскільки менше бліків.

Слово «картон» має італійське походження і означає «твердий».

Відповідно до існуючих стандартів у загальному значенні термін «папір» може бути застосований також для поняття «картон». Відмінність між папером і картоном ґрунтується на оцінці їх товщини або маси площі одного квадратного

метра, а в деяких випадках також їх призначенням. Сировина для виробництва картону – жорсткі волокна деревини. Таким чином, картон – це той же папір, але має більшу вагу і щільність. На практиці зустрічається папірпідвищеної міцності та товщини і тонкий картон.

Зовнішні шари (нижній і верхній) складаються з біленої целюлози або невибіленої, деревної маси або макулатури, попередньо вибіленої.

А внутрішнє наповнення робиться з більш дешевих наповнювачів: відходи виробництва, макулатура, невибілена макулатура. Слід зазначити, що нижні і верхні шари можуть дублюватися (бути дво- або тришаровими). Вартість матеріалу визначається сировиною і необхідними характеристиками на виході.

Палітурний картон – це товстий паперовий матеріал, який складається з одного або декількох шарів. Ці шари міцно з’єднані між собою за допомогою спеціального клею і пресування, що запобігає його розшаруванню. Цей поліграфічний матеріал має гарну міцність на розрив і на злам. Палітурний картон українського (м. Луцьк) виробництва призначений для виготовлення палітурок книжок, шкільних підручників.

Картон випускається в аркушах товщиною 1,25 мм, 1,5 мм, 1,75 мм, 2,0 мм, 3,0 мм. Відповідно до товщини вага 1 м2 складає 945–1 800 г.

Для виготовлення картонних сторонок і цільнокрійних палітурок картон має бути ущільненим (не пухким), досить пластичним, без складок, зморшок і плям; повинен мати гладку, рівну поверхню, яка при зволоженні клеєм і наступною сушкою не повинна деформуватися. Розшарування картону недопустиме.

Для палітурних робіт використовується картон завтовшки від 0,75 до 3 мм. Картон завтовшки 3 мм має обмежене використання, наприклад, для спеціальних видань великого формату і обсягу, тоншим одного 1 мм – для виготовлення малоформатних видань у гнучких палітурках і для виготовлення футлярів для книг.

Промисловістю випускається палітурний картон чотирьох марок: А, Б, В, Г.

А – одношаровий, каландрований (має рівномірну товщину за площею);

Б – складається з трьох спресованих між собою шарів та має низьку машинну гладкість;

В – тришаровий, що має проклейку. Його поверхневий (робочий) шар найміцніший і витримує не менше 25 подвійних перегинів;

Г – двошаровий, що має машинну гладкість.

Пресшпан – проклеєний, лощений, гнучкий, міцний картон завтовшки 0,35–1,2 мм. Має високу міцність на розрив і злам (витримує не менше 300 подвійних перегинів).

Для ручного виготовлення палітурок використовується картон марки Б.

До якості задруковуваних матеріалів для офсетного друку висуваються суворі вимоги. Папір має бути однорідним за кольором, гладкістю та масою — весь папір, підготовлений для друку конкретного тиражу, повинен бути ідентичним за своїми властивостями. Оскільки папір є гігроскопічним матеріалом, він здатний поглинати або віддавати вологу залежно від умов навколишнього середовища, що призводить до деформації аркушів. Для запобігання цьому папір перед початком друкування піддають акліматизації — витримуванню в умовах температури та вологості друкарського цеху [10].

2.6. Допоміжні матеріали та витратні компоненти

Допоміжні матеріали та витратні компоненти забезпечують стабільність технологічного процесу листового офсетного друку і безпосередньо впливають на якість готової продукції та надійність роботи обладнання. На відміну від основних матеріалів — паперу, фарби та форм — допоміжні компоненти не є частиною кінцевого відбитка, проте без них неможливо забезпечити нормальний перебіг виробничого процесу.

Противідмарювальний порошок наноситься автоматично на кожен відрукований аркуш безпосередньо у приймальному пристрої машини і є обов'язковим компонентом при багатофарбовому друці на крейдованому папері, де ризик відмарювання найвищий через повільніше закріплення фарби на щільній

некрористій поверхні. Стрейч-плівка Standart застосовується для фінального пакування стосів готової продукції перед відправкою замовнику і захищає її від механічних пошкоджень, пилу та вологи під час транспортування та зберігання.

Серед перелічених матеріалів особливої уваги заслуговують лакувальні та змивні засоби. УФ-лак Hi-Cure U 3890 виробництва Sun Chemical наноситься через лакувальну секцію машини «в лінію» або на окремій лакувальній машині, не виділяє запаху після висихання і не потребує подальшого склеювання та гарячого тиснення фольгою. Зберігається за температури не вище 30°С. Змивка UV Wash призначена виключно для УФ-систем і ефективно розчиняє компоненти УФ-фарб без пошкодження гумових поверхонь валів та декеля.

Номенклатура допоміжних матеріалів, що застосовуються на проєктованій дільниці листового офсетного друку, наведена в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 — Допоміжні матеріали дільниці листового офсетного друку

№	Матеріал	Призначення	Характеристика
1	Сикативи	Прискорення закріплення фарби	Каталізатори окислювальної полімеризації сполучника
2	Антиоксиданти	Запобігання засиханню фарби в апараті	Додаються при зупинках машини
3	Противідмарювальний порошок	Запобігання відмарюванню відбитків	На основі крохмалю або карбонату кальцію
4	УФ-лак Hi-Cure U 3890	Лакування поверхні продукції	Високоглянцевий, без запаху, швидке закріплення
5	Розріджувач Hi-Add U 013	Розведення УФ-лаку	Застосовується при необхідності
6	Змивка UV Wash	Очищення валів і декеля від УФ-фарб	Спеціалізована для УФ-систем
7	Змивка для фарбових валів	Очищення фарбового апарату	Автоматична, між замовленнями
8	Гумувальний розчин	Захист формних пластин при зберіганні	Наноситься після виготовлення форми
9	Піддекельні матеріали	Підгонка товщини декеля	Жорсткі калібровані аркуші різної товщини
10	Стрейч-плівка Standart	Пакування готової продукції	Товщина 15–17 мкм, розтягнення до 160%

3. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС ОФСЕТНОГО ДРУКУ

3.1. Загальна схема технологічного процесу

Загальна схема процесу наведена на рисунку 3.1 і включає три послідовних етапи: додрукарський, друкарський та післядрукарський.

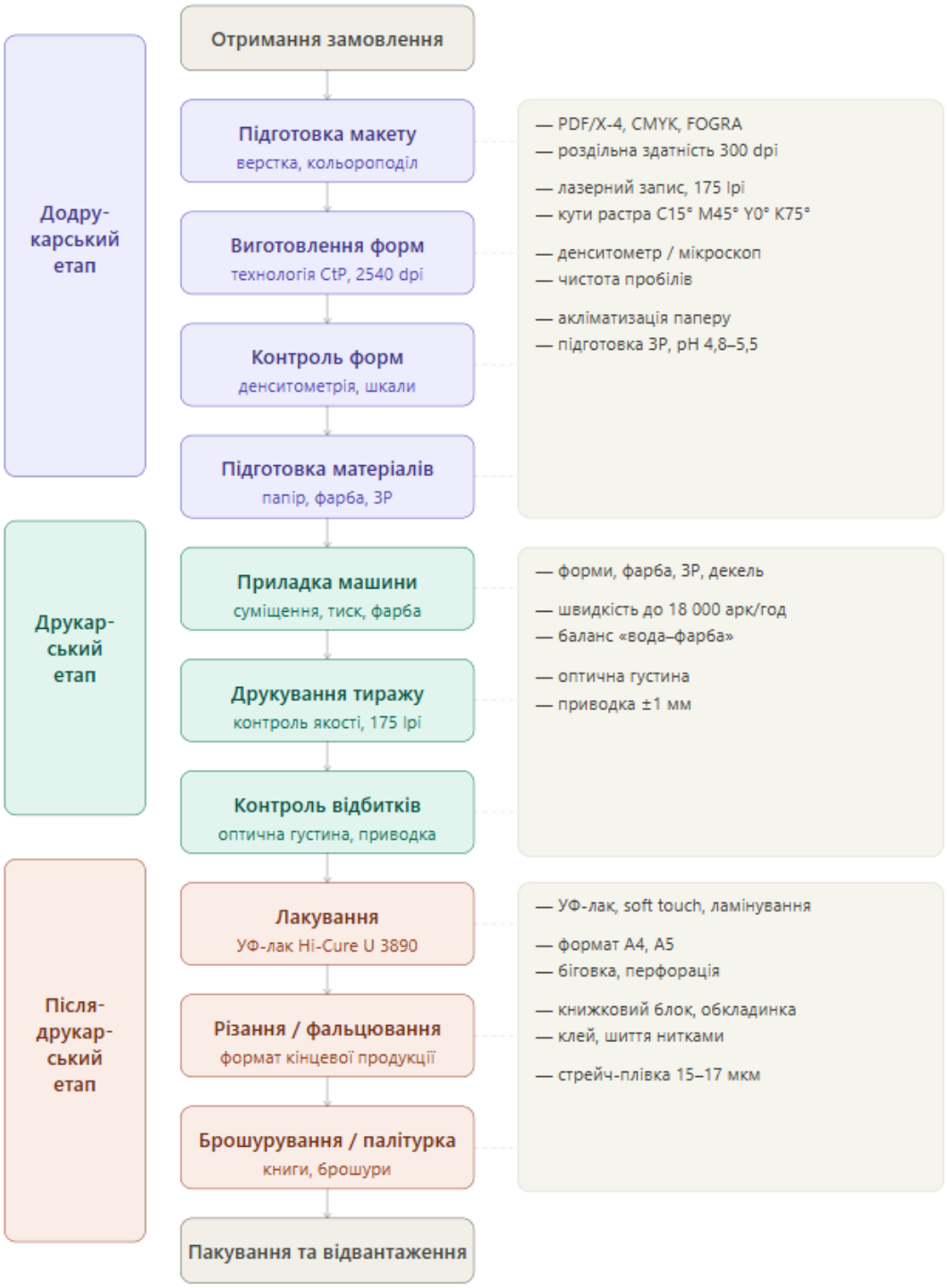

Рисунок 3.1 - Загальна схема процесу технологічного друку

Додрукарський етап є підготовчим і визначає технічну якість майбутнього видання. Він розпочинається з отримання замовлення та підготовки макету — верстки оригінал-макету, кольороподілу та перевірки файлів на відповідність технічним вимогам. Файли приймаються у форматі PDF/X-4, у колірному просторі CMYK з профілем FOGRA, а роздільна здатність растрових зображень має бути не нижче 300 dpi. Після перевірки і затвердження макету замовником виготовляються друкарські форми за технологією CtP — лазерним записом зображення на алюмінієві формні пластини з роздільною здатністю 2540 dpi, лініатурою 175 lpi та кутами растра C-15° M-45° Y-0° K-75°. Готові форми проходять контроль якості — оцінку чистоти пробілів та відтворення растрових елементів за допомогою денситометра. Паралельно здійснюється підготовка матеріалів: папір піддається акліматизації в умовах друкарського цеху, готується зволожувальний розчин з оптимальним показником pH 4,8–5,5, підбираються фарби відповідно до виду продукції та типу задруковуваного матеріалу [8].

Друкарський етап охоплює безпосереднє виготовлення відбитків і є центральним у всьому виробничому циклі. Він розпочинається з приладки машини — встановлення форм, налаштування суміщення фарб, тиску між циліндрами та водно-фарбового балансу. Після виведення пробних відбитків і їх затвердження розпочинається друкування тиражу на швидкості до 18 000 аркушів на годину. Протягом усього тиражу здійснюється систематичний контроль якості відбитків — вимірювання оптичної густини фарб на контрольних шкалах, перевірка точності суміщення в межах ±1 мм та візуальна оцінка кольорового балансу. Стабільний баланс між зволожувальним розчином і фарбою є ключовою умовою рівномірної якості впродовж усього тиражу.

Післядрукарський етап включає операції оздоблення, обробки та пакування готової продукції. Залежно від виду видання та вимог замовника, надруковані аркуші піддаються лакуванню — нанесенню УФ-лаку Hi-Cure U 3890 через лакувальну секцію машини «в лінію». Після лакування аркуші надходять на різання — обрізання до кінцевого формату A4 або A5, а також біговку та

перфорацію при необхідності. Складання книжкового блоку здійснюється шляхом фальцювання, підбирання зошитів і їх з'єднання з обкладинкою — клейовим способом або шиттям нитками залежно від обсягу видання. Завершальною операцією є пакування готової продукції у стрейч-плівку товщиною 15–17 мкм та формування партій для відвантаження замовнику.

