

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет Комп'ютерних наук
(повна назва)

Кафедра Медіасистем та технологій
(повна назва)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
Пояснювальна записка

рівень вищої освіти перший (бакалаврський)

Дослідження особливостей кольоровідтворення
на підприємстві ТОВ «Наргус»
(тема)

Виконав:
студент 4 курсу, групи ВПВПС-17-1

Поленок Д.В.
(прізвище, ініціали)

Спеціальність 186 Видавництво та поліграфія
(код і повна назва спеціальності)

Тип програми освітньо-професійна

Освітня програма
Видавничо-поліграфічна справа
(повна назва освітньої програми)

Керівник ст. викл. Чеботарьова І.Б.
(посада, прізвище, ініціали)

Допускається до захисту
Зав. кафедри МСТ

Дейнеко Ж.В.
(прізвище, ініціали)

2021 р.

Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет Комп'ютерних наук
Кафедра Медіасистем та технологій
Рівень вищої освіти перший (бакалаврський)
Спеціальність 186 Видавництво та поліграфія
Тип програми Освітньо-професійна
Освітня програма Видавничо-поліграфічна справа
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ:
Зав. кафедри МСТ _____
(підпис)
«07» червня 2021 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

студентові Поленку Денису Віталійовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Дослідження особливостей кольоровідтворення
на підприємстві ТОВ «Наргус»

Затверджена наказом по університету від 07 червня 2021р. № 787 Ст

2. Термін подання студентом роботи до екзаменаційної комісії 10 червня 2021 р.

3. Вихідні дані до роботи

Технологічний процес виготовлення гнучкого пакування флексографічним способом на ТОВ "Наргус"; статистичні дані щодо браку на ТОВ "Наргус"; національні та міжнародні стандарти оцінки якості поліграфічної продукції

4. Перелік питань, що потрібно опрацювати в роботі

1 Обґрунтування актуальності кваліфікаційної роботи; 2 Аналіз завдання на кваліфікаційну роботу; 3 Аналіз технологічного процесу на підприємстві ТОВ «Наргус»; 4 Засоби вимірювальної техніки; 5 Контроль кольоровідтворення на різних етапах виробництва на підприємстві «Наргус»; 6 Експериментальна частина; 7 Економічне обґрунтування роботи; Висновки; Перелік джерел посилання; Додатки

5. Перелік графічного матеріалу із зазначенням креслеників, схем, плакатів, комп'ютерних ілюстрацій (п. 5 включається до завдання за рішенням випускової кафедри)

Мета та задачі дослідження; Вихідні дані; Аналіз процесу контролю якості на виробництві; Основні дефекти на виробництві «Наргус» та їх аналіз; Процес флексодруку; Використання фарб в процесі флексодруку; Метрологічне забезпечення; Засоби вимірювальної техніки для контролю кольору; Додрукарська підготовка; Вплив формних процесів на якість кольоровідтворення; Контроль кольору у виробничому цеху; Методика контролю кольору на додрукарському етапі; Методика підвищення швидкості підбору фарби та рекомендації; Економічна частина; Висновки

6. Консультанти розділів роботи (п. 6 включається до завдання за наявності консультантів згідно з наказом, зазначеним у п. 1)

Найменування розділу	Консультант (посада, прізвище, ім'я, по батькові)	Позначка консультанта про виконання розділу	
		підпис	дата
Основна частина	ст. викл. Чеботарьова І.Б.		
Економічна частина	проф. Полозова Т.В.		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Обґрунтування актуальності теми, постановка задачі дослідження	07.06.21	
2	Аналіз завдання на кваліфікаційну роботу	07.06.21	
3	Аналіз технологічних процесів на підприємстві «Наргус»	08.06.21	
4	Аналіз засобів вимірювальної техніки	08.06.21	
5	Аналіз контролю кольоровідтворення на різних етапах виробництва на підприємстві флексодруку	08.06.21	
6	Експериментальна частина	08.06.21	
7	Аналіз результатів та розробка рекомендацій	09.06.21	
8	Економічна частина	09.06.21	
9	Оформлення пояснювальної записки	09.06.21	
10	Оформлення графічної частини	09.06.21	

Дата видачі завдання 07 червня 2021 р.

Студент _____
(підпис)

Поленок Д.В.

Керівник роботи _____
(підпис)

ст. викл. Чеботарьова І.Б.
(посада, прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка кваліфікаційної роботи: 75 с., 9 ч., 9 табл., 25 рис., 2 дод., 33 джерела.

ПАНТОН, ФЛЕКСОГРАФІЧНА ФАРБА, КОЛІР, КОЛЬОРОПРОБА, ФЛЕКСОДРУК, ДОДРУКАРСЬКА ПІДГОТОВКА.

Мета атестаційної роботи – аналіз особливостей відтворення кольору на флексографічному підприємстві «Наргус».

Об'єкт дослідження – основні етапи відтворення кольору на підприємстві «Наргус»; пантонні фарби, підготовлені до друку накладу; причини виникнення браку на підприємстві; особливості флексодруку.

В кваліфікаційній роботі описані основні технологічні етапи виготовлення гнучкого пакування в умовах діючого підприємства флексографічного друку ТОВ «Наргус». Проаналізовані вимоги стандартів щодо відтворення кольору на друкарських підприємствах. Обґрунтований вибір програмного забезпечення та обладнання, необхідного для виконання умов якісного кольоровідтворення на підприємстві «Наргус». Також зроблено аналіз процесу контролю якості на виробництві проаналізовано статистику браку на підприємстві «Наргус» та причини його виникнення; розглянуто особливості використання фарб в процесі флексодруку.

В експериментальній частині проаналізовано процес підготовки пантонних кольорів до друку тиражу; створено таблицю залежності відхилень пантонів на різноманітних матеріалах; розроблено методику підвищення швидкості підбору фарби та рекомендації щодо її застосування. Виконане економічне обґрунтування роботи.

РЕФЕРАТ

Пояснительная записка квалификационной работы: 75 с., 9 ч., 9 табл., 25 рис., 2 доп., 33 источника.

ПАНТОН, ФЛЕКСОГРАФСКАЯ КРАСКА, ЦВЕТ, ЦВЕТОПРОБА, ФЛЕКСОПЕЧАТЬ, ДОПЕЧАТНАЯ ПОДГОТОВКА.

Цель аттестационной работы – анализ особенностей воспроизведения цвета на флексографском предприятии «Наргус».

Объект исследования – основные этапы воспроизведения цвета на предприятии «Наргус»; пантонные краски, подготовленные к печати тиража; причины возникновения брака на предприятии; особенности флексопечати.

В квалификационной работе описаны основные технологические этапы изготовления гибкой упаковки в условиях действующего предприятия флексографской печати ООО «Наргус». Проанализированы требования стандартов воспроизведения цвета на полиграфических предприятиях. Обоснован выбор программного обеспечения и оборудования, необходимого для выполнения условий качественного цветовоспроизведения на предприятии «Наргус». Также сделан анализ процесса контроля качества на производстве; проанализирована статистика брака на предприятии «Наргус» и причины его возникновения; рассмотрены особенности использования красок в процессе флексопечати.

В экспериментальной части проанализирован процесс подготовки пантонных цветов к печати тиража; создана таблица зависимости отклонений пантонов на различных материалах; разработана методика повышения скорости подбора краски и рекомендации по ее применению. Выполнено экономическое обоснование работы.

ABSTRACT

The explanatory note of qualification work: 75 p., 9 pt., 9 tabl., 25 pic., 2 app., 20 references.