3.2. Підготовка макета та додрукарська підготовка

Додрукарські процеси (prepress) – це певні етапи поліграфічної технології, що виконуються перед друком із використанням настільних видавничих систем (НВС). Додрукарські процеси включають наступні етапи:

1. Розробка дизайну або загальної концепції кінцевого поліграфічного виробу.
2. Виготовлення електронного макету виробу з використанням програмного забезпечення (програми верстки).
3. Коректорська вичитка, правка текстового наповнення макета.
4. Внесення необхідних корекцій у макет з урахуванням особливостей друкарського і післядрукарського обладнання (корекція кольору, розстановка треппінга і т. д.).
5. Виготовлення кольоропроби (кольоровий зразок кінцевого виробу)
6. Виготовлення електронного спуску смуг з урахуванням подальшої післядрукарської обробки виробу (біговка, фальцювання, різання і т. д.).
7. Виготовлення кольороподілених діапозитивів (випуск плівок) або відправка електронних спусків смуг на пристрій CTP для виготовлення друкованих форм.
8. Виготовлення друкарських форм для друкарського обладнання для подальшого друку виробу [11].

Коректорська вичитка передбачає перевірку текстового наповнення на граматичні, орфографічні та стилістичні помилки. Після внесення правок виконується технічна перевірка файлу — preflight — яка автоматично виявляє невідповідності технічним вимогам: зображення з низькою роздільною здатністю,

кольори RGB, відсутні шрифти, некоректні налаштування прозорості та ефектів. Усі виявлені помилки усуваються до передачі файлу у виробництво, оскільки виправлення після виготовлення форм є значно дорожчим.

Корекція кольору виконується для забезпечення відповідності між кольорами на екрані та кольорами на відбитку. Загальне покриття фарбою не має перевищувати 300% — це технологічна норма, що запобігає проблемам із закріпленням фарби. Суцільні чорні плашки великих площ формуються за формулою C-60% M-40% Y-40% K-100% для досягнення глибокого насиченого чорного кольору. Чистий чорний (K-100%) застосовується лише для тексту та тонких ліній. Трепінг — примусове перекриття суміжних кольорів на 0,1 мм — виконується для запобігання появі білих просвітів між кольоровими елементами при незначних відхиленнях суміщення фарб у процесі друку.

Кольоропроба є обов'язковим етапом для видань з підвищеними вимогами до точності відтворення кольорів. Вона імітує колірний простір, можливості машини та задруковуваний матеріал, що дозволяє замовнику оцінити кінцевий результат до початку тиражного друку. Після затвердження кольоропроби замовником вона слугує еталоном для друкаря при налаштуванні кольорів під час приладки.

Спуск смуг — це розміщення сторінок видання на друкарському аркуші в такому порядку, щоб після фальцювання та обрізання вони опинились у правильній послідовності. Для книжкової продукції формату A5 на аркуші розміщується 16 або 32 сторінки залежно від формату друкарської машини. Спуск виконується з урахуванням напрямку фальцювання, розташування клапанів та відступів для подальшого обрізання блоку з трьох боків.

Завершальним етапом додрукарської підготовки є виготовлення друкарських форм за технологією CtP. Електронний спуск смуг у форматі PDF передається безпосередньо на CtP-пристрій, який лазерним записом формує зображення на алюмінієвій формній пластині з роздільною здатністю 2540 dpi та лініатурою 175 lpi. Кути растра становлять C-15° M-45° Y-0° K-75°, що забезпечує

мінімальний муар при накладанні фарб. Готові форми проходять контроль якості за відтворювальними шкалами та передаються до друкарського цеху [12].

3.3. Виготовлення друкарських форм

Технологія Computer-to-Plate (CtP) – це спосіб виготовлення друкарських форм, у якому зображення форми створюється різними методами з урахуванням цифрових даних, отриманих безпосередньо з комп'ютера. При цьому повністю відсутні будь-які проміжні речові напівфабрикати: фотоформи, оригінали-макети, що репродукуються, монтажі і т.д.

Впровадження CtP технології забезпечує очевидні переваги порівняно з традиційною технологією фотонабору та формного процесу, які можна сформулювати в такий спосіб.

Підвищується якість форм завдяки зниженню рівня випадкових та систематичних помилок, що виникають у процесі монтажу фотоформ та копіювання. Це є одним із головних факторів економії при впровадженні CtP.

Економічний ефект при використанні якісніших друкарських форм обумовлений скороченням втрат часу та витратних матеріалів на приладку.

Скорочується час технологічного циклу виготовлення форм (виключаються операції обробки фотоматеріалу, копіювання фотоформ на формні пластини та у ряді випадків обробки експонованих формних пластин).

Це забезпечує якнайшвидший оборот інвестицій, вкладених у видання, а також дозволяє до останнього моменту залишати публікацію відкритою для розміщення рекламних матеріалів.

Заощаджуються виробничі площі, скорочуються витрати на придбання та експлуатацію техніки, електроенергії; зменшується чисельність обслуговуючого персоналу, оскільки виключаються з виробництва фотонабірні автомати, проявні процесори, копіювальне обладнання.

Поліпшуються екологічні умови на поліграфічному підприємстві, оскільки відсутня процес хімічної обробки плівок; підвищується культура виробництва та

вдосконалюється організація технологічного процесу. У більшості апаратів CtP пластини експонуються променем лазера, обробляються в процесорі, після чого готові до друку. До найважливіших характеристик пристроїв CtP відносяться:

— формат;

— продуктивність;

— технологія експонування;

— схема побудови експонуючого пристрою;

— рівень автоматизації.

Апарат CtP повинен обслуговувати весь парк друкарських машин, тобто його формат визначається розміром форм для друкарської машини найбільшого формату. Необхідно також враховувати перспективи розвитку друкарні, а також те, що не всі апарати дозволяють безступінчасто змінювати розміри пластин, що експонуються, в межах від мінімального до максимального форматів експонування.

Система CtP включає растровий процесор, пристрій експонування і проявочну машину. Найменш продуктивна зазвичай експонуюча установка, яка визначає продуктивність системи. Час виготовлення однієї друкарської форми складається з часу обробки завдання растрирующим процесором, часу експонування, часу завантаження та вивантаження пластин, а також часу їхнього проявлення. Додаткові витрати часу можуть знадобитися на пробивання штифтових отворів та випалення форми.

В даний час на ринку CtP домінують дві технології експонування: напівпровідникові лазери (лазерні діоди), що працюють в УФ-діапазоні спектру (фіолетова технологія), та інфрачервоні лазери (термальна технологія).

Фіолетовий напівпровідниковий лазер відрізняється високою надійністю (термін його служби може досягати 10-20 років), компактністю та низькою вартістю. Важливою перевагою фіолетових лазерних діодів є малий діаметр плями (поперечного перерізу променя), що дозволяє виконувати запис з високою роздільною здатністю. У пристроях CtP з фіолетовими напівпровідниковими

лазерами можуть експонуватися пластини зі срібломісткими і фотополімеризуючими світлочутливими шарами. З неекспонованими пластинами обох типів не можна працювати при денному світлі – необхідне встановлення жовтих світлофільтрів. Для експонування срібних пластин використовується лазерний діод потужністю 5 мВт, для експонування фотополімерних пластин - лазерний діод потужністю 30 або 60 мВт.

Системи CtP з напівпровідниковими ІЧ-лазерами використовуються для експонування пластин з термочутливими шарами. Головною перевагою технології термального експонування порівняно із записом світлочутливих матеріалів є великі передбачуваність та стабільність процесів експонування та прояви. Завдяки цьому скорочуються втрати часу, пов'язані з калібруванням експонуючого пристрою та налаштуванням проявного процесора. Ще одна перевага термальної технології – нечутливість неекспонованих пластин до світла, що дозволяє працювати з ними при денному світлі.

Недоліком термальної технології є відносно невеликий термін служби лазера, що працює у постійному режимі, висока вартість багатопроменевих головок та обмежений набір дозволів запису.

В даний час у рекордерах для експонування друкарських форм застосовуються шість типів лазерних джерел світла:

- аргон-іонний блакитний лазер з довжиною хвилі 488 нм ;
- гелій-неоновий червоний лазер з довжиною хвилі 633 нм ;
- малопотужний червоний лазерний діод з довжиною хвилі 670 нм ;
- інфрачервоний потужний лазерний діод з довжиною хвилі 830 нм, який набув поширення для експонування термочутливих пластин, що вимагають більш високих енергетичних витрат, і застосовується в рекордерах із зовнішнім барабаном;
- інфрачервоний потужний лазер NDYAG на ітрій-алюмінієвому гранаті з
- неодимом з довжиною хвилі 1064 нм ;

— зелений лазер на ітрій-алюмінієвому гранаті з подвійною частотою NDYAG з довжиною хвилі 532 нм .

В пристрої, що експонує, реалізується одна з трьох схем побудови експонуючого пристрою (рекордерів):

— з розміщенням формної пластини на внутрішній поверхні барабана;

— із розміщенням формної пластини на площині;

— із розміщенням формної пластини на зовнішній поверхні барабана.

В апаратах з внутрішнім барабаном завантажувана пластина розміщується по увігнутій поверхні, що має форму незавершеного правильного циліндра.

У пристроях з площинною схемою побудови системи, що експонує, пластини фіксуються на плоскому столі за допомогою вакууму. Площинна схема має два різновиди: з розміщенням пластини на рухомому та на нерухомому столі.

У першому випадку розгортка зображення по одній координаті здійснюється за рахунок переміщення столу, а за іншою – за допомогою дефлектора. Така схема відрізняється високою швидкістю запису, тому використовують у пристроях CtP для газетного виробництва. До її недоліків відноситься обмеження максимального формату запису через спотворення форми точки при віддаленні променя від центру пластини.

У другому випадку пластина нерухомо закріплена на столі, а розгортка зображення по обох координат здійснюється завдяки переміщенню записуючої головки. Недоліком цієї схеми є низька швидкість запису. Важливою перевагою площинної схеми є можливість безступінчастої зміни формату пластини (у межах максимального формату пристрою), експонування пластин різної товщини, а також встановлення планок різних систем штифтового приводу.

У пристроях із зовнішнім барабаном пластина монтується на зовнішню поверхню циліндра, що обертається. Експонування проводиться лінійною матрицею лазерів, що переміщається вздовж поверхні циліндра. Матриця складається з великої кількості лазерів (48-96 і більше). Так як за один оберт барабана експонується відразу кілька ліній, то продуктивність пристрою висока.

Крім того, пристрої із зовнішнім барабаном мають такі переваги, як можливість невисоких швидкостей обертання барабана завдяки наявності численних лазерних діодів; відсутність обмежень швидкості обертання; довговічність лазерних діодів; невисока вартість запасних джерел випромінювання.

У системах CtP можуть бути автоматизовані операції завантаження та вивантаження пластин, а також пробивання штифтових отворів. Автоматичні системи повністю забезпечують видалення прокладочного паперу, подачу пластини з касети в установку, що експонує, і її подальше транспортування в проявний процесор.

Комплектація пристрою CtP механізмами для автоматичного пробивання штифтових отворів може забезпечувати дуже високу точність приведення фарб, що, своєю чергою, зменшує час на приладку [13].

3.4. Підготовка обладнання до друку

Більшість форм установлюється на циліндр або носій за допомогою двосторонньої липкої стрічки. Випускається цілий ряд видів стрічок, що розрізняються товщиною, щільністю й твердістю. Деякі стрічки служать просто для кріплення форми й можуть бути дуже тонкими (товщиною близько 0,002 дюйма). Інші стрічки товще, найчастіше товщиною 0,015 й 0,020 дюйма. Вони бувають твердими й м'якими. Останні виготовляються з еластичних пінопластів і служать для компенсації нерівномірності тиску під час друку. Товщина стрічки — важливий параметр. Зміна товщини стрічки аналогічна зміні товщини форми.

У поліграфії штифтові системи для вирівнювання форм щодо поверхні циліндра використовується протягом десятиліть. Штифтова приводка використовується як на стадії експонування форми, так і за наступної її установки на формний циліндр. Для цього у фотополімерній пластині висвердлюються штифтові отвори, що збігаються з відповідними отворами у фотоформі. Ці ж отвори використовуються під час установки друкарської форми на циліндр.

Підготовка декеля передбачає встановлення гумотканинного офсетного полотна на офсетний циліндр та підбір піддекельних матеріалів для досягнення потрібної сумарної товщини. Правильно підібраний декель забезпечує рівномірний друкарський тиск по всій поверхні аркуша і є одним із ключових чинників якості відбитка.

Налаштування подачі паперу включає встановлення стопи паперу на самонаклад, регулювання бічних та передніх упорів відповідно до формату аркуша, налаштування присосів і повітряних дуття. Папір має подаватися рівномірно, без перекосів і подвійного захоплення аркушів. Паралельно налаштовується приймальний пристрій — упори, рівняльні пристрої та система протизакочування.

Підготовка фарбового апарату передбачає завантаження фарби у фарбовий ящик та налаштування фарбових ключів для рівномірного розподілу фарби по зонах залежно від заповненості форми зображенням. Зволожувальний апарат наповнюється розчином з оптимальним показником pH 4,8–5,5 та температурою 10–15°C. Встановлюється необхідна кількість зволожувального розчину, що подається на форму.

Після завершення всіх підготовчих операцій виводяться пробні відбитки, які перевіряються на точність суміщення фарб, рівномірність оптичної густини та відповідність кольоропробі. За необхідності вносяться корективи у подачу фарби або зволожувального розчину. Лише після затвердження пробного відбитка розпочинається друкування тиражу [14].

3.5. Процес офсетного друкування

Процес офсетного друку можна розділити на ряд стадій, в кожній з яких реалізуються певні фізичні процеси формування образу на задруковуваному матеріалі. На першій стадії контакту офсетного циліндру здійснюється стиснення гумотканих офсетних пластин, що призводить до виникнення локальних потовщень. На другій стадії реалізується початок друкарського контакту, у який

входять поверхня декеля офсетного циліндру з друкарською фарбою та задрукований матеріал. В цілому, на декелі знаходиться фарба, яка відображає образ, який передбачається задруковувати. На третьому етапі реалізується зона друкарського контакту, в рамках якої здійснюється основний процес формування відбитку фрагменту образу, який знаходиться на відповідному фрагменті декеля. На четвертому етапі, в результаті повороту диску циліндра спадає тиск в контакті офсетного циліндра та задруковуваного матеріалу і на поверхні останнього за рахунок липкості друкарської фарби залишається фрагмент друкованого образу. На п'ятому етапі аркуш задруковуваного матеріалу відокремлюється від гумотканої пластини.

Принцип плоского офсетного друку ґрунтується на можливості регулювання змочуваності за рахунок створення стійких адсорбційних шарів. Змочуваність та незмочуваність рідиною твердих поверхонь визначається співвідношенням сил адгезії та когезії, що характеризується роботою адгезії. Це означає, що чим сильніша взаємодія рідини та твердого тіла, тим повніше здійснюється змочування.

До офсетної друкарської машини відносяться, в більшості випадків, наступні структурні компоненти: фарбовий апарат, аркушеживильний та аркушепровідний пристрій, друкарський апарат, зволожувальний апарат, вивідний та приймальний пристрої.

Друкарський апарат забезпечує створення необхідного тиску для проведення офсетного друку. Зображення формується за рахунок перенесення фарби з друкарської форми на поверхню декеля офсетного циліндра, а з нього зображення переноситься на папір. Друкарський апарат складається з формного, офсетного та друкарського циліндрів, та ряду пристроїв, що використовуються для регулювання положення циліндрів, механізмів приводу та механізмів регулювання тиску.

Формний циліндр призначений для встановлення друкарської форми та перенесення фарби з неї на декель офсетного циліндра. Офсетний циліндр

порожній в середині з гладкою поверхнею, обтягнутий гумотканою пластиною, що називається декелем. Він призначений для створення необхідного тиску, за рахунок якого зображення з друкарської форми переноситься на папір, що розташований між формним та друкарським циліндром. Друкарський циліндр призначений для створення тиску, завдяки чому на задрукованому матеріалі формується друковане зображення.

Величина тиску для отримання відбитків залежить від наступних факторів: виду друкарської форми, типу паперу, типу декеля та його фізико-механічних властивостей. Якість відбитків залежить від питомого тиску, який є відношенням до одиниці площі контакту в друкарській зоні.

Зволожувальний апарат призначений для нанесення рівномірного шару розчину на пробільні елементи друкарської форми. За допомогою цього апарату регулюється кількість розчину, що подається на всю поверхню друкарської форми, або на окремі її фрагменти. Зволожувальні та фарбові апарати використовуються послідовно при підготовці машини до друкування та в процесі друкування.

Градаційні, графічні та кольорові спотворення можуть виникати на відбитках внаслідок порушення режиму плоского офсетного друку, який представляє собою баланс «фарба – зволожувальний розчин» на друкарській формі. Це потребує стабільного дозування фарби та зволожувальної рідини. Надлишок розчину, що подається на форму, викликає не лише деформацію паперу, але й зменшує перехід фарби на відбиток. Недостаток зволоження призводить до руйнування гідрофільних плівок. Надмірне подавання фарби на форму порушує чіткість зображення на відбитку та збільшує час закріплення фарби.

Лакувальні пристрої використовуються для покриття лаком відбитків друкарських образів. В сучасних друкарських технологіях існує можливість реалізовувати вибіркове лакування на основі використання офсетної або спеціальної еластичної форми. Сушильні пристрої призначені для прискорення

сушіння відбитків, а також для створення умов більш продуктивної роботи друкарської машини без відмарювання відбитків [15]

3.6. Контроль якості друкованої продукції

GRACoL (General Requirements for Applications in Commercial Offset Lithography) – це набір галузевих стандартів, розроблений організацією Idealliance для забезпечення стабільної та передбачуваної якості кольору в аркушевому офсетному друці. Вперше представлений у 1996 році, GRACoL став основою для впровадження єдиних вимог до переддрукарської підготовки, друку та післядрукарської обробки, що дозволяє досягати узгодженості кольорів між різними пристроями та друкарнями. GRACoL тісно пов'язаний із методологією G7, яка фокусується на калібруванні сірого балансу та тональних кривих для досягнення візуальної відповідності між пробами та відбитками. Це дозволяє друкарням стандартизувати процеси та забезпечити високу якість друку незалежно від обладнання.

Використання GRACoL сприяє зменшенню витрат на приладку, підвищенню ефективності виробництва та задоволеності клієнтів завдяки передбачуваним результатам друку. Цей стандарт є важливим інструментом для професіоналів поліграфічної галузі, які прагнуть до високої якості та консистентності кольорів у своїй продукції.

SNAP (Specifications for Non-Heatset Advertising Production) — це галузевий стандарт, розроблений для забезпечення стабільної якості друку рекламної продукції на рулонних офсетних машинах без використання сушіння гарячим повітрям (так званий coldset-друк). Цей тип друку часто використовується для газет, рекламних вкладок і масової рекламної продукції на недорогих, незакритих паперах, де швидкість та економічність процесу мають ключове значення.

Стандарт SNAP визначає кольоропробні характеристики, оптичну щільність фарби, точність передачі зображення та параметри друкарського процесу, з урахуванням обмежень coldset-друку – наприклад, менш яскраве зображення

через вбирання фарби в папір та неможливість її фіксації теплом. Метою SNAP є забезпечення достатньо якісного результату, що задовольняє рекламні цілі, при цьому залишаючись економічно вигідним. Стандарт також підтримує узгодженість кольору між різними друкарнями, що особливо важливо для великих рекламних кампаній.

SWOP (Specifications for Web Offset Publications) – це стандарт, створений для уніфікації якості друку в журнальному та комерційному рулонному офсетному друці з термозакріпленням (heatset). Він розроблений для забезпечення передбачуваності кольоропередачі, сумісності між видавцем, дизайнером, препрес-виконавцем і друкарнею, а також стабільності продукції під час масового виробництва. У рамках SWOP визначаються допуски кольору, профілі ICC для коректного перетворення зображень, вимоги до паперу, фарб, оптичної щільності, рівномірності друку й контролю якості на всіх етапах процесу. Цей стандарт активно використовується у виробництві глянцевих журналів, каталогів і рекламних матеріалів, де потрібна висока точність і повторюваність результату.

Досягнення точного та стабільного кольору в офсетному друці – складний і ресурсомісткий процес, який потребує не лише витрат паперу і часу, але й високої кваліфікації друкаря. Процес приладки – обов’язковий етап перед основним друком, під час якого машина налаштовується для досягнення потрібної оптичної щільності фарби. Це може займати від кількох хвилин до пів години та супроводжуватися витратою сотень або тисяч аркушів, що безпосередньо впливає на собівартість друкованої продукції.

Щоб зробити процес кольоропередачі більш стабільним і прогнозованим, у поліграфічній галузі були розроблені стандарти, такі як GRACoL, SNAP і SWOP. Вони регламентують вимоги до друку для різних типів машин, матеріалів і призначення продукції: GRACoL – для високоякісного комерційного аркушевого офсетного друку, SNAP – для coldset-друку на газетному папері без термічної сушки, а SWOP – для рулонного офсетного друку журналів і масових видань [16].

3.7. Післядрукарська обробка продукції

Післядрукарська обробка (постпрес) є завершальним етапом виробничого циклу поліграфічної продукції і охоплює комплекс операцій, що виконуються після друкування тиражу. Її основне призначення — надати готовому виробу завершеного вигляду, забезпечити необхідну міцність, захист від зовнішніх впливів та підвищити його естетичні характеристики. Післядрукарська обробка надає готовому виробу фінальний якісний вигляд і поділяється на операції, що надають продукції завершеності, та декоративні операції, що покращують її зовнішній вигляд.

Для проєктованої дільниці листового офсетного друку, що спеціалізується на виготовленні книжкової продукції та брошур, комплекс післядрукарських операцій включає оздоблення відбитків, різання та фальцювання, брошурувально-палітурні процеси та пакування готової продукції.

Оздоблення відбитків є першою групою операцій і виконується до різання та фальцювання аркушів. Лакування проводять для збільшення міцності поверхні друкованого виробу, закріплення фарбового шару, захисту зображення і надання блиску. На проєктованій дільниці застосовується УФ-лакування — нанесення лаку Hi-Cure U 3890, який затвердіває під впливом ультрафіолетових променів безпосередньо в лінію з друком через лакувальну секцію машини. Вибіркове лакування дозволяє нанести лак лише на окремі елементи дизайну — логотип, ілюстрацію або заголовок — що створює ефект контрасту між матовою та глянцевою поверхнями. Ламінування — покриття поліграфічної продукції захисною плівкою матового або глянцевого типу — застосовується переважно для обкладинок книг та брошур і забезпечує захист від заломів, вологи та бруду.

Різання є обов'язковою операцією для всіх видів книжкової продукції. Надруковані аркуші обрізаються до кінцевого формату видання — А4 або А5 — на одноножевих паперорізальних машинах. Точність різання є критично важливою, оскільки відхилення від заданого формату унеможливлює подальше брошурування. Біговка — нанесення ліній згину на картон або щільний папір —

виконується для обкладинок та аркушів щільністю понад 170 г/м², де звичайне фальцювання без попередньої підготовки призвело б до розтріскування паперового покриття.

Фальцювання — процес складання паперу для створення ідеально рівного згину — виконується для аркушів щільністю до 170 г/м² і застосовується при виготовленні зошитів книжкового блоку. Для книжкової продукції формату А5 на аркуші розміщується 16 або 32 сторінки, які після фальцювання утворюють зошити. Тип фальцювання визначається схемою спуску смуг і може бути паралельним, перпендикулярним або комбінованим.

Брошурувально-палітурні процеси спрямовані на виготовлення брошури чи книжки головним чином у м'яких обкладинках і включають підбирання, скріплення та обрізування блоку. Підбирання зошитів здійснюється на підбірних машинах — зошити укладаються у потрібній послідовності для формування книжкового блоку. Скріплення блоку з обкладинкою виконується одним із двох способів залежно від обсягу видання: шиття на скоби застосовується для брошур обсягом до 64 сторінок, тоді як клейове безшвейне скріплення (КБС) є основним методом для книг обсягом від 64 сторінок і більше. При КБС корінець блоку фрезерується, знежирюється та проклеюється гарячим клеєм, після чого до нього приклеюється обкладинка. Завершальною операцією є трирізне обрізування книжкового блоку з трьох відкритих сторін для забезпечення рівних країв і точного кінцевого формату.

Пакування готової продукції є фінальною операцією виробничого циклу. Готові книги та брошури формуються у пачки, які обмотуються стрейч-плівкою Standart товщиною 15–17 мкм на напівавтоматичній пакувальній машині. Це захищає продукцію від механічних пошкоджень, пилу та вологи під час транспортування та зберігання до відвантаження замовнику [17].

4. ОБЛАДНАННЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ ВИРОБНИЦТВА

4.1. Основне обладнання для офсетного друку

Вибір друкарського обладнання є одним із ключових рішень при проєктуванні дільниці листового офсетного друку, оскільки технічні характеристики машини безпосередньо визначають продуктивність виробництва, якість відбитків та номенклатуру продукції, що випускається. При виборі обладнання для проєктованої дільниці було проведено порівняльний аналіз технічних показників трьох аркушевих офсетних машин середнього формату: Heidelberg SM 102, KBA Rapida 105 та MAN Roland 706, результати якого наведені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 — Порівняльна характеристика офсетних друкарських машин

Технічні показники	Heidelberg SM 102	KBA Rapida 105	MAN Roland 706
Макс. формат аркуша, мм	720 × 1020	740 × 1050	740 × 1040
Мін. формат аркуша, мм	340 × 480	350 × 500	340 × 480
Макс. формат друку, мм	700 × 1020	730 × 1040	715 × 1020
Макс. товщина матеріалу, мм	1,0	1,2	1,0
Макс. швидкість друку, арк./год	15 000	16 000	15 000
Макс. висота стапеля на самонакладі, мм	1320	1300	1180
Макс. висота стапеля на прийманні, мм	1295	1200	1080
Кількість секцій	6	6	6

Наявність секції лакування	ВД	ВД; УФ	—

За результатами порівняльного аналізу для проєктованої дільниці обрано аркушеву офсетну машину KBA Rapida 105, яка має найкращі технічні характеристики серед розглянутих моделей — найбільший максимальний формат аркуша (740×1050 мм), найвищу швидкість друку (16 000 арк./год), найбільшу допустиму товщину задруковуваного матеріалу (1,2 мм) та можливість лакування як водно-дисперсійним, так і УФ-лаком в лінію з друком (рис 4.1).

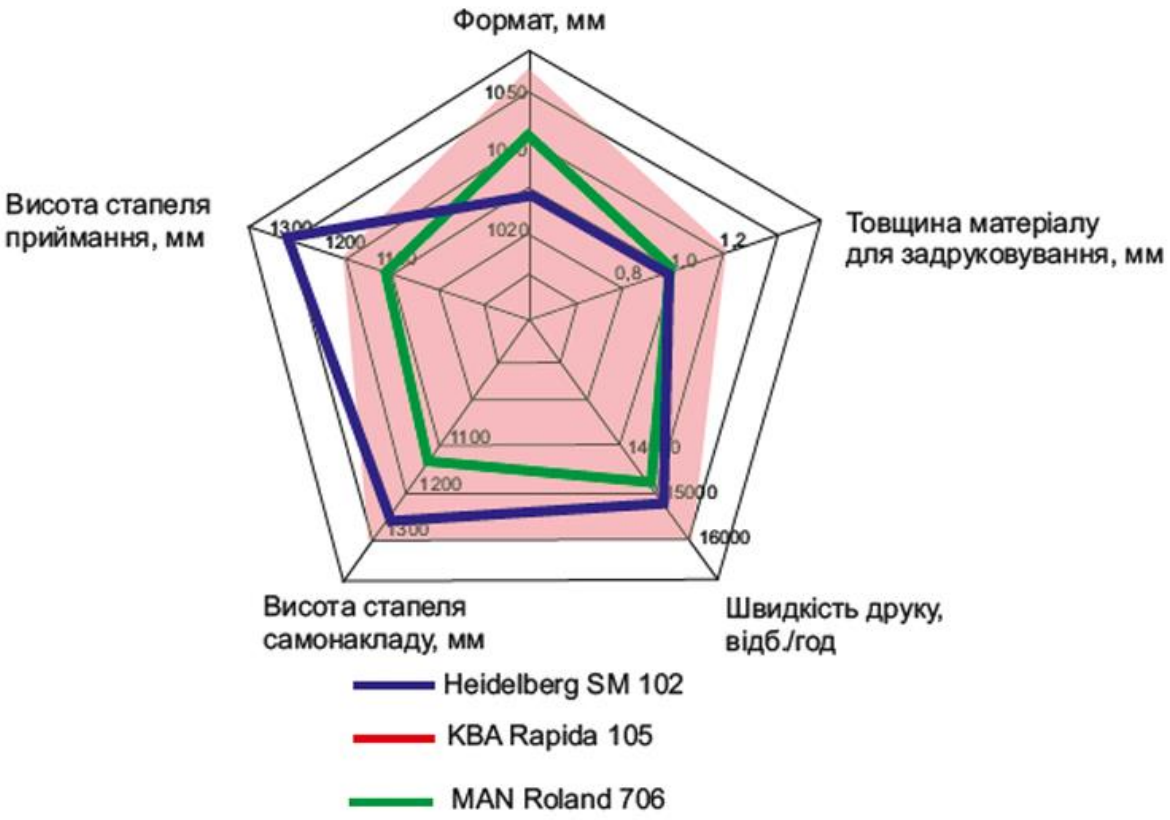

Рисунок 4.1 – Порівняння технічних показників аркушевих офсетних машин

KBA Rapida 105 — це аркушева офсетна машина широко розповсюдженого середнього формату, яка завдяки високій продуктивності та значному ступеню автоматизації вже в базовій комплектації дозволяє досягти високої рентабельності. Машина здатна задруковувати широкий діапазон матеріалів —

від цигаркового паперу до картону товщиною до 1,2 мм, а також мікрогофрокартон.

Особливістю машини KBA Rapida 105 є надзвичайно широкий спектр її опцій — вона може бути укомплектована всім необхідним для офсетного друку або подальшого облагородження продукції, включаючи систему перевороту аркуша, різні системи сушарок і лакувальних башт, автомати для зміни форм, пристрої для змивання, перфорації та нумерації. Завдяки сумісності з протоколами CIP3 та CIP4 машину можна інтегрувати до автоматизованої системи керування і передачі даних друкарні, що дозволяє спрямовувати дані додрукарської підготовки безпосередньо до машини для її автоматичного попереднього налагодження.

Формний і офсетний циліндри машини мають контактні кільця, а вмикання і вимикання натиску здійснюється у два етапи — завдяки цьому вже перший аркуш задруковується рівномірно, що знижує кількість макулатури при приладці. З пульта керування здійснюється моторна установка натиску між офсетним і друкарським циліндром, а також окружна, бічна та діагональна приводка. Шість форм змінюються за 3 хвилини, що суттєво скорочує час між замовленнями.

Висока точність растрової точки є відмінною характеристикою машин серії Rapida. Нижні модулі друкарських секцій виконані у вигляді цільного литва і є особливо віброустійкими, а суцільний кінематичний ланцюг між усіма секціями забезпечує тихий хід машини.

Для виготовлення друкарських форм на проєктованій дільниці застосовується CtP-пристрій зовнішньобарабанного типу з інфрачервоним лазером з довжиною хвилі 830 нм. Такі пристрої характеризуються невисокою частотою обертання барабана завдяки наявності численних лазерних діодів, високою продуктивністю та можливістю експонування великих форматів. Роздільна здатність сучасних формовивідних пристроїв становить 1200–5080 dpi, що дозволяє записувати зображення з лініатурою до 350 lpi. На проєктованій дільниці застосовується лініатура 175 lpi при роздільній здатності запису 2540 dpi

[18].Вибір машини KBA Rapida 105 обумовлений не лише її технічними перевагами, а й відповідністю розрахованій виробничій потужності дільниці. Згідно з вихідними даними проєкту, річна виробнича програма становить 1,45 млн м² друкованої продукції. Проведені розрахунки показали, що за швидкості друку до 16 000 арк./год, коефіцієнта використання обладнання та прийнятого режиму роботи підприємства одна друкарська машина KBA Rapida 105 забезпечує виконання запланованого річного обсягу продукції з необхідним резервом виробничої потужності. Крім того, формат машини 740×1050 мм дозволяє раціонально розміщувати на друкарському аркуші видання форматів А4 та А5, що знижує витрати паперу та підвищує економічну ефективність виробництва.

Таким чином, виходячи з результатів техніко-економічного порівняння обладнання та розрахунків виробничої програми, встановлено, що застосування аркушевої офсетної машини KBA Rapida 105 забезпечує необхідну продуктивність друкарської дільниці для випуску 1,45 млн м² продукції на рік при дотриманні вимог до якості друку, технологічної гнучкості та ефективності виробництва.

4.2. Допоміжне обладнання друкарської дільниці

Допоміжне обладнання друкарської дільниці забезпечує виконання підготовчих та післядрукарських операцій і є невід'ємною складовою виробничого процесу. До складу проєктованої дільниці листового офсетного друку входять паперорізальна машина, фальцювальна машина, лінія клейового безшвейного скріплення та пакувальне обладнання. Вибір конкретних моделей здійснювався з урахуванням продуктивності, відповідності форматам основного обладнання та технічних вимог до продукції.

Для різання паперу перед друком і обрізування готової книжкової продукції обрано одноножеву паперорізальну машину Polar 115 ED виробництва компанії Polar-Mohr (Німеччина).

Машина відповідає найвищим вимогам різання, забезпечуючи високу точність різу і простоту автоматизації процесів різальних робіт. Модель ED має централізований пульт керування різальною системою з алфавітно-цифровою клавіатурою та візуалізацією процесів налаштування, регулювання і програмування параметрів специфічних замовлень. Однією з переваг є можливість встановлення пристрою Autotrim 80 для автоматизації процесу видалення обрізків. Основні технічні характеристики наведені в таблиці 4.2 [18]

Таблиця 4.2 — Технічні характеристики машини Polar 115 ED [18]

Параметр	Значення
Довжина різу, мм	1150
Висота стопи, мм	165
Глибина стола, мм	1150
Товщина ножа, мм	13,75
Тиск притиску, кг	150–4500
Споживана потужність, кВт	4
Ширина (без стола подачі), мм	2330

Максимальна ширина різу 1150 мм відповідає максимальному формату аркуша друкарської машини KBA Rapida 105 (740×1050 мм) і забезпечує повне охоплення всіх форматів продукції дільниці.

Для фальцювання надрукованих аркушів у зошити книжкового блоку обрано касетно-ножову фальцювальну машину MBO T 500 виробництва компанії MBO (Німеччина). Машина забезпечує виконання паралельного, перпендикулярного та комбінованого фальцювання, що дозволяє формувати

зошити з 4, 8, 16 та 32 сторінок залежно від схеми спуску смуг. Максимальний формат аркуша на вході становить 520×740 мм, швидкість — до 15 000 аркушів на годину, що відповідає продуктивності основної друкарської машини. Машина оснащена мікропроцесорною системою керування з цифровою індикацією параметрів [19].

Для скріплення книжкових блоків з обкладинкою обрано автоматичну лінію КБС Muller Martini Prima виробництва компанії Müller Martini (Швейцарія). Лінія включає підбірний пристрій, фрезерувальний агрегат для обробки корінця блоку, клейовий апарат з гарячим клеєм та пристрій для приклеювання обкладинки. Продуктивність лінії становить до 3 000 книг на годину, діапазон обсягів — від 2 до 60 мм по корінцю, що охоплює весь асортимент книжкової продукції дільниці — від тонких брошур до повноформатних видань [20].

Для фінального пакування готової продукції застосовується напівавтоматична пакувальна машина з використанням стрейч-плівки Standart товщиною 15–17 мкм. Машина забезпечує формування рівних щільних пачок готової продукції, захищаючи її від механічних пошкоджень, пилу та вологи під час транспортування та зберігання.

Зведена характеристика допоміжного обладнання проєктованої дільниці наведена в таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 — Допоміжне обладнання дільниці листового офсетного друку [18, 19, 20]

Обладнання	Модель	Призначення
Паперорізальна машина	Polar 115 ED	Різання паперу та готової продукції
Фальцювальна машина	MBO T 500	Фальцювання зошитів книжкового блоку

Лінія КБС	Muller Martini Prima	Скріплення блоку з обкладинкою
Пакувальна машина	—	Пакування готової продукції

4.3. Організація роботи друкарської дільниці

Ефективна організація роботи друкарської дільниці є необхідною умовою досягнення запланованої потужності 1,45 млн. м²/рік при забезпеченні стабільної якості продукції. Організаційна структура дільниці базується на чіткому розподілі функцій між виробничими зонами, налагодженому матеріальному потоці та системному контролі якості на кожному етапі виробництва. Загальна схема організації наведена на рисунку 4.2.

Рисунок 4.2 - Схема організації роботи дільниці

На чолі дільниці стоїть начальник дільниці, який здійснює загальне планування виробничого процесу, розподіл замовлень між виконавцями, контроль дотримання технологічних регламентів та відповідає за виконання планових показників. Начальнику дільниці підпорядковані три основні виробничі зони — додрукарська, друкарська та постпресова — а також служба контролю якості.