PANTONE, FLEXOGRAPHIC INK, COLOR, COLOR PROOF, FLEXO PRINTING, PRINT PREPARATION.

The purpose of the certification work is to analyze the peculiarities of color reproduction at the flexographic enterprise "Nargus".

The object of the study is the main stages of color reproduction at the enterprise "Nargus"; pantone inks prepared for print run; the reasons for the defect in the enterprise; features of flexographic printing.

The qualification paper describes the main technological stages of flexible packaging production in the conditions of the operating flexographic printing enterprise Nargus LLC. The requirements of standards for color reproduction at printing enterprises are analyzed. The choice of software and equipment necessary to fulfill the conditions for high-quality color reproduction at the Nargus enterprise has been substantiated. An analysis of the quality control process in production is also made; analysis of the statistics of marriage at the enterprise "Nargus" and the reasons for its occurrence; the features of the use of paints in the flexoprinting process are considered.

In the experimental part, the process of preparing pantone colors for print runs was analyzed; a table of dependences of deviations of pantones on various materials was created; a technique for increasing the speed of paint selection and recommendations for its application have been developed. The economic feasibility study of the work was completed.

ЗМІСТ

	С.
СКОРОЧЕННЯ, ВИЗНАЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ	9
ВСТУП.....	10
1 ОБҐРУНТУВАННЯ АКТУАЛЬНОСТІ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ	12
1.1 Аналіз процесу контролю якості на підприємстві «Наргус»	12
1.2 Основні дефекти, виявлені на виробництві.....	14
1.2.1 Дефект ламінації.....	14
1.2.2 Дефект кліше.....	14
1.2.3 Не попадання кольору в рамки відхилення dE_{2000}	16
1.3 Аналіз причин виникнення браку	17
1.4 Актуальність кваліфікаційної роботи.....	20
2 АНАЛІЗ ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ	22
3 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ НА ПІДПРИЄМСТВІ ТОВ «НАРГУС»	24
3.1 Технологічні інструкції з процесу флексодруку.....	24
3.2 Технологічні інструкції з використанням фарб в процесі флексодруку	27
3.3 Метрологічне забезпечення на підприємстві «Наргус»	29
4 ЗАСОБИ ВИМІРЮВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ	32
4.1 Переглядовий стіл	32
4.2 Спектрофотометри.....	34
4.3 Віскозиметри.....	38
5 КОНТРОЛЬ КОЛЬОРОВІДТВОРЕННЯ НА РІЗНИХ ЕТАПАХ ВИРОБНИЦТВА НА ПІДПРИЄМСТВІ «НАРГУС»	41
5.1 Відділ додрукарської підготовки.....	41
5.1.1 Особливості додрукарської підготовки макетів	41
5.1.2 Особливості відтворення кольоропроб	45
5.2 Особливості виготовлення кліше	49
5.3 Виробничий цех.....	51

6 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА	58
6.1 Кольороподіл дизайну	58
6.2 Профілювання.....	58
6.3 Друк кольоропроби та підготовка дизайну до друку.....	60
6.4 Особливість підготовки тріади та пантонної системи кольорів	62
6.5 Обґрунтування підготовки пантонів до друку тиражу.....	64
6.6 Рекомендації щодо підбору фарб для точного кольоровідтворення	66
7 ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ РОБОТИ.....	68
7.1 Характеристика науково-дослідницьких рішень	68
7.2 Розрахунок кошторисної вартості науково-дослідницької роботи.....	68
ВИСНОВКИ	74
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	75
ДОДАТОК А Таблиці рекомендованої оптичної щільності (D) та куту тону (H)	Error! Bookmark not defined.
ДОДАТОК Б Порівняння кольоропроби та тиражного відбитку.....	Error! Bookmark not defined.

СКОРОЧЕННЯ, ВИЗНАЧЕННЯ ТА УМОВНІ ПОЗНАКИ

PMS (Pantone Matching System) – стандартизована система відтворення кольорів, розроблена американською фірмою Pantone Inc.

Препрес – процес виготовлення електронних макетів поліграфічних виробів з використанням настільних видавничих систем.

Флексографія – це спосіб друку, який являє собою високий ротаційний друк, фарби закріплюються на різних (частіше – гнучких) матеріалах, з використанням еластичних друкарських форм.

ТЗ – технічне завдання.

ТК – технологічна карта.

Тріада – рекомендований для триколірної друку кольорового зображення комплект трьох основних фарб: жовтої, блакитний і пурпурової.

Профіль – файл, в якому записана інформація про колірне охоплення друкарського обладнання.

ВСТУП

Технологія флексографічного друку набирає все більше замовників у сфері друку гнучкої рулонної упаковки. Завдяки точному відтворенні кольору, стійкому зносу флексографічних форм, гнучкому налаштуванню обладнання – надає замовникам повну свободу керування процесу. Але з розвитком флексографії, створюються нові стандарти, які більш жорсткіші від тих що були.

Насамперед це стосується відтворення кольору під час друку будь-якого накладу. Замовник бажає незмінність кольору від накладу до накладу, щоб заохочувати замовників і відповідати технологічним стандартам, вдосконалюється як саме друкарське обладнання так і спосіб контролю кольору. За стандартом ISO 12647-2 від 2013 року, відхилення кольору за dE_{2000} повинно складати не більше 5. Виходячи з цього, підготовка фарби та її корекція – найважливіші процеси на друкарському підприємстві, оскільки саме на ці процеси припадає найбільше витраченого часу і матеріалів. Несерйозне ставлення до даної проблеми призводить до великої кількості браку, що в свою чергу веде до збитків і поганого іміджу підприємства перед замовниками.

Все це обумовило актуальність обраної теми кваліфікаційної роботи бакалавра – дослідження особливостей кольоровідтворення на підприємстві ТОВ «Наргус». Дослідження основних етапів виробництва гнучкого пакування на різних матеріалах в умовах діючого підприємства дозволить виявити основні проблеми щодо кольоровідтворення. Використання апаратних та програмних засобів забезпечить повне дослідження відтворення кольору на друкарському виробництві.

Використання набутих знань допоможе якісно підготувати фарбу на друкарське обладнання, віддрукувати тираж без проблем, які можуть виникнути не тільки на стадії приладки, але й в процесі друкування тиражу;

зменшити час на приладку друкарської машини та витрати матеріалу на друк;
зменшити кількість браку на підприємстві.

Завдання роботи передбачає таку послідовність дій:

- ознайомлення з найважливішими технологічними процесами відтворення кольору на флексографічному підприємстві;

- набуття теоретичних знань для дослідження властивостей фарби на надрукованому матеріалі, та загальних відомостей про флексографічну фарбу;

- аналіз браку на підприємстві «Наргус» та пропозиції щодо його усунення;

- ознайомлення з нормативно-технічною документацією на флексографічному виробництві, етапами і стадіями розробки друкованої продукції;

- набуття практичних навичок для підготовки фарби на флексографічному підприємстві;

- вивчення комплексу завдань, які вирішуються при дослідженні особливостей кольору на флексографічному підприємстві.

В економічній частині кваліфікаційній роботі необхідно розрахувати витрати на проведення дослідження, а також економічний ефект від застосування методики оптимізації підбору пантонів.

1 ОБҐРУНТУВАННЯ АКТУАЛЬНОСТІ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

1.1 Аналіз процесу контролю якості на підприємстві «Наргус»

Щорічно, підприємство «Наргус» випускає більше ста тисяч тон готової продукції. Відповідно такому великому обсягу продукції, підприємство намагається максимально контролювати якість продукції, що випускається. Згідно до цього, для підприємства, були поставлені такі цілі:

- постійно удосконалювати технологію виробництва, виконувати вимоги замовників та перевершувати їхні сподівання;
- проводити оптимізацію виробничих процесів і зниження витрат;
- вдосконалювати компетентність персоналу, проводити аудити з підвищення кваліфікації.