Додрукарська зона забезпечує підготовку всіх матеріалів і друкарських форм перед початком друку. Основними операціями є виготовлення друкарських форм за технологією CtP на формовивідному пристрої з роздільною здатністю 2540 dpi, а також підготовка задруковуваних матеріалів — акліматизація паперу, перевірка якості та підрізання стопи на паперорізальній машині Polar 115 ED. Паралельно готується зволожувальний розчин з необхідними параметрами pH 4,8–5,5 та перевіряються фарби відповідно до замовлення. Виготовлені форми проходять обов'язковий вхідний контроль — перевірку відтворення растрових елементів і чистоти пробілів.

Друкарська зона є центральною виробничою ланкою дільниці. Режим роботи друкарської машини KBA Rapida 105 — двозмінний, що забезпечує максимальне завантаження обладнання. Перша зміна виконує приладку нових замовлень та друкує перші тиражі, друга зміна завершує розпочаті тиражі та виконує планове технічне обслуговування машини. Кожна зміна складається з друкаря та його помічника. Друкар несе відповідальність за якість відбитків, налаштування машини, підтримання водно-фарбового балансу та оперативний контроль тиражних відбитків кожні 15–20 хвилин [17].

Приладка машини на новий тираж включає встановлення форм, налаштування суміщення фарб, регулювання тиску між циліндрами та виведення пробних відбитків. Після затвердження пробного відбитка підписується контрольний аркуш, який слугує еталоном якості для всього тиражу. При друкуванні тиражу оператор регулярно порівнює поточні відбитки з еталоном і

контролює оптичну густину фарб за допомогою денситометра. У разі виявлення відхилень вносяться корективи у подачу фарби або зволожувального розчину.

Постпресова зона виконує завершальну обробку надрукованої продукції. Послідовність операцій визначається видом продукції: для обкладинок — лакування на УФ-лаковій секції машини або окремою операцією, потім різання; для книжкових блоків — фальцювання зошитів на машині MBO T 500, підбирання блоку та клейове безшвейне скріплення на лінії Muller Martini Prima, трирізне обрізування готового блоку та пакування у стрейч-плівку. Черговість виконання операцій планується таким чином, щоб мінімізувати час очікування між процесами і забезпечити рівномірне завантаження обладнання.

Склад матеріалів забезпечує безперебійне постачання виробничих зон папером, фарбами, зволожувальним розчином та витратними матеріалами. Запаси паперу підтримуються на рівні, що забезпечує роботу дільниці протягом не менше двох тижнів без поповнення. Папір зберігається в упакованому вигляді в умовах стабільної температури та вологості для запобігання деформації.

Служба контролю якості здійснює контроль на всіх трьох етапах виробничого процесу. На додрукарському етапі перевіряються якість друкарських форм та відповідність параметрів зволожувального розчину нормам. На друкарському етапі контролюються оптична густина фарб, точність приводки в межах ±1 мм, відсутність дефектів відбитків. На постпресовому етапі перевіряються точність різання, якість фальцювання та міцність клейового з'єднання. Вся документація з контролю якості фіксується у виробничих журналах, що дозволяє відстежувати відповідність продукції технічним вимогам протягом всього виробничого циклу.

Організація праці на дільниці передбачає чітке планування змінних завдань з урахуванням тривалості приладки, друкування та постпресової обробки кожного замовлення. Пріоритет надається замовленням з встановленим терміном здачі, а також тиражам, які потребують суміщення кількох паперів або спеціальних матеріалів. Ефективне планування виробничого потоку та злагоджена робота всіх

зон дільниці є запорукою виконання планової потужності 1,45 млн. м²/рік при збереженні високої якості друкованої продукції [21].

5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

5.1. Розрахунок капітальних витрат на організацію офсетної дільниці

Капітальні витрати на організацію друкарської дільниці листового офсетного друку включають вартість придбання основного та допоміжного обладнання. Перелік обладнання та його орієнтовна вартість наведені в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 — Перелік обладнання друкарської дільниці

№	Назва обладнання	Кількість, од.	Ціна за одиницю, тис. грн	Загальна вартість, тис. грн
1	Аркушева офсетна машина KBA Rapida 105	1	12 500,0	12 500,0
2	CtP-пристрій (зовнішньобарабанний)	1	1 800,0	1 800,0
3	Паперорізальна машина Polar 115 ED	1	980,0	980,0
4	Фальцювальна машина MBO T 500	1	650,0	650,0
5	Лінія КБС Muller Martini Prima	1	2 200,0	2 200,0
6	Пакувальна машина (напівавтомат)	1	120,0	120,0
Разом		6		18 250,0

Загальну вартість обладнання дільниці визначаємо за формулою (5.1) [22]:

$$К_{обл} = \sum_{i=1}^{n} Ц_i \cdot q_i \quad (5.1)$$

де $Ц_i$ — ціна одиниці обладнання і-го виду, тис. грн; q_i — кількість одиниць обладнання і-го виду, од.; n — кількість видів обладнання, од.

Підставляємо значення у формулу (5.1):

$К_{обл}$ = 12500,0 + 1800,0 + 980,0 + 650,0 + 2200,0 + 120,0 = 18250,0 тис. грн

Витрати на транспортування обладнання до місця встановлення визначаємо за формулою (5.2) [22]:

$$К_{трансп} = К_{обл} \cdot \frac{Н_{трансп}}{100} \quad (5.2)$$

де $К_{обл}$ — загальна вартість обладнання, тис. грн; $Н_{трансп}$ — норматив витрат на транспортування, % (приймається у розмірі 5 % від вартості обладнання).

Підставляємо значення у формулу (5.2):

$$К_{трансп} = 18250{,}0 \cdot \frac{5}{100} = 912{,}5 \text{ тис. грн}$$

Витрати на монтаж та налагодження обладнання визначаємо за формулою (5.3) [22]:

$$К_{трансп} = К_{обл} \cdot \frac{Н_{монт}}{100} \quad (5.3)$$

де $К_{обл}$ — загальна вартість обладнання, тис. грн; $Н_{монт}$ — норматив витрат на монтаж та налагодження, % (приймається у розмірі 10 % від вартості обладнання).

Підставляємо значення у формулу (5.3):

$$К_{трансп} = 18250{,}0 \cdot \frac{10}{100} = \mathbf{1\,825{,}0} \text{ тис. грн}$$

Загальну суму капітальних витрат на організацію офсетної дільниці визначаємо за формулою (5.4) [22]:

$$К = К_{обл} + К_{трансп} + К_{монт} \quad (5.4)$$

де $К_{обл}$ — вартість обладнання, тис. грн; $К_{трансп}$ — витрати на транспортування, тис. грн; $К_{монт}$ — витрати на монтаж та налагодження, тис. грн.

Підставляємо значення у формулу (5.4):

К = 18250,0 + 912,5 + 1 825,0 = 20987,5 тис. грн

Таким чином, загальна сума капітальних витрат на організацію дільниці листового офсетного друку потужністю 1,45 млн. м²/рік становить 20 987,5 тис. грн, з яких основну частку — 86,96 % — складає вартість придбання обладнання.

5.2. Розрахунок собівартості друкованої продукції

Норму витрат паперу на 1000 фарбовідбитків визначаємо за формулою (5.5) [22]:

$$Н_{пап} = \frac{1000 \cdot S \cdot m \cdot (1+К_{відх})}{n_ф} \quad (5.5)$$

де S — площа одного аркуша формату А4, м² ; m — маса 1 м² паперу, г/м² ; $К_{відх}$ — коефіцієнт технологічних відходів; $n_ф$ — кількість фарбовідбитків з одного аркуша.

Підставляємо значення у формулу (5.5):

$$Н_{пап} = \frac{1000 \cdot 0{,}0623 \cdot 90 \cdot (1 + К_{відх})}{1} = \mathbf{5886{,}8}\ г = 5{,}887\ кг$$

Вартість паперу на 1000 фарбовідбитків визначаємо за формулою (5.6) [22]:

$$В_{пап} = Н_{пап} \cdot Ц_{пап} \quad (5.6)$$

де $Н_{пап}$ — норма витрат паперу, кг; $Ц_{пап}$ — ціна паперу офсетного 90 г/м², грн/кг (приймається 85 грн/кг).

Підставляємо значення у формулу (5.6):

$В_{пап} = 5,887 \cdot 85 = 500,4$ грн

Норму витрат фарби на 1000 фарбовідбитків визначаємо за формулою (5.7) [22]:

$$Н_{пап} = 1000 \cdot S \cdot \rho \cdot h \cdot К_{пок} \quad (5.7)$$

де S — площа одного відбитка, м² ; ρ — густина фарби, г/см³ ; h — товщина фарбового шару, мкм; $К_{пок}$ — коефіцієнт покриття поверхні фарбою.

Підставляємо значення у формулу (5.7):

$Н_{фарб} = 1000 \cdot 0,0623 \cdot 1,2 \cdot 0,0002 \cdot 0,4 = 59,8$ г ≈ 0,060 кг

Вартість фарби на 1000 фарбовідбитків визначаємо за формулою (5.8) [22]:

$$В_{фарб} = Н_{фарб} \cdot Ц_{фарб} \quad (5.8)$$

де $Н_{фарб}$ — норма витрат фарби CMYK, кг; $Ц_{фарб}$ — ціна офсетної фарби, грн/кг.

Підставляємо значення у формулу (5.8):

$В_{фарб} = 0,240 \cdot 1200 = 288$ грн

Витрати на зволожувальний розчин та допоміжні матеріали (противідмарювальний порошок, змивні засоби) приймаються у розмірі 8 % від суми витрат на папір та фарбу і визначаються за формулою (5.9) [22]:

$$В_{доп} = (В_{пап} + В_{фарб}) \cdot \frac{Н_{доп}}{100} \quad (5.9)$$

де $В_{пап}$ — витрати на папір, грн; $В_{фарб}$ — витрати на фарбу, грн; $Н_{доп}$ — норматив витрат на допоміжні матеріали, %.

Підставляємо значення у формулу (5.9):

$$В_{доп} = (500,4 + 288,0) \cdot \frac{8}{100}$$

Годинну тарифну ставку друкаря визначаємо за формулою (5.10) [22]:

$$Т_{год} = \frac{З_{міс}}{Ф_{міс}} \quad (5.10)$$

де $З_{міс}$ — місячна заробітна плата друкаря, грн; $Ф_{міс}$ — місячний фонд робочого часу, год.

Підставляємо значення у формулу (5.10):

$$Т_{год} = \frac{28000}{168} = 166{,}7 \text{ грн/год}$$

Час на виготовлення 1000 фарбовідбитків визначаємо за формулою (5.11) [22]:

$$t = \frac{1000}{V_{друк}} \quad (5.11)$$

де $V_{друк}$ — продуктивність машини KBA Rapida 105, відб/год (приймається 14 000 відб/год з урахуванням коефіцієнта використання 0,875).

Підставляємо значення у формулу (5.11):

$$t = \frac{1000}{14000} = \mathbf{0{,}0714} \text{ год}$$

Витрати на оплату праці на 1000 фарбовідбитків визначаємо за формулою (5.12) [22]:

$$В_{оп} = Т_{год} \cdot t \cdot n_{роб} \cdot К_{соц} \quad (5.12)$$

де $Т_{год}$ — годинна тарифна ставка, грн/год; t — час виготовлення 1000 відбитків, год; $n_{роб}$ — кількість робітників на машині, осіб; $К_{соц}$ — коефіцієнт єдиного соціального внеску.

Підставляємо значення у формулу (5.12):

$В_{оп} = 166{,}7 \cdot 0{,}0714 \cdot 2 \cdot 1{,}22 = 29{,}1$ грн

Річну суму амортизації обладнання визначаємо за формулою (5.13) [22]:

$$А_{річ} = \frac{К_{обл}}{Т_{служби}} \quad (5.13)$$

де $К_{обл}$ — вартість обладнання дільниці, грн; $Т_{служби}$ — нормативний строк служби обладнання, років.

Підставляємо значення у формулу (5.13):

$$А_{річ}= \frac{18250000}{10} 1825000 \text{ грн/рік}$$

Амортизацію на 1000 фарбовідбитків визначаємо за формулою (5.14) [22]:

$$В_{ам}= \frac{А_{річ}}{Q_{річ}} \cdot 1000 \quad (5.14)$$

де $А_{річ}$ — річна сума амортизації, грн; $Q_{річ}$ — річний обсяг виробництва, фарбовідбитків.

Річний обсяг виробництва у фарбовідбитках при потужності 1,45 млн. м²/рік та площі аркуша 0,0623 м²:

$$Q_{річ} = \frac{1450000}{0,0623} \cdot 4 = 93100000 \text{ фарбовідбитків/рік}$$

Підставляємо значення у формулу (5.14):

$$В_{ам}= \frac{1825000}{93100000} \cdot 1000 = 19,6 \text{ грн}$$

Загальновиробничі витрати (електроенергія, оренда, обслуговування) приймаються у розмірі 120 % від витрат на оплату праці і визначаються за формулою (5.15) [22]:

$$В_{заг} = В_{оп} \cdot \frac{Н_{заг}}{100} \quad (5.15)$$

де $В_{оп}$ — витрати на оплату праці, грн; $Н_{заг}$ — норматив загальновиробничих витрат, %.

Підставляємо значення у формулу (5.15):

$$В_{заг} = 29,1 \cdot \frac{120}{100} = \mathbf{34,9} \text{ грн}$$

Повну собівартість 1000 фарбовідбитків визначаємо за формулою (5.16) [22]:

$$С = В_{пап} + В_{фарб} + В_{доп} + В_{оп} + В_{ам} + В_{заг} \quad (5.16)$$

де $В_{пап}$ — витрати на папір, грн; $В_{фарб}$ — витрати на фарбу, грн; $В_{доп}$ — витрати на допоміжні матеріали, грн; $В_{оп}$ — витрати на оплату праці, грн; $В_{ам}$ — амортизаційні відрахування, грн; $В_{заг}$ — загальновиробничі витрати, грн

Підставляємо значення у формулу (5.16):

С = 500,4 + 288,0 + 63,1 + 29,1 + 19,6 + 34,9 = 935,1 грн / 1000 фарбовідбитків

Аналіз структури собівартості свідчить про те, що найбільшу питому вагу займають матеріальні витрати — папір (53,51 %) та фарба (30,80 %), що загалом становить 84,31 % від повної собівартості. Це є характерним для поліграфічного виробництва і підтверджує матеріаломісткий характер офсетного друку.

5.3. Техніко-економічні показники офсетної дільниці

Річний обсяг виробництва у натуральних одиницях задано умовою проєкту і становить 1,45 млн. м²/рік. Для зручності аналізу перераховуємо його у фарбовідбитки за формулою (5.17) [22]:

$$Q = \frac{P}{S} \cdot n \quad (5.17)$$

де P — річна потужність дільниці, м²/рік; S — площа одного аркуша формату А4, м²; n — кількість фарб (n = 4).

Підставляємо значення у формулу (5.17):

$$Q = \frac{1450000}{0{,}0623} \cdot 4 = \mathbf{93100000}\ \text{фарбовідбитків/рік}$$

Річний випуск продукції у вартісному виразі визначаємо за формулою (5.18) [22]:

$$ВП = \frac{Q \cdot С}{1000} \quad (5.18)$$

де Q — річний обсяг виробництва, фарбовідбитків; С — собівартість 1000 фарбовідбитків, грн.

Підставляємо значення у формулу (5.18) [22]:

$$\text{ВП} = \frac{93100000 \cdot 935{,}1}{1000} = \mathbf{87\ 057\ 810}\ \text{грн} \approx \mathbf{87\ 058{,}0}\ \text{тис. грн}$$

Чисельність виробничих працівників дільниці при двозмінному режимі роботи становить 4 особи (2 друкарі та 2 помічники).

Продуктивність праці одного працівника визначаємо за формулою (5.19) [22]:

$$\text{ПП} = \frac{\text{ВП}}{\text{Ч}} \tag{5.19}$$

де ВП — річний випуск продукції, тис. грн; Ч — чисельність виробничих працівників, осіб.

Підставляємо значення у формулу (5.19) [22]:

$$\text{ПП} = \frac{87\ 058{,}0}{4} = 21\ 764{,}5 \text{ тис. грн/особу}$$

Фондовіддача характеризує ефективність використання основних виробничих фондів і показує, скільки гривень виробленої продукції припадає на одну гривню вартості обладнання. Визначаємо за формулою (5.20) [22]:

$$\text{ФВ} = \frac{\text{ВП}}{\text{К}_{\text{обл}}} \tag{5.20}$$

де ВП — річний випуск продукції, тис. грн; $\text{К}_{\text{обл}}$ — вартість обладнання дільниці, тис. грн.

Підставляємо значення у формулу (5.20) [22]:

$$\text{ФВ} = \frac{87058{,}0}{18250{,}0} = \mathbf{4{,}77}$$

Фондомісткість є оберненим показником до фондовіддачі і визначається за формулою (5.21):

$$ФВ = \frac{К_{обл}}{ВП} \quad (5.21)$$

де $К_{обл}$ — вартість обладнання дільниці, тис. грн; ВП — річний випуск продукції, тис. грн.

Підставляємо значення у формулу (5.21) [22]:

$$ФВ = \frac{18250,0}{87058,0} = 0,21$$

Строк окупності капітальних витрат показує, за скільки років капітальні вкладення відшкодовуються за рахунок прибутку від виробництва продукції. Рівень рентабельності приймаємо 20 % від собівартості, тоді річний прибуток визначаємо за формулою (5.22) [22]:

$$П = \frac{ВП \cdot R}{100} \quad (5.22)$$

де ВП — річний випуск продукції, тис. грн; R — рівень рентабельності, %.

Підставляємо значення у формулу (5.22):

$$П = \frac{87058,0 \cdot 20}{100} = 17\ 411,6 \text{ тис. грн}$$

Строк окупності визначаємо за формулою (5.23) [22]:

$$Т_{ок} = \frac{К}{П} \quad (5.23)$$

де К — загальна сума капітальних витрат, тис. грн; П — річний прибуток, тис. грн.

Підставляємо значення у формулу (5.23):

$$T_{ок} = \frac{20987,5}{17411,6} = 1,21 \text{ року} \approx 1 \text{ рік } 3 \text{ місяці}$$

Аналіз розрахованих техніко-економічних показників свідчить про високу економічну ефективність проєктованої дільниці. Строк окупності капітальних витрат становить близько 1 року і 3 місяців, що є значно меншим за нормативний показник для поліграфічної галузі (3–5 років). Фондовіддача на рівні 4,77 грн/грн підтверджує раціональне використання основних виробничих фондів. Висока продуктивність праці — 21 764,5 тис. грн на одного працівника — є наслідком значного рівня автоматизації виробничого процесу завдяки застосуванню сучасної друкарської машини KBA Rapida 105.

6. ОХОРОНА ПРАЦІ

6.1. Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів

Небезпечні та шкідливі виробничі фактори, що існують на підприємствах, за природою дії поділяються на групи: фізичні, хімічні, біологічні і психофізіологічні.

До групи фізичних факторів відносяться: рухомі машини та механізми; незахищені рухомі елементи виробничого обладнання, пересувні вироби, заготовки, матеріали; підвищена запиленість та загазованість повітря робочої зони; підвищена або знижена температура поверхонь обладнання, матеріалів; підвищена або знижена температура повітря робочої зони, підвищений рівень шуму, вібрації, інфразвукових коливань, ультразвуку; підвищений або знижений барометричний тиск в робочій зоні та його різка зміна; підвищена або знижена вологість повітря, його рухомість, іонізація повітря; підвищений рівень іонізуючих випромінювань в робочій зоні; небезпечний рівень напруги в електричному ланцюгу, замикання якого може відбутися через тіло людини; підвищений рівень статичної електрики, електромагнітних випромінювань; підвищена напруженість електричного і магнітного поля, відсутність або недостача природного світла; недостатня освітленість робочої зони; підвищена яскравість світла, знижена контрастність, пряма та віддзеркалена блисткість; підвищена пульсація світлового потоку, підвищений рівень ультрафіолетової та інфрачервоної радіації.

До групи хімічних факторів відносяться такі підгрупи:

1. за характером дії на організм людини – загальнотоксичні, діючі на центральну нервову систему, кров та кровотворні органи (сірководень, ароматичні вуглеводи, оксид вуглецю, бензол, наркотики, спирти, кофеїн та ін.); подразнюючі, тобто діючі на слизову оболонку очей, носа, верхні дихальні шляхи та легені, шкіряний покрив (пари лугів та, кислот, оксиди азоту, аміак, сірчаний ангідрид та ін.); сенсибілізуючі речовини, які після

відносно нетривалої дії на організм викликають підвищену чутливість до них, – наступна дія незначної кількості цієї речовини призводить до швидкого розвитку реакції, що спричиняє шкірні захворювання, астматичні явища, захворювання крові (ртуть, альдегіди, ароматичні нітро-, нітрозо- та аміноз'єднання); канцерогенні, які викликають утворення злоякісних ракових пухлин, – це широко застосовувані в гумовій промисловості продукти перегонки нафти, сажа, дьоготь, кам'яновугільна смола та інші; мутагенні, які викликають порушення генетичної клітини, що позначається на його потомстві (сполука ртуті та свинцю, оксид етилену);

2. за шляхом проникнення в організм людини – дихальні шляхи, шлунково-кишковий тракт, через шкіряний покрив.

До групи біологічних небезпечних та шкідливих виробничих факторів відносяться об'єкти, дія яких на працюючих викликає захворювання, – мікроорганізми (бактерії, віруси), спірохети (тваринні та рослинні).

Група психофізіологічних небезпечних та шкідливих виробничих факторів за характером дії ділиться на фізичні (статичні, динамічні, гіподинамічні) і нервово-психічні перевантаження, які виникають від розумової перенапруги, монотонності праці та емоційних факторів.

Шкідлива речовина – це речовина, яка при контакті з організмом людини в разі порушення вимог безпеки може викликати виробничі травми, професійні захворювання або відхилення в стані здоров'я, виявлені сучасними методами як в процесі роботи, так і в подальшому житті теперішнього і наступного поколінь.

Шкідливі (отруйні) речовини, які застосовуються в промисловості при неправильній організації праці, виробництва та певних профілактичних заходів, можуть надати шкідливого впливу на здоров'я людини, призвести до гострих або хронічних отруєнь та професійних захворювань. Гостра форма захворювань виникає при короткостроковому впливові на організм шкідливих речовин високої концентрації, хронічна – при довгостроковому впливі таких концентрацій шкідливих речовин, здатних накопичуватись в організмі.

Отруєння шкідливими речовинами можливе тільки при їх концентрації в повітрі робочої зони, що перевищує гранич-но допустимі концентрації (ГДК) шкідливих речовин.

ГДК – це такі концентрації, які при щоденній праці (окрім вихідних) протягом зміни і протягом всього трудового стажу не викликають у працюючих захворювань або відхилень в стані здоров'я як в період праці, так і в подальші строки життя теперішнього та наступних поколінь.

ГДК газів, пари, пилу і рівня забруднення повітря визначаються в гравіметричних показниках (мг/м^3), тобто за складом ваги шкідливої речовини в 1 м^3 повітря.

Робочою зоною є простір висотою до 2,0 м над рівнем ґрунту або площадки, на якій розміщені місця постійного або тимчасового перебування працюючих. Під постійним розуміють місце, на якому працюючий знаходиться більшу частину (понад 50% або більше 2,0 год. безперервно) свого робочого часу [23].

6.2. Вимоги безпеки під час офсетного друку

Офсетний друк належить до складних технологічних процесів поліграфічного виробництва, під час яких працівники взаємодіють із друкарським обладнанням, електротехнічними системами, хімічними речовинами та допоміжними матеріалами. У зв’язку з цим забезпечення безпечних умов праці є одним із найважливіших завдань організації виробництва. Основними небезпечними та шкідливими виробничими факторами в офсетному друці є рухомі частини друкарських машин, підвищений рівень шуму і вібрації, вплив електричного струму, несприятливий мікроклімат виробничих приміщень, а також наявність у повітрі робочої зони летких органічних сполук та аерозолів.

Значну небезпеку для працівників становлять друкарські фарби, зволожувальні розчини, змивки, розчинники та інші допоміжні матеріали, які містять органічні сполуки. Під час їх використання у виробничих приміщеннях можуть виділятися пари ізопропілового спирту, ацетону, толуолу, ксилолу та

інших речовин, здатних спричиняти подразнення слизових оболонок, головний біль, запаморочення, алергічні реакції та професійні захворювання. Для запобігання перевищенню гранично допустимих концентрацій шкідливих речовин необхідно забезпечувати ефективну роботу загальнообмінної та місцевої вентиляції. Особливо важливо організовувати локальне видалення забрудненого повітря безпосередньо в місцях використання летких хімічних речовин.

Під час роботи з друкарськими матеріалами персонал повинен застосовувати засоби індивідуального захисту. До них належать захисні рукавички, окуляри, спецодяг та, за необхідності, респіратори. Використання рукавичок дозволяє уникнути контакту шкіри з фарбами, розчинниками та змивними засобами, які можуть викликати дерматити та інші захворювання шкіри. Захисні окуляри застосовуються під час приготування зволожувальних розчинів, очищення друкарських секцій та роботи з хімічними реагентами.