Завдяки дотриманню поставлених цілей, підприємство знижує відсоток браку продукції тим самим підвищує свої прибутки. Контроль готової продукції здійснюється відповідно до нормативно-технічної документації з оформленням Паспортів якості. Для контролю готової продукції різних характеристик матеріалів, лабораторія з контролю якості володіє такими приладами:

- прилад для тестування плівок на розрив;
- тестер для підбору оптимальних режимів пайки;
- термошафа;
- електронні ваги;
- мікрометри, тощо.

Також на підприємстві проводиться контроль напівфабрикатів на кожній стадії виробничого процесу:

- контроль додрукарської підготовки оригінал-макетів;
- контроль плівок для виготовлення фотополімерних друкарських форм;
- контроль фотополімерних друкарських форм;
- контроль виготовлення напівфабрикатів.

Завдяки такому жорсткому контролю продукції, підприємство намагається якнайбільше уникати браку продукції, але не зважаючи на це – повністю уникнути браку неможливо. Це пов'язано з великою кількістю параметрів. Дефекти, що призводять до браку продукції існують як на готовій продукції так і на напівфабрикатах. Тому було звернено до відділу з контролю якості для збору інформації щодо дефектів, які викликають брак продукції.

Відділ контролю якості виконує такі функції як збір даних щодо дефектів продукції, та розділяє їх на зразки, які відповідають процесу створення етикетки (таблиця 1.1).

Таблиця 1.1 – Зразки, зібрані в ході контролю процесів

Зразок	Момент відбору	Місце зберігання	Призначення
Під час друку	В кінці 1-ого віддрукованого рулону	Відділ контролю якості	Перевірка параметрів якості, отриманих при друці та зберігання у відділі
		Цех	Підтвердження якості приладки
		Відділ продаж	Підтвердження якості продукції
Готової продукції	При прорізці 1-ого рулону, після ламінації	Відділ контролю якості	Перевірка параметрів якості готової продукції та зберігання у відділі
		Цех	Підтвердження якості готової продукції

Оскільки відділ контролю якості аналізує та зберігає отримані дані, формує масив інформації (дані всіх процесів, зразки друку, готова продукція) по кожному тиражу і зберігає його протягом гарантійного терміну зберігання продукції – було зібрано відповідну інформацію про найбільшу кількість

певних дефектів на виробництві за якими з'являється брак продукції та відтворено подальший аналіз.

1.2 Основні дефекти, виявлені на виробництві

1.2.1 Дефект ламінації

Перший дефект на підприємстві було виділено деламінацію. Деламінація – відсутність адгезії до однієї із моноплівок. Частіше такий дефект неможливо побачити при ламінуванні, а лише тільки після певного часу (залежить від кількості шарів продукції).

Саме ламінування – це процес, який представляє собою з'єднання двох або більше моноплівок пакувального матеріалу за допомогою сполучної речовини. Як полотна-підкладки може використовуватися плівка, папір або алюмінієва фольга. Як правило, клейкі речовини наносять на менш абсорбуючу підкладку, після чого інше полотно притискають до неї для отримання дуплексного ламінату [1].

Для того, щоб ламінат міцно закріпився між полотном-підкладкою та надрукованим матеріалом, повинен бути витриманий технологічний вистій ламінату. Після закінчення процесу ламінування кожний рулон перед подальшою обробкою повинен бути витриманий в підвішеному стані протягом 24 годин при температурі не менше 30 С°. Тому побачити дефект деламінації можливо лише після 24 годин вистою.

1.2.2 Дефект кліше

Брак продукції може з'явитися в результаті виникнення різноманітних дефектів кліше. Існує безліч можливих дефектів, які можуть виникнути в результаті початку друку тиражу, або на етапі додрукарської підготовки. Більшість браку які виникають у зв'язку з дефекту кліше – недостатнє експонування друкарських елементів.

Щоб зменшити кількість браку на підприємстві «Наргус», виконується перевірка кліше за такими етапами.

1. Фотонегатив проглядається на відсутність різного роду пошкоджень.
2. Контроль оптичної щільності чорного і щільності вуалі. Якщо щільність чорного нижче 4 D або щільність вуалі вище 0,04 D, то фотоформа відповідає критеріям негативу [2].

3. Контроль лінійності. Для контролю лінійності виведення растрових полів проводяться вимірювання на чотирьох полях контрольної шкали негативу: 2, 25, 50 і 80%. У разі, якщо растрові поля 25, 50 і 80% відтворюються на негативі з відхиленнями більше, ніж 2-3%, оператор повідомляє про це у відділ додрукарської підготовки, де дизайнер, ведучий дане замовлення, приймає рішення про можливість використання негативу для виконання замовлення.

4. Візуальний контроль кліше. З використанням переглядового столу для ретуші з внутрішньою підсвічування, негатив проглядається на наявність різних дефектів: подряпин, дрібних дірок тощо. При необхідності проводиться ретуш за допомогою спеціального фломастера з чорнилом, що не пропускає ультрафіолетове випромінювання.

5. Перевірка лініатури і кутів растру.

6. Контроль потужності ламп для експонування. Навіть після виконання перевірки, дуже важко уникнути дефекту нерівномірного засвічення друкарських елементів на кліше. Відстежити потужність ламп для засвічування важко, оскільки підприємство має велику кількість замовлень щонеділі, але кількість експонованих форм щодня може змінюватися, що ускладнює процес контролю за експонуючими лампами. Тому рекомендовано приблизний термін життя ламп, за якими умовами вони засвічують якнайкраще: протягом трьох місяців.

Найголовнішою проблемою такого дефекту, після чого виникає брак друку – такий тип дефекту не може бути контрольований в повній мірі, оскільки брак може бути виявлений на початку друку тиражу.

1.2.3 Не попадання кольору в рамки відхилення dE_{2000}

Останній розглянутий брак на друці – це не попадання кольору в рамки відхилення dE_{2000} у процесі підготовки друкарського обладнання (приладки) до друку тиражу.

Для контролю правильності кольоровідтворення після отримання першого друкованого відбитка на приладці, робиться порівняння отриманого кольору з еталоном за допомогою спектрофотометра. Вимірюється відхилення кольору dE_{2000} і відхилення координат кольору ΔL , ΔC , ΔH .

Результат вважається задовільним за наступними допустимим відхиленням кольору, які наведені в таблиці 1.2. Контроль здійснюється за основними тріадними фарбами, а також на відповідність перевіряються і пантонні кольори.

Таблиця 1.2 – Колориметричні допуски для тріадних та спеціальних фарб

	Чорний	Блакитний	Пурпурний	Жовтий	Pantone
Допустиме відхилення	$L < 5$, $C < 3$	$H < 6$	$H < 6$	$H < 6$	$H < 8$
Зміна відхилень	$E_{2000} < 2$	$E_{2000} < 2$	$E_{2000} < 2$	$E_{2000} < 2$	$E_{2000} < 2$

В іншому випадку, за свідченнями спектрофотометра визначається ступінь відмінності і напрямок необхідного зміни кольору. Робиться додаткова прокатка пантона та проводиться його корекція за необхідності. При недостатній різниці допуску процедура повторюється. При досягненні необхідного результату, виводиться на друкарській машині повторний пробний відбиток і робиться повторне порівняння отриманого кольору з необхідним. Таким чином, коригування відбувається до тих пір, поки не буде отримано відтінок за допусками.

1.3 Аналіз причин виникнення браку

Після аналізу браку продукції на виробництві треба обґрунтувати вибір дефекту, потребуємого стандартизування. Оскільки були обрані найпоширеніші дефекти, з них треба обрати найбільш важливіший, який потребує більшої уваги. Для цього рекомендується використовувати статистичні методи, а саме діаграми Парето.

Побудова діаграми Парето починається з класифікації виникаючих проблем за окремими факторами. Після чого починається збір і аналіз статистичного матеріалу по кожному фактору, щоб з'ясувати, які з цих факторів потребують негайного усунення.

У прямокутній системі координат по осі абсцис відкладають рівні відрізки, відповідні даним факторам, а по осі ординат – величину їх вкладу в вирішувану проблему. При цьому порядок розташування факторів такий, що вплив кожного наступного фактору, розташованого по осі абсцис, зменшується в порівнянні з попереднім фактором (або групою факторів). В результаті виходить діаграма, стовпчики якої відповідають окремим факторам, що є причинами виникнення проблеми, і висота стовпчиків зменшується зліва направо. Потім на основі цієї діаграми будують кумулятивну криву [3].

Для того, щоб побудувати діаграму Парето, слід визначити проблеми, які необхідно досліджувати. Окрім описаних вище найбільш вагомих, для аналізу були додані інші менш важливіші дефекти, які призводять до браку продукції (за даними відділу контролю якості).

Проявлення DigiCap – особливість мікрорастрування, яку можна побачити лише у процесі друку та позбутись цього ефекту можливо підібравши анілоксовий вал нижчої лініатури.

Невідповідність профілей – особливий дефект, який з’являється лише в рамках підприємства «Наргус»; це фактор, завдяки якому, в одному тиражі друкуються схожі між собою макети з різними профілями. Проблема постає у неможливості друку тиражу, оскільки ідентичні макети мають різні відтінки – проблема вирішується вилученням з технічного завдання макету з невідповідним профілем.

Для побудови діаграми Парето запишемо у таблицю 1.3 всі дефекти, які будуть проаналізовані. В цій таблиці також вказуються такі дані: обраний дефект; кількість браку продукції за рік відповідно до дефекту; кількість збитків за рік у тисячах гривень (дані зібрані зі звітів за рік у відділі контролю якості).

Таблиця 1.3 – Кількість бракованої продукції за рік

Вид дефекту	Кількість за рік	Збитки за рік, тис. грн.
Перевищення норм за dE ₂₀₀₀	35	280
Деламінація	30	180
Погане засвічення кліше	25	88
Проявлення DigiCap	20	65
Невідповідність профілей	20	38
Інше	10	24
Всього	140	675

У стовпці накопиченої суми, створеної таблиці, підсумовуємо попередні значення накопичень. У відсотку браку обчислюємо: осередок, відповідний з видом браку, поділений на загальну кількість браку помноженого на 100%.

Проаналізуємо діаграму Парето за кількістю браку за рік, згідно табл. 1.4 та рисунку 1.1, також сумісно з браком за рік, проаналізуємо діаграму Парето за збитками за рік, згідно таблиці 1.5 та рисунку 1.2.

Таблиця 1.4 – Розрахунок кількості браку на підприємстві за рік

Вид дефекту	Кількість за рік	Накопичена сума	Процент браку	Накопичений процент
Перевищення норм за dE ₂₀₀₀	35	35	25	25

Деламінація	30	65	21	46
Погане засвічення кліше	25	90	18	64
Проявлення DigiCar	20	110	14	79
Невідповідність профілей	20	130	14	93
Інше	10	140	7	100
Всього	140		100	

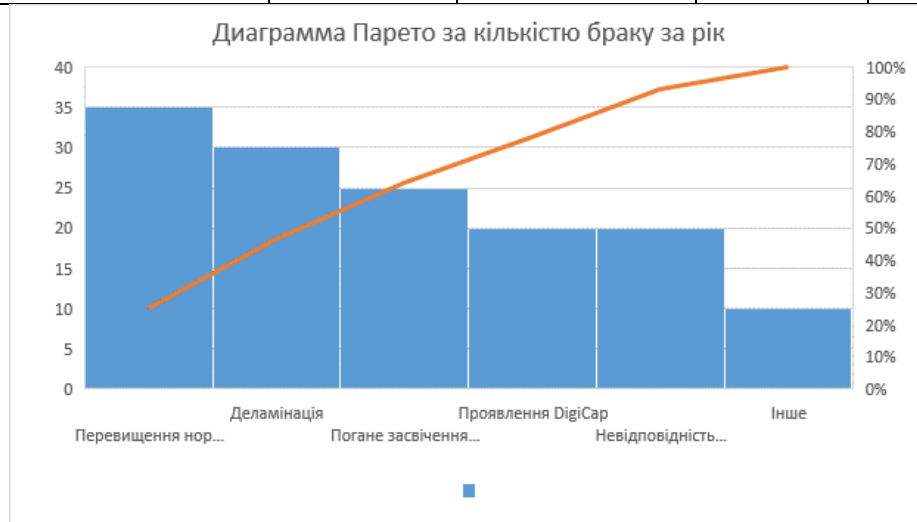


Рисунок 1.1 – Діаграма Парето за кількістю браку за рік

Таблиця 1.5 – Розрахунок кількості збитків на підприємстві за рік

Вид дефекту	Збитки за рік, тис. грн.	Накопичена сума	Процент браку	Накопичений процент
Перевищення норм за dE ₂₀₀₀	280	280	25	25
Деламінація	180	460	21	46
Погане засвічення кліше	88	548	18	64
Проявлення DigiCar	65	613	14	78
Невідповідність профілей	38	651	14	93
Інше	24	675	7	100
Всього	675		100	

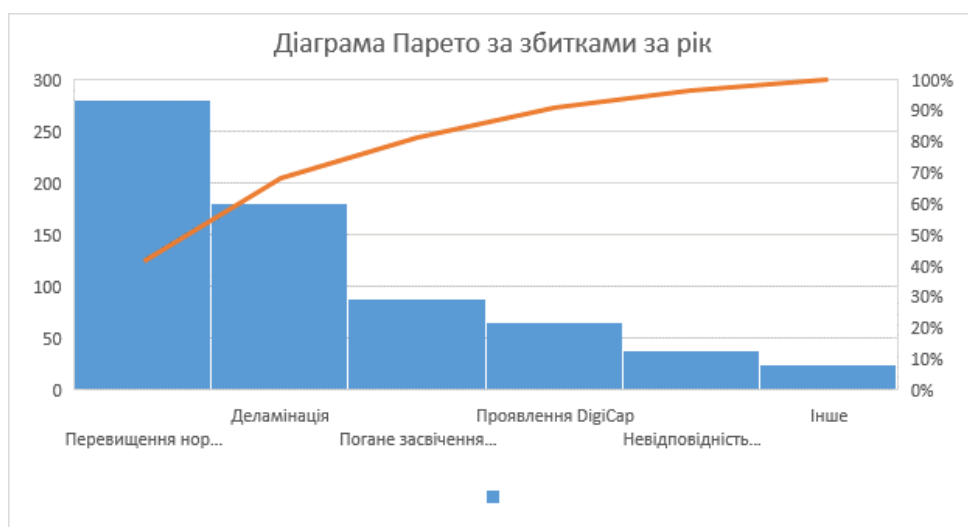


Рисунок 1.2 – Діаграма Парето за збитками за рік

Згідно даних, наведених на рисунку, проведемо ABC-аналіз і визначимо три групи, які мають три рівня важливості для управління якістю. До групи А визначимо дефект «Перевищення норм за dE_{2000} », оскільки він має найбільші показники, згідно діаграмам Парето, дефект треба усувати і він має найвищий пріоритет. До групи В визначимо дефект «Деламінації» та «Поганого засвічення» – дефекти з меншим пріоритетом. До групи С віднесемо всі залишені дефекти, які майже не впливають на збитки продукції – не мають суттєвого впливу.

Проаналізувавши діаграми Парето та зробивши ABC-аналіз, ми можемо зробити висновки, що контроль якості кольору на виробництві потребує нових рішень, тим самим тема дослідження кольору на підприємстві «Наргус» набуває актуальності.

1.4 Актуальність кваліфікаційної роботи

Флексографічний друк досить вимогливий – все залежить від характеристик фотополімерних форм, друкарських фарб або технічного обладнання, що використовується. При розробці макету для флексографічного друку необхідно враховувати всі перераховані вище параметри. Кожен матеріал вимагає індивідуального підходу, незалежно від того чи це папір, картон, плівка або комбінація матеріалів [4].

Технологія флексографічного друку досить не стандартизована. Відсутність єдиного стандарту для друку продукції не дозволяє гарантувати стабільність всіх ланок технологічного ланцюга, що обумовлює складність і часом неможливість впровадження систем управління кольором у поліграфічне виробництво. Цей фактор збільшує значимість якісного здійснення додрукарської підготовки макетів для досягнення максимальної точності їх відтворення способом флексографічного друку.

Проблеми з відтворенням кольору на відбитку може бути вирішено

завдяки стандартизації виробництва. Що і підтверджується на підприємстві «Наргус». Саме можливість стандартизувати процеси, які впливають на якість кольоровідтворення та на якість продукції в цілому і буде досліджено в експериментальній частині кваліфікаційної роботи бакалавра.

Будь-який етап підготовки макету до друку та відповідно сам процес друку на підприємстві підпорядковується внутрішнім розробленим правилам згідно досвіду та зовнішнім стандартам з друку. Тому розроблені рекомендації щодо покращання процесу кольоровідтворення можуть бути впроваджені на цьому виробництві. Все це і визначило актуальність теми, розглянутої в кваліфікаційній роботі.

2 АНАЛІЗ ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

В роботі необхідно проаналізувати відтворення кольору на підприємстві ТОВ «Наргус». Проведений аналіз дозволить передбачувати будь-яку поведінку фарби на різноманітних матеріалах, що прискорить приладку друкарського обладнання та полегшить корекцію фарби в разі непопадання.

Вихідними даними для дослідження є технологічний процес виготовлення гнучкого пакування флексографічним способом та статистичні дані щодо браку на ТОВ "Наргус".

У кваліфікаційній роботі бакалавра необхідно розглянути усі етапи відтворення кольору:

- розробка оригінал-макету поліграфічної продукції;
- відтворення особливостей дизайну;
- кольороподіл;
- кольоропроба;
- відтворення необхідного кольорового охоплення завдяки правильному використанню відповідної технології растрування;
- вибір правильних параметрів флексографічних фотополімерних форм та анілоксових валів;
- підготовка фарби до друку.

Для досягнення поставленої мети необхідно дослідити технологію відтворення кольору на підприємстві «Наргус» від розробки оригінал-макету до підготовки фарби до друку; розглянути особливості флексографічних фарб для друку на різноманітних матеріалах та розробити заходи для підвищення ефективності приладки тиражу.

Обґрунтування оптичних, фізико-механічних та реологічних властивості фарб здійснюється на основі аналізу теоретичного матеріалу за даною тематикою [5].

Завдяки розробленому аналізу необхідно розробити рекомендації щодо автоматизації підбору фарб пантонів для будь-якого матеріалу з необхідною точністю.

Для вирішення задач, поставлених в роботі, необхідна наступна експериментальна база:

- тиражі з наявністю декількох пантонів;
- різноманітні матеріали, на яких відбуватиметься тиражний друк на підприємстві;
- пігментні фарби, які використовуються для друкування накладу;
- прободрукарський станок для прокатки фарб;
- спектрофотометр;
- програмне забезпечення для обчислення різноманітних оптичних властивостей фарб;
- пантонне віяло.

3 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ НА ПІДПРИЄМСТВІ ТОВ «НАРГУС»

3.1 Технологічні інструкції з процесу флексодруку

На всіх етапах виробництва етикетко-пакувальної продукції відбувається контроль якості для кожної стадії створення упаковок або етикеток. Надання хорошої якості готової продукції це одна з головних завдань будь-якого підприємства, яка повинна бути дотримана для його конкурентоспроможності на українському ринку. Сучасні підприємств перевіряють якість продукції відповідно до своїх технічних інструкцій або зведенням правил, прийнятим керівництвом. І те й інше формується на підприємстві в процесі всього його становлення і розвитку, в ході роботи з певними матеріалами, устаткуванням формується список правил, з яким можна звіряти якість виробленої продукції (відповідає чи ні зазначеним нормам або правильності виконання тієї чи іншої операції).

Якість макету у великій мірі залежить від підготовки, виконаної на додрукарської стадії розробки макету. В свою чергу від характеристик матеріалу, обладнання, фарб залежить якість друку. Якість кінцевої друкованої продукції залежить від післядрукарської обробки.

Для того щоб аналізувати в повній мірі кольоровідтворення на підприємстві «Наргус», треба розібрати технічну документацію з найголовнішого процесу – флексографічного друку. Завдяки ознайомленню з технічною інструкцією, зможемо провести прямий зв'язок друку з контролю колірному тону у процесі друку.

За 1 годину до початку приладки тиражу, старший друкар отримує у начальника зміни:

- технічне завдання на друк тиражу (ТЗ);
- технологічну карту (ТК);

– зразки на приладку, завірені технологом (менеджером) або оригінал-макет (кольоропробу), завіреним замовником (менеджером), зразки кольорів.

На ТК має бути присутній підпис особи, яка перевірила правильність монтажу друкарських форм на формних валах. Друкар вивчає в ТЗ і ТК інформацію, що стосується монтажу кліше, фарб і добавок до них, процесу друку, а також всі примітки і рекомендації менеджера, дизайнера, технолога. У разі, якщо друкар виявляє помилку в ТК, чи вважає, що можна зробити зміни в технології друку, що дозволяють поліпшити якість друку або скоротити витрати час при переналагодженні і під час друку тиражу, він погоджує запропоновані зміни з технологом з друку (з повідомленням начальника зміни), а в його відсутність з начальником зміни. Будь-які зміни в технічному завданні повинні бути відображені в самому ТЗ і обов'язково узгоджені з представником технічного відділу.

На друкарські секції встановлюються анілоксові і формні вали (слівси) в порядку, зазначеному в технологічній карті технічного завдання. Формні вали встановлюються відповідно до напрямку друку, зазначеним у технологічній карті. Перед установкою анілоксових валів необхідно попередньо переконатися в їх чистоті. Чистий вал має світло-сірий колір, на ньому не повинно бути помітно видимих оком смуг. Якщо який-небудь з валів забруднений, його очищають за допомогою обладнання для мийки анілоксових валів відповідно до інструкції [6].

Старший друкар контролює результат роботи колориста по підготовці до друку. Під час цього контролю перевіряються:

- серії фарб, лаків, праймерів, залитих в бачки для фарб;
- розташування фарб по секціях;
- правильність підключення розчинників до секцій з різними фарбами;
- наявність зазначених в ТК добавок в фарбах або їх відсутність (уточняється у колориста);
- в'язкість фарб, лаків, праймерів;
- різні рівні визначення оптичної щільності.

Рулон матеріалу для друкування встановлюється на вузол розмотування. Перед установкою рулону на друкарську машину по бирці на рулоні і актам вхідного контролю визначається друкарська сторона матеріалу. Дані перевіряються додатково за допомогою тестових олівців або тестових рідин і контролюється активація матеріалу. При необхідності на приладженні викликається контролер ОКК для підтвердження правильності висновків. Лічильник метражу друкарської машини скидається на «0», та починається приладка тиражу – пробний друк. При виявленні дефектів друку вживаються заходи щодо їх усунення.

Також у процесі пробного друку перевіряється адгезія фарби. Адгезія характеризує якість зчеплення фарби з поверхнею матеріалу і залежить від поверхневого натягу (активації) поверхні матеріалу і властивостей фарби.

Якість адгезії визначається завдяки «скотч-тесту». Для тесту використовується липка стрічка шириною 10-40 мм виробництва «ЗМ». При цьому матеріал, віддрукований на оптимальних технологічних режимах (швидкість друку, температура сушіння тощо) вистоюється при температурі не менше 32 С° протягом 30 хв. На задрукований матеріал накладається смуга липкої стрічки, стрічку притискають вручну так, щоб видалити з-під неї бульбашки повітря. Потім стрічку відтягують назад під кутом, близьким до 180°. Величину адгезії визначають по трьох бальній системі:

- 3 бали – на стрічці немає слідів фарби (100% адгезія);
- 2 бали – на стрічці незначна кількість фарби (адгезія 85%-100%);
- 1 бал – сильне відшаровування фарби (адгезія менше 50%).

У процесі друку треба витримувати 100% адгезію. Цьому можуть сприяти налаштування друкарського обладнання, збільшення температури у сушках, збільшення в'язкості фарби тощо.

Можна зробити висновки, що процес підготовки друкарського обладнання та друк гнучкої продукції виконується за детально описаними стандартами і рекомендаціями в повній мірі. В результаті чого отримуємо

продукцію без браку, яка може конкурувати з іншими підприємствами, друкуючими гнучку-рулонну упаковку.

3.2 Технологічні інструкції з використанням фарб в процесі флексодруку

На даний час фарби для флексографічного друку зазнали значних змін. Найперші – анілінові фарби, що використовувалися в перших друкарських машинах флексографічного способу друку, були дуже токсичними, тому було вирішено знайти більш безпечніший склад фарби [7].

Партнерство з флексографії вирішило виконати прозору методологію дослідження анілінових фарб, які у складі мають сольвентно-базовані хімічні елементи. Ця методологія дозволила партнерам оцінити предмет потенційних ризиків, які вони представляють здоров'я людини та навколишнього середовища, а також щодо продуктивності та вартості [8].

Тому було розроблено фарби на водній та спиртовій основі, які менш токсичні для навколишнього середовища та людини. Основними компонентами будь-якої фарби на спиртовій основі є наступні [9]:

- барвник: пігменти або барвники, що використовуються для додання кольору або відтінку готовій фарбі;
- смола (транспортний засіб): основа чорнильної системи, що використовується для перенесення барвника та скріплення його з основою, як правило, виготовляється з різноманітних восків/лаків, вибраних за призначенням та кінцевими вимогами;
- розчинник: хімічна речовина, яка використовується зміни смоли в рідкий стан, обрана спеціально для роботи із смолою, яка використовується; розчинник також використовується як розріджувач для зменшення в'язкості;
- поверхнево-активна речовина: часто піногасник використовують для впливу на поверхневу енергію фарби;
- добавки: все інше, що потрібно включити до складу, щоб фарба працювала за призначенням – такі продукти, як віск, силікони тощо.

Всі фарби, що застосовуються в поліграфічній промисловості, мають такі оптичні властивості фарб, що дозволяють отримувати колір на відбитку. До них відносяться:

- колірний тон, світлина (яскравість);
- насиченість (чистота кольору);
- інтенсивність (створення фарбою заданого тону при певному її кількості на відбитку);
- прозорість (здатність барвистого шару пропускати світлові промені без зміни їх напрямку);
- здатність покриття (закриття кольору запечатуваної поверхні);
- блиск (дзеркальне відображення барвистим шаром світлових променів);
- світлостійкість фарб на відбитку (здатність фарби при тривалій дії світла не змінювати колірні показники).

Щоб не створювати кожен раз новий відтінок фарби, було вирішено використовувати тріаду фарб – СМУК. Колірна модель СМУК (також відома як технологічний колір, або чотири кольори) – це субтрактивна кольорова модель, заснована на кольоровій моделі СМУ, яка використовується в кольоровому друці, а також використовується для опису самого процесу друку. СМУК використовує 4 основні кольори: блакитний, пурпурний, жовтий та чорний [10].

В процесі флексографічного друку на підприємстві «Наргус» використовуються два види фарб: готова закупаювана фарба і виготовлена на «Станції змішання фарб». Фарби створені на основі сольвентно-водних фарб. На «Станції змішання фарб» базову тріадну фарбу (без освітлювача) необхідно готувати заздалегідь і складувати біля станції. На «Станції змішання фарб» пантонна фарба виготовляється безпосередньо перед тиражом, при відсутності її на складі зворотних фарб. Якщо на новий тираж необхідний пантон, формули якого немає в «базі даних формул InkMaker», то необхідно виготовити приблизний пантон, керуючись «пантонним віялом».

Для друку використовується фарба, попередньо витримана в робочому приміщенні не менше 12 годин на герметично закритому відрі і її промаркіроване відповідним написом. В процесі підготовки фарби на друкарські машини в неї додається прозорий зв'язуючий лак (освітлювач, технічний лак), розчинники і добавки. Спочатку нова фарба ретельно перемішується у відрі міксером (не менше 30 с.). Потім в необхідній кількості додається освітлювач і після перемішування – розчинник. Розчинник в фарбу завжди додається невеликими порціями при безперервному перемішуванні. Це необхідно щоб уникнути випадання пігменту в осадок і втрати фарбою друкарських властивостей. Найкращий результат виходить, якщо спочатку розчинник змішується з освітлювачем, а потім ця суміш додається в фарбу.

Під час приладки на друкованому відбитку вимірюються оптичні щільності $D_{\text{опт}}$ триадних фарб: С, М, У, К. Отримані значення порівнюються зі значеннями еталонного зразка або з зазначеними в довідковій таблиці значеннями (додаток А). Якщо $D_{\text{опт}}$ відрізняються в більшу або меншу сторону від табличних значень на величину, яка перевищує $\pm 0,05$, фарба корегується додаванням освітлювача або більш пігментованою фарби.

3.3 Метрологічне забезпечення на підприємстві «Наргус»

Метрологічне забезпечення є обов'язковим для всіх підрозділів підприємства, які беруть участь у виробництві продукції. Оскільки цьому забезпеченню контролюються: якість продукції, стандарти на підприємстві, узгодженість та налагодженість виробництва продукції. Система метрологічного забезпечення виробництва продукції включає в себе:

- засоби вимірювання;
- дії з отримання та аналізу вимірювальної інформації;
- обслуговування, ремонт та перевірку засобів вимірювальної техніки;

- метрологічний контроль і нагляд, здійснювані державними органами метрологічного нагляду.

Метою метрологічного забезпечення є надання необхідної і достовірної виміральної інформації з необхідною точністю для прийняття рішення про якість продукції:

- в технологічному процесі;
- при контролі якості сировини, матеріалів і готової продукції.
- основними завданнями метрологічного забезпечення є:
- забезпечення єдності і необхідної точності вимірювань;
- встановлення номенклатури вимірюваних параметрів і оптимальних норм точності вимірювань;
- своєчасне надання засобів виміральної техніки на повірку;
- дотримання вимог, норм і правил при виконанні заходів метрологічного забезпечення;
- здійснення контролю за станом і правильністю застосування засобів вимірювання.

Всі стандарти на підприємстві контролюються нормами, які зареєстровані у Єдиному реєстрі нормативно-технічної документації.

Нормативні посилання:

- Закон України «Про метрологію та метрологічну діяльність» від 5.06.2014 № 1314-VII (зі змінами);
- Закон України «Про технічні регламенти та оцінки відповідності» від 15.01.2015 № 124-VIII;
- ISO 9001 діє до: 2015 Системи управління якістю. Вимоги;
- ДСТУ 3021-95 Випробування та контроль якості продукції. Терміни та визначення;
- ДСТУ 2681-94 Метрологія. Терміни та визначення;
- Закон України «Про затвердження Порядку проведення повірки законодавчо регульованих засобів виміральної техніки, що перебувають в експлуатації, та оформлення її результатів» від 08.02.2016 №193 (зі змінами);

– ДСТУ ISO 10012: 2005 Системи керування вимірювання. Вимоги до процесів вимірювання та вимірювального обладнання;

– ДСТУ OIML D 16: 2008 Метрологія. Принципи забезпечення метрологічного контролю.

З огляду на зростаючі потреби в колориметрії високого дозволу для протяжних об'єктів, що змінюють свої властивості в часі, особливої актуальності набувають питання метрологічної достовірності результатів вимірювань. Так як цифрове зображення об'єкта має безліч реалізацій, основним завданням є зниження невизначеності відтворення кольору. Дане завдання може бути вирішена на основі детального аналізу всієї послідовності перетворень вимірюваної величини в програмно-апаратних середовищах для виконання умови забезпечення єдності вимірювань. При цьому першим кроком є специфікація вимірюваної величини, характеристика її дефінітивної невизначеності. Саме завдяки таким жорстким правилам, аналіз підбору фарб згідно різним матеріалам має найбільший пріоритет стандартизування на поліграфічному підприємстві.

4 ЗАСОБИ ВИМІРЮВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ

Якість поліграфічної продукції залежить не тільки від якості обладнання, але й від того, як будуть дотримуватися всіх технологічних установ і правил на підприємстві. Їхнє недотримання може призвести до зниження якості продукції, збільшення витрат, матеріалів, тощо. Однією з основних задач, що належить до стандартизації підприємства, це оснащення лабораторій, дослідницьких відділів, дизайн відділів, там де потрібно контролювати стандарти – необхідним вимірювальним обладнанням, для знаходження всіх можливих дефектів. Завдяки обладнанню, яке дозволить контролювати колір, підприємство позбувається від неоднозначних візуальних оцінок відтворення кольору.

4.1 Переглядовий стіл

Колір – це візуальне відчуття, яке є результатом взаємодії певного освітлення, що спостерігається і фізіологічного сприйняття спостерігача. Кожна людина сприймає візуально колір по своєму – це пов'язано з фізіологією людини. Світло проходить через зіницю, тоді кристалик фокусує його на задній стінці ока, покритої сітчаткою. У оці існують палички і колбочки, саме вони і відтворюють світ і перевертають його в нервові сигнали. Всього в оці розташовується близько 130 мільйонів паличок і 7 мільйонів колбочок. Розподіл рецепторів на сітківці нерівномірний: в області жовтої плями переважають колбочки, а паличок дуже мало; до периферії сітківки, навпаки, число колб швидко зменшується і залишаються одні тільки палички. Більш того у різних людей кількість колб різного типу може бути нерівним звідси кожна людина бачить різноманітні кольори по своєму. Колбочки, відповідають за сприйняття кольору, палички в свою чергу за сутінковий зір [11].

Коли світло падає на об'єкт, то частина світлового потоку поглинається пігментами, якими об'єкт забарвлений, а частина, відбиваючись, сприймається оком, викликаючи відчуття кольору. Таким чином, колір, який ми бачимо, визначається не тільки властивостями об'єкта, а й значною мірою характером освітлення.

Наприклад, при перегляді кольоропроб і відбитків, найсвітліші ділянки, які пропускають або відбиває велику частину світу, від джерела, здаються пофарбованими в колір світлового потоку, відбитого або пройшов через них. Природно, що світло впливає і на всі інші ділянки зображення, змінюючи його колірне сприйняття в цілому. Як правило, освітлення в офісі замовника і в друкарні сильно різняться, і кольоровий відбиток виглядає по-різному. Це може викликати невдоволення замовника, хоча з точки зору, наприклад, друкаря робота виконана бездоганно. Подібна проблема виникає також, коли кольорова продукція, призначена для використання в певних умовах освітлення (плакати для установки на вулиці, продукція для використання всередині приміщення, спеціалізована упаковка тощо), друкується без урахування цих особливостей [12].

Існує ряд досить простих рекомендацій, яких слід дотримуватися при виробництві кольорової продукції. Єдиний стандарт освітлення D50 (5000 K) повинен бути використаний на всіх етапах виробництва (рис. 4.1).



Рисунок 4.1 – Використання єдиного стандарту освітлення D50

Макети, або відбитки необхідно переглядати на спеціальних переглядових пристроях, що забезпечують рівномірне підсвічування знизу розсіяним світлом. З трьох сторін від макету повинна бути залишена освітлена область шириною не менше п'яти сантиметрів – вона служить еталоном білого кольору. Людське око є дуже точним інструментом, здатним розрізнити найменші колірні відмінності, але здатність адаптуватися до умов перегляду для отримання максимально хорошого зображення, в даному випадку є його недоліком. Тому необхідно залишати простір з білим світлом для порівняння або порівнювати одночасно два зображення. Навколишнє освітлення повинно бути рівномірним і принаймні вдвічі менш інтенсивним, ніж освітлення в області перегляду.

На підприємстві «Наргус» біля кожної друкарської машини та в дизайн-відділі стоїть переглядовий стіл, завдяки якому можна переглядати кольоропоби за однаковими умовами освітлення у кімнаті. Переглядовий стіл Etman Color view system (рис. 4.2), володіє перемикачами режиму світла, що дозволяє порівняти макет дизайну при різноманітних умовах освітлення [13]:

- D65 (6500 K) – середнє денне освітлення, що застосовується для візуального контролю в текстильній, пластикової, лакофарбової, але не в поліграфічній промисловості;

- D50 (5000 K) – денне світло з пропорційним розподілом енергії в червоних, зелених і блакитних зонах спектра, який використовується в даний час як стандартне джерело для візуальної оцінки відбитків, макетів дизайну. Відповідає стандарту ISO 3664;

- CW40 – ранкове або вечірнє світло, приблизно 8-9 або 18-19 год.

- A-30 – одна година після (або до) сходу (заходу) Сонця, приблизно о 6 або 20-21 год.

4.2 Спектрофотометри

Спектрофотометр – прилад, призначений для вимірювання відносин двох потоків оптичного випромінювання, один з яких – потік, що падає на досліджуваний зразок, інший – потік, що випробував ту чи іншу взаємодію зі зразком. Дозволяє проводити вимірювання для різних довжин хвиль оптичного випромінювання, відповідно в результаті вимірювань виходить спектр відносин потоків. Зазвичай використовується для вимірювання спектрів пропускання або спектрів відбиття випромінювання [14].



Рисунок 4.2 – Порівняння освітлення A-30(зліва) та D50 (справа)

Спектрофотометри можуть вимірювати майже все, включаючи рідини, пластмаси, папір, метал і тканини, і забезпечують узгодженість кольорів від першої творчої ідеї до доставки. Крива спектрального відбиття для кольору, виміряного спектрофотометром, називається «відбитком пальця» кольору.

Існує три основних типи спектрофотометрів. Вибір залежить від програми, функцій, і портативності. Спектрофотометри бувають різних розмірів – від портативних пристроїв до великих настільних пристроїв. Їх розділяють за такими типами [15].

Геометрія $0^{\circ}/45^{\circ}$ (рис. 4.3).

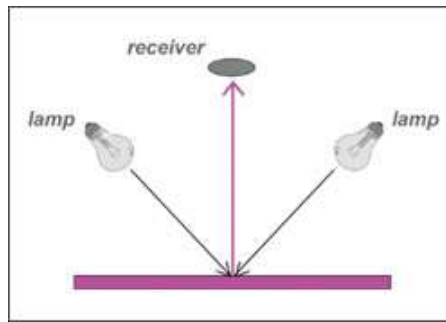


Рисунок 4.3 – Геометрія спектрофотометра 0°/45°

Цей спектрофотометр використовується найчастіше. Цей пристрій вимірює світло, що відбивається під заданим кутом до зразка, як правило, 45°, і може виключати блиск, щоб якомога краще імітувати сприйняття людським оком. Більшість з цих приладів використовуються для вимірювання кольору на гладких або матових поверхнях.

Сферична геометрія (рис. 4.4). Спектрофотометри зі сферичною геометрією можуть вимірювати світло, що відбивається від усіх кутів. Значення кольору розраховуються на основі вимірювань, які дуже схожі на колір, сприйнятий людським оком. Як правило, їх використовують для вимірювання кольору на структурованих поверхнях, таких як текстиль, килими та пластмаси, а також блискучих або дзеркальних поверхнях. Для замірів використовуються металеві кольори, набивні фольги та інші дуже блискучі поверхні.

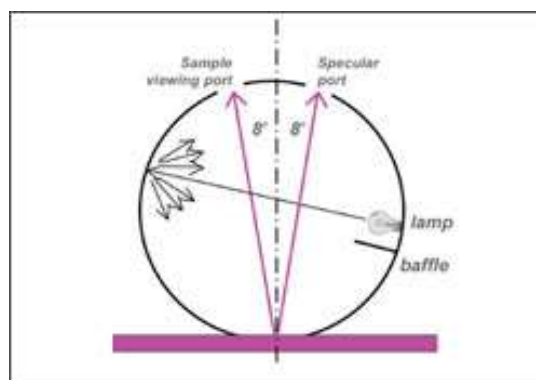


Рисунок 4.4 – Сферична геометрія спектрофотометра

Багатокутний спектрофотометр (рис. 4.5). Багатокутний спектрофотометр вимірює колір так, ніби ви обертаєте зразок, щоб переглянути кольори з

різних кутів. Наявні сьогодні багатокутові прилади використовуються для вимірювання пігментних кольорів за допомогою спеціальних покриттів та кольорів ефектів з добавками, такими як слюда та перламутровий блиск, наприклад, де використовуються лаки для нігтів.

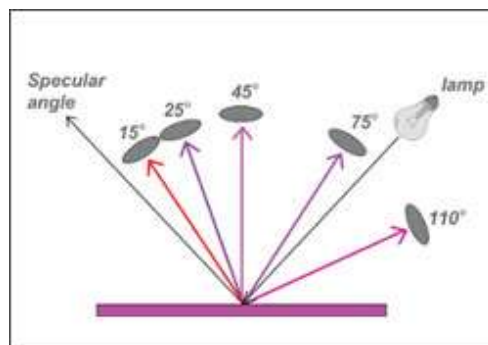


Рисунок 4.5 – Геометрія багатокутного спектрофотометру

На підприємстві «Наргус» використовується спектрофотометр Standard eXact. Standard eXact був спеціально розроблений для друку упаковки і є провідним на ринку спектрофотометром для перевірки кольору СМУК та спеціальних кольорових фарб. Він використовує інструменти, пов'язані з роботою, із стандартними кольоровими стандартами для поліпшення контролю над процесом друку та підключається до PantoneLIVE та NetProfiler, щоб максимізувати точність кольорів у процесі роботи. Пристрій пропонує можливість створення та управління стандартами та бібліотеками кольорів безпосередньо з пристроєм для покращення обробки плашкових кольорів. Він також забезпечує прямий та безперебійний доступ до найновіших бібліотек Pantone та стандартів PantoneLIVE за додатковою ліцензією [16].

На підприємстві спектрофотометр (рис. 4.6) використовується в основному для вилучення інформації щодо відмінності кольорів між собою, або інше кажучи обчислюється ΔE відхилення.



Рисунок 4.6 – Спектрофотометр Standard eXact

Завдяки тому, що пристрій розкладає світло на спектри, маємо можливість досліджувати будь-який колір в повній мірі – координати кольору, оптичну густину фарби, порівнювати колір з цифровою бібліотекою Pantone, порівняння за еталоном, тощо.

4.3 Віскозиметри

Контроль в'язкості для флексографічного друку надзвичайно важливий, тому що від в'язкості в значній мірі залежить швидкість висихання фарби, гарне сприйняття її задрукованою поверхнею, чіткість друку, відсутність забивання пробільних елементів друкарської форми. В'язкість фарби повинна дотримуватися постійної величини під час повного друку тиражу, так як розчинник випаровується і в'язкість фарби змінюється, що може привести до погіршення якості відбитків [17].

На підприємстві «Наргус» використовуються ручні віскозиметри типу ВЗП-4 (рис. 4.7), призначені для визначення умовної в'язкості лакофарбувальних матеріалів та відносних до них продуктів – ньютонівських або наближених до них рідини через зміну швидкості спливання рідини і поступової конвертації часу за спеціальними таблицями або за допомогою допоміжних засобів у абсолютних одиницях виміру в'язкості відповідно до ГОСТ 9070-75.



Рисунок 4.7 – Віскозиметр ВЗП-4

Процедура використання віскозиметру складається з таких етапів [18]:

а) температура навколишнього середовища повинна бути $(20 \pm 2) \text{ C}^\circ$, температура досліджуваної рідини $(20 \pm 0,2) \text{ C}^\circ$;

б) занурити віскозиметр в рідину, набрати повну чашу і підняти. За час піднімання віскозиметра почати відлік часу. Відлік часу потрібно зупинити, коли з'явиться розрив струменю рідини;

в) результатом випробовування слід рахувати середнє арифметичне значення часу відліку в секундах;

г) після закінчення дослідів, треба прочистити віскозиметр завдяки розчиннику для фарби.

Крім того, на підприємстві «Наргус» існує автоматичний віскозиметр, який встановлено на друкарському обладнанні. Віскозиметр виконано за принципом падаючого металевої кулі (принцип Геплера). Базовою концепцією є вимір витраченого часу на падіння кульки через заповнену зразком трубку, нахилену на певний кут. Трубка змонтована на шарнірній опорі, що дозволяє швидко повертати трубку на 180 градусів і практично негайно виконувати повторне випробування. Виконуються три виміри, і результатом є середнє час, необхідне для падіння кульки. За формулою для перетворення величина часу перекладається в значення остаточної в'язкості