Особливу увагу необхідно приділяти безпечній експлуатації друкарського обладнання. Сучасні офсетні машини мають значну кількість валиків, циліндрів, приводів та інших рухомих механізмів, які можуть стати причиною травмування працівників. Забороняється виконувати очищення, регулювання або технічне обслуговування обладнання під час його роботи. Перед проведенням будь-яких ремонтних робіт машина повинна бути повністю зупинена, відключена від джерел живлення та захищена від випадкового запуску. Усі небезпечні зони повинні бути обладнані захисними огородженнями, блокувальними пристроями та аварійними кнопками зупинки.

Важливим аспектом охорони праці є забезпечення електробезпеки. Друкарські машини оснащуються електродвигунами, системами автоматичного керування та сушильними пристроями, які працюють від електричної мережі. Для попередження ураження електричним струмом необхідно регулярно перевіряти справність ізоляції електрообладнання, наявність заземлення та роботу захисних пристроїв. Експлуатація обладнання з пошкодженими кабелями або несправними електричними компонентами не допускається.

У друкарських цехах необхідно підтримувати нормативні параметри мікроклімату. Температура, відносна вологість та швидкість руху повітря повинні відповідати санітарним вимогам для виробничих приміщень. Порушення мікрокліматичних умов не лише погіршує самопочуття працівників, а й негативно впливає на стабільність технологічного процесу друку. Для контролю параметрів мікроклімату використовують системи кондиціювання та вентиляції повітря.

У разі застосування ультрафіолетових технологій додатковим шкідливим фактором стає УФ-випромінювання. УФ-сушильні системи повинні бути обладнані захисними екранами та кожухами, які запобігають потраплянню випромінювання на працівників. Тривалий вплив ультрафіолетових променів може призвести до ушкодження органів зору та шкіри, тому необхідно суворо дотримуватися правил експлуатації такого обладнання.

Не менш важливими є вимоги пожежної безпеки. Значна частина друкарських матеріалів містить легкозаймисті компоненти, тому в друкарських цехах забороняється використання відкритого вогню та куріння. Запаси фарб, розчинників і змивних засобів повинні зберігатися в спеціально обладнаних приміщеннях із належною вентиляцією. Робочі місця необхідно забезпечувати первинними засобами пожежогасіння, а персонал повинен проходити регулярне навчання щодо дій у разі виникнення пожежі.

Обов’язковою умовою безпечної роботи є проведення вступного, первинного та періодичного інструктажів з охорони праці. Працівники повинні бути ознайомлені з технологічними інструкціями, правилами поводження з хімічними речовинами, вимогами електро- та пожежної безпеки. Регулярне навчання персоналу та контроль за дотриманням вимог охорони праці дозволяють значно знизити ризик виробничого травматизму та професійних захворювань у процесі офсетного друку [24].

6.3. Пожежна безпека на виробництві

Основною метою забезпечення пожежної безпеки є запобігання виникненню пожежі, обмеження її поширення та захист працівників і матеріальних цінностей від небезпечних чинників пожежі. Для цього на підприємстві повинна функціонувати система управління пожежною безпекою, яка передбачає проведення профілактичних заходів, навчання персоналу та контроль за дотриманням вимог пожежної безпеки.

Запобігання утворення горючого середовища повинно забезпечуватися одним із таких способів або їх комбінацією:

— максимально можливим за умов технології і будівництва обмеженням маси та/або об’єму горючих речовин, матеріалів і найбільш безпечних умов та за способом їх розміщення;

— підтриманням безпечної концентрації горючого середовища;

— достатньою концентрацією флегматизатора в повітрі обмеженого об’єму, що захищається, для доведення концентрації окислювача до значень, за яких горіння неможливе;

— підтриманням параметрів горючого середовища (температура, тиск, вологість тощо), за яких виникнення та поширення горіння виключено;

— ізоляцією горючого середовища від загального об’єму приміщення;

— розміщенням пожежонебезпечного устаткування в окремих приміщеннях або на відкритих майданчиках; 3 ДСТУ 8828:2019

— максимальною механізацією і автоматизацією технологічних процесів, пов’язаних з обігом горючих речовин;

— застосуванням пристроїв захисту технологічного обладнання з горючими речовинами від пошкоджень та аварій (автоматичне відключення, припинення подавання горючих речовин і матеріалів тощо)

Особлива увага приділяється організації шляхів евакуації. Евакуаційні виходи повинні бути постійно вільними, не захаращеними обладнанням, сировиною або готовою продукцією. Кількість та ширина евакуаційних шляхів

мають відповідати чисельності працівників і забезпечувати можливість швидкого та безпечного залишення приміщення у разі виникнення пожежі.

Для запобігання поширенню пожежі на виробництві застосовуються конструктивні та організаційні заходи. До них належать використання будівельних конструкцій із необхідними показниками вогнестійкості, встановлення протипожежних перегородок і дверей, обладнання приміщень системами димовидалення та забезпечення нормативних протипожежних відстаней між виробничими і складськими зонами. У місцях зберігання друкарських фарб, розчинників та інших горючих матеріалів необхідно підтримувати належний температурний режим і виключати можливість контакту речовин із відкритими джерелами вогню.

Електрообладнання друкарського цеху повинно регулярно проходити технічне обслуговування. Не допускається експлуатація несправних електроприладів, пошкоджених кабелів або перевантаження електромереж. Усі металеві частини обладнання мають бути заземлені відповідно до вимог електробезпеки.

Організаційні заходи пожежної безпеки передбачають призначення відповідальних осіб, проведення інструктажів, розроблення планів евакуації та навчання працівників діям у разі виникнення пожежі. Працівники повинні знати місця розташування первинних засобів пожежогасіння, аварійних виходів та порядок повідомлення пожежно-рятувальних підрозділів [25].

6.4. Санітарно-гігієнічні умови праці

Між підприємством та житловим районом створюється санітарно-захисна зона, тобто територія між місцями виділення в атмосферу виробничих шкідливостей та житловими чи громадськими будівлями, розміщеними у громадських місцях, ширина якої залежить від класу підприємств, виробництв і об’єктів (табл. 6.1). Санітарними нормами встановлено п’ять класів підприємств, виробництв і об’єктів в залежності від потужності підприємства, умов

технологічного процесу, характеру та кількості виділених в навколишнє середовище шкідливих речовин та речовин, що мають неприємний запах, чи шкідливих фізичних впливів, а також з урахуванням передбачуваних заходів щодо зменшення їх несприятливого впливу на довкілля.

Таблиця 6.1 — Ширина санітарно-захисної зони підприємств, виробництв і об’єктів [26]

Клас виробництва	I	II	III	IV	V
Ширина СЗЗ, м	1000	500	300	100	50

До першого класу, наприклад, відносяться потужні виробництва, пов’язані із виплавкою чавуну, сталі, кольорових металів та ливарні виробництва. До другого класу – менш потужні металургійні та ливарні виробництва, виробництво свинцевих акумуляторів; до третього класу – малопотужні металургійні та ливарні виробництва, виробництва кабелю, пластмас, будівельних матеріалів; до четвертого класу – виробництва металообробної промисловості та приладів електро-технічної промисловості і до п’ятого класу відноситься виробництва приладів для електротехнічної промисловості, будівельних матеріалів, стиснутих та зріджених продуктів розділення повітря і ін.

Санітарно-захисна зона чи її частина не може використовуватись для розміщення промислової площадки виробництв того ж класу шкідливості, до якого відноситься розширене підприємство. У межах санітарно-захисної зони дозволяється розміщувати менш шкідливі промислові підприємства, а також пожежні депо, санітарно-побутові підприємства, гаражі, склади та інше. Територія санітарно-захисної зони має бути впорядкована та озеленена.

Промислові підприємства, що виділяють виробничі шкідливості (гази, дим, кіптяву, пил, неприємні запахи, шум) не дозволяється розміщувати по

відношенню до житлового району з навітряного боку для вітрів переважного напрямку.

Генеральні плани промислових підприємств розробляють у відповідності до санітарно-гігієнічних вимог та вимог безпеки праці і пожежної безпеки, тобто передбачають запобіганню виникнення небезпечних чи шкідливих виробничих факторів, що перевищують гранично допустимі концентрації чи рівні в атмосферному повітрі населених пунктів і водойм, а також розповсюдження пожеж. При цьому враховується також натуральне провітрювання та освітлення. Площадка промислового підприємства повинна мати відносно рівну поверхню і нахил до 0,002% для стоку поверхневих вод.

За функціональним призначенням площадка підприємства розділяється на зони: перед заводську (за межами огорожі чи умовної межі підприємства), виробничу, підсобну і складську.

Забудова промислової площадки може бути суцільною або окремо розміщеними будівлями, одно- або багатоповерховими. Забороняється суцільна забудова із замкненим внутрішнім двором, бо в цьому випадку погіршується провітрювання та натуральне освітлення будівель.

Санітарні розриви між будівлями, що освітлюються через віконні прорізи, приймаються не менше найбільшої висоти до верху карнизу будівель, що розміщені навпроти.

Виробничі та складські приміщення можуть мати будь-яку форму та розміри, зумовлені виробничими вимогами, але, виходячи з санітарно-гігієнічних умов (освітлення, вентиляція), найбільш доцільні будівлі, що мають форму прямокутника. Конструкція виробничих будівель, число поверхів та площа обумовлюються технологічними процесами, категорії вибухопожежонебезпеки, наявністю шкідливих та небезпечних факторів.

Центральних вхід на територію підприємства слід передбачати з боку основного підходу чи під'їзду працівників. Територія підприємства повинна мати впорядковані пішохідні доріжки (тротуари) від централь-ного та додаткових

прохідних пунктів до всіх будівель і споруд. До будівель і споруд по усій їх довжині має передбачатись під'їзд поже-жних автомобілів.

До будівель передбачається підвод мереж електроенергії, водопоста-чання та каналізації.

Територія підприємства має бути озеленена, площа цих ділянок повинна складати не менше 10% площі підприємства.

Залежно від призначення будівлі і технології виробництва передбачають системи зовнішнього та внутрішнього водопостачання. В залежності від вимог технологічного процесу застосовують такі системи технологічного водопостачання: оборотну, повторного використання, охолодженої, дистильованої, пом'якшеної води та ін. Для скорочення розходу води на технологічні потреби слід застосовувати системи повторного та оборотного водопостачання.

Пристрої питного водопостачання (фонтанчики) рекомендується розміщувати у проходах виробничих приміщень, вестибюлях, кімнатах відпочинку, на відкритих площадках території підприємства і, як виняток, у виробничих цехах. Мережі господарчо-питного водопос-тачання мають бути відділені від мереж, що подають питну воду.

Норми розходу води на господарсько-питні потреби становлять 45 л у горячих цехах та 25 л на працівника в зміну у звичайних цехах.

Каналізація, що служить для відведення стічних вод, розділяється на виробничу, господарсько-фекальну та зливову. Каналізаційні системи складаються з приймальних пристроїв (лотки, раковини), каналізаційних мереж, станції перекачки, очисних споруд та допоміжних пристроїв.

Забороняється спуск господарсько-фекальних та виробничих стічних вод у поглинаючі колодязі, щоб запобігти забрудненню водоносних шарів грунту. На ряді підприємств здійснюється оборотна система водопостачання, при якій забруднена виробнича вода після очищення знову поступає для потреб технологічних процесів. Спуск незабруднених виробничих стічних вод

(наприклад, з системи охолодження) допускається у зливну каналізацію, що призначена для стікання атмосферних опадів.

Для багатьох підприємств допускається спуск стічних вод, що вміщують шкідливі речовини, після відповідної обробки, у міську каналізаційну мережі, якщо концентрація шкідливих речовин у суміші стічних вод підприємств та міських стічних вод не перевищує встановлених норм [26].

6.5. Охорона навколишнього середовища та утилізація відходів

Сучасний етап світового економічного розвитку супроводжується значним антропогенним навантаженням на довкілля. Недостатньо відповідальне використання природних ресурсів і прийняття короткострокових господарських рішень призводять до деградації екосистем, які формувалися протягом мільйонів років. Сьогодні екологічна система планети стикається з низкою серйозних загроз, серед яких парниковий ефект, зменшення концентрації кисню, руйнування озонового шару, кислотні опади, накопичення радіоактивних речовин, а також забруднення ґрунтів, води й харчових продуктів хімічними сполуками.

За даними міжнародних досліджень, однією з найгостріших екологічних проблем у розвинених країнах є утворення та накопичення твердих відходів. Історично найбільшу увагу приділяли контролю викидів у воду та повітря, тоді як тверді відходи часто просто вивозили на полігони або захоронювали, фактично усуваючи їх із поля зору без належної переробки.

Необхідність удосконалення системи поводження з відходами зумовлена такими тенденціями:

- постійне зростання обсягів твердих побутових відходів;
- ускладнення їхнього складу та збільшення частки небезпечних компонентів;
- негативне ставлення суспільства до традиційних звалищних методів;
- посилення законодавчих вимог щодо поводження з відходами.

Концепція 3R

Сучасний підхід до управління відходами базується на концепції «трьох R»:

- reduce (скорочення) – мінімізація утворення відходів;
- reuse (повторне використання) – повторне застосування виробів без значної обробки;
- recycling (переробка) – повернення матеріалів у виробничий цикл як вторинної сировини.

До основних потоків відходів, які підлягають переробці, належать папір і картон, скло, полімерні матеріали, металобрухт, а також використані шини.

Крім переробки у межах 3R, застосовуються інші підходи до відходів, які складно або економічно недоцільно повторно використовувати. До них належать змішані та органічні відходи, інертні матеріали та складні багатокомпонентні фракції.

Утилізація передбачає такі основні напрями:

- матеріальна утилізація – збереження властивостей матеріалу (наприклад, склобій, переплавлення металів);
- сировинна утилізація – перетворення відходів у вторинну сировину, подібну до первинної (наприклад, розщеплення полімерів);
- енергетична утилізація – отримання енергії шляхом спалювання;
- біологічне розкладання – природне або прискорене розкладання органічних матеріалів.

Сучасні методи утилізації поділяються на кілька великих груп. До термічних них належать спалювання, піроліз, газифікація та плазмова обробка. У результаті таких процесів утворюється синтез-газ, який може використовуватися для виробництва енергії або в хімічній промисловості.

Піроліз – це термічний розклад органічних речовин без доступу кисню. У процесі утворюються гази, смоли та твердий залишок (вуглець, сажа). Залежно від температури розрізняють низько-, середньо- та високотемпературний піроліз, що впливає на співвідношення кінцевих продуктів.

Газифікація полягає у перетворенні органічних матеріалів у горючий газ за участю повітря, пари або вуглекислого газу.

Механіко-біологічні методи передбачають розділення відходів на фракції з подальшою переробкою. Органічна частина може компостуватися, утворюючи добриво, а неорганічна – використовуватися для виготовлення вторинного палива або будівельних матеріалів.

Механічна підготовка відходів. До основних процесів належать подрібнення, сортування, класифікація, збагачення та ущільнення.

- Подрібнення здійснюється дробарками та млинами і дозволяє зменшити розмір частинок для подальшої обробки.
- Гранулювання, брикетування та таблетування застосовуються для ущільнення дрібнодисперсних матеріалів.
- Сортування та класифікація забезпечують розділення відходів за розміром і властивостями.
- Збагачення дозволяє виділити корисні компоненти за допомогою гравітаційних, магнітних, електричних і флотаційних методів.

4. Хімічні та фізико-хімічні методи

Одним із ключових є вилуговування – процес вибіркового розчинення компонентів у розчиннику. Його ефективність залежить від температури, концентрації реагентів і інтенсивності перемішування.

Застосовується для осадів і суспензій. Основні методи:

- фільтрування;
- центрифугування;
- гідроциклонна обробка;
- термічне та безреагентне зневоднення (заморожування, нагрівання, введення наповнювачів) [27].

ВИСНОВКИ

У дипломному проєкті розроблено друкарську дільницю листового офсетного друку потужністю 1,45 млн. м²/рік, призначену для виготовлення книжкової продукції та брошур форматів А4 і А5. За результатами виконаної роботи можна зробити такі висновки.

Листовий офсетний друк визначено як оптимальний спосіб для виробництва книжкової продукції тиражами від 500 до 50 000 примірників завдяки високій якості відтворення зображень, лініатурі растра 175 lpi, широкому діапазону задруковуваних матеріалів щільністю 80–420 г/м² та економічній ефективності при середніх і великих тиражах. За результатами порівняльного аналізу трьох моделей аркушевих офсетних машин як основне обладнання дільниці обрано KBA Rapida 105 з максимальним форматом аркуша 740×1050 мм, швидкістю друку до 16 000 арк./год та вбудованою лакувальною секцією.

Технологічний процес включає три послідовних етапи: додрукарський — підготовка макету у форматі PDF/X-4, виготовлення друкарських форм за технологією CtP з роздільною здатністю 2540 dpi; друкарський — приладка машини, друкування тиражу з контролем оптичної густини та точності приводки в межах ±1 мм; післядрукарський — УФ-лакування лаком Hi-Cure U 3890, різання, фальцювання, клейове безшвейне скріплення на лінії Muller Martini Prima та пакування готової продукції у стрейч-плівку.

До складу дільниці входять паперорізальна машина Polar 115 ED із довжиною різу 1150 мм, фальцювальна машина MBO T 500 продуктивністю до 15 000 арк./год, автоматична лінія КБС Muller Martini Prima продуктивністю до 3 000 книг на годину та напівавтоматична пакувальна машина. Підібране обладнання забезпечує повний виробничий цикл від різання паперу до пакування готової продукції.

Загальна сума капітальних витрат на організацію дільниці становить 20 987,5 тис. грн, з яких 86,96 % припадає на вартість придбання обладнання. Повна собівартість 1000 фарбовідбитків становить 935,1 грн, при цьому основну частку

витрат формують матеріальні витрати — папір (53,51 %) та фарба (30,80 %), що підтверджує матеріаломісткий характер офсетного виробництва. Річний випуск продукції у вартісному виразі складає 87 058,0 тис. грн, фондовіддача — 4,77 грн/грн, продуктивність праці одного працівника — 21 764,5 тис. грн/особу. Строк окупності капітальних витрат становить близько 1 року і 3 місяців, що є значно кращим за нормативний показник для поліграфічної галузі та свідчить про високу економічну ефективність проєкту.

Проаналізовано основні небезпечні та шкідливі виробничі фактори офсетного друку — рухомі частини обладнання, підвищений рівень шуму і вібрації, вплив летких органічних сполук і УФ-випромінювання. Визначено вимоги до застосування засобів індивідуального захисту, організації вентиляції, електробезпеки та пожежної безпеки. Встановлено, що поліграфічне підприємство відповідає V класу виробництва із санітарно-захисною зоною шириною 50 м.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Pathak J. The Study on Exploring the Evolution of Offset Printing in World / J. Pathak, P. Gunjal // International Journal of Advanced Research in Science, Communication and Technology. – 2025. – Vol. 5, Issue 3. – P. 127–128.
2. Загородній Р. С., Розум Т. В. Сучасні технології плоского офсетного друку зі зволоженням. Технологія і техніка друкарства. 2016. 48-51 с.
3. Govind, Sangeeta. An Investigation on the Offset Printing Machine & Technology. International Journal of Novel Research and Development. 2023. Vol. 8, Iss. 8. P. b967–b971.
4. Мельников О. В. Друкування на аркушевих офсетних машинах / ред. Е. Т. Лазаренко. Львів: Афіша, 1999. 15, 33-35 с.
5. Ольховик О. І. Розробка технології виготовлення каталогу чоловічого одягу : кваліфікаційна робота бакалавра зі спец. 186 «Видавництво та поліграфія». Харків: Харківський національний університет радіоелектроніки, 2024. 19–20 с.
6. Яценко. Л. О. Комплекс навчально-методичного забезпечення навчальної дисципліни "Проектування і розрахунки технологічних процесів підготовки та виготовлення видань" для студентів усіх форм навчання спеціальності 186 - Видавництво та поліграфія / ХНУРЕ ; розроб. Харків, 2017. – 66-68 с.
7. Stora Enso. Technical Specification – Offset Print Parameters : Appendix No. 2. 3 p.
8. Грабовський Є. М., Оленич М. М. Технологічні процеси видавничо-поліграфічної справи : навчальний посібник для студентів напряму підготовки 6.051501 "Видавничо-поліграфічна справа". Х. : ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2015. – 102-104, 109 с.
9. Розум Т., Зоренко О., Мельников О. та ін. Зволоження в офсетному друці: навч. посіб. Київ: НТУУ «КПІ імені Ігоря Сікорського», Вид-во «Політехніка», 2016. — 27-31, 38-45 с.

10. Шпак В. І. – Поліграфія: книга редактора : навчальний посібник : ДП «Експрес-об’ява», 2017. – 214-216 с.
11. Резцова А. О. Журнальне підприємство з дослідженням особливостей додрукарської підготовки оригінал-макетів : магістерська дис. на здобуття ступеня магістра Київ : «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», 2020. 21 с.
12. Ярова К. С. Розробка технології додрукарської підготовки журнального видання : кваліфікаційна робота бакалавра за спеціальністю 186 «Видавництво та поліграфія». Харків : Харківський національний університет радіоелектроніки, 2023. — 42–44 с.
13. Основні види друку. Виготовлення друкарських форм : лекція 5. Харків : Харківський національний економічний університет імені Семена Кузнеця, 2018. — 38–42 с.
14. Свідерський В. П., Грабовський Є. М., Дмитрієв С. І. Технології фотореєстраційних процесів : конспект лекцій для студентів напряму підготовки «Видавничо-поліграфічна справа» усіх форм навчання. Ч. 1. Харків : Вид. ХНЕУ, 2008. — 30 с.
15. Кляп М. М. Аналіз методів прогнозування якості офсетного друку. Збірник наукових праць. 2014. 132–138 с.
16. Яценко Л. О., Сєдих С. Д. Проблеми відтворення кольору під час офсетного друку // Молодіжна школа-семінар. — Харків : Харківський національний університет радіоелектроніки. — С. 104–105.
17. Офсетний друк: Навч. посібник: У 2-х кн. Кн. 1: Технологія та обладнання додрукарських процесів/ С. І. Мельнічук, С. М. Ярема. - К.: УкрНДІСВД: ХаГар, 2000. - 65 с.
18. Polar-Mohr. Polar 115 ED Schneidemaschine : технічний опис. Hofheim am Taunus : Polar-Mohr, 2010. 48 s.

19. MBO Group. MBO T 500 Folder : product specifications. Oppenweiler : MBO Postpress Solutions, 2018. 12 p.

20. Müller Martini. Prima Perfect Binder : технічна документація. Zofingen : Müller Martini AG, 2019. 24 p.

21. Вовк О. В. Організація виробничого процесу на поліграфічному підприємстві «ФОРМАТ-ХАРКІВ» // Поліграфічні, мультимедійні та web-технології. Інновації : монографія. – Харків : ТОВ «Друкарня Мадрид», 2022. –20-24 с.

22. Баб'як В. С. Розробка фірмового стилю НДІ «Лазерних технологій» : кваліфікаційна робота бакалавра за спеціальністю 186 «Видавництво та поліграфія» / Харківський національний університет радіоелектроніки. Харків, 2022. 55 60 с.

23. Основи промислової санітарії : робоча програма навчальної дисципліни для студентів спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» освітньо-кваліфікаційного рівня «молодший спеціаліст»: Любешівський технічний коледж Луцького НТУ, 2019. 7 с.

24. Tsukahara T. Control banding assessment of exposure of offset printing workers to organic solvents // Journal of Occupational Health. 2016. Vol. 58, No. 3. P. 314–319. DOI: 10.1539/joh.15-0324-BR.

25. ДСТУ 8828:2019. Пожежна безпека. Загальні положення. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2020. 2-5 с.

26. Зеркалов Д.В. - Охорона праці в галузі: Загальні вимоги. Навчальний посібник. – К.: «Основа». 2011. – 62 с. ISBN 978-966-699-631-5

27. Ніколаєва А. С. Екологізація поліграфічного виробництва : навчальний посібник. — Київ : Державний навчальний заклад «Центр професійної освіти інформаційних технологій, поліграфії та дизайну м. Києва», 2017. — 60–64 с.

[Технологічна схема]

[Компоновка обладнання]

					5ВПз.023.186.003.КО		
Змн.	*Арк.*	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Рибкіна Л. А.			Відомість дипломного проекту	Літ.	Арк. 92 / Аркушів 93
Перевір.		Черваков Д. О.					
Реценз.						ДВНЗ УДХТУ, каф. МВПВ, гр. 4-ВП-9	
Н. Контр.							
Затверд.							

[Основний вузол]

					5ВПз.023.186.004.ОВ		
Змн.	*Арк.*	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Рибкіна Л. А.			Відомість дипломного проекту	Літ.	Арк. 93 / Аркушів 93
Перевір.		Черваков Д. О.					
Реценз.						ДВНЗ УДХТУ, каф. МВПВ, гр. 4-ВП-9	
Н. Контр.							
Затверд.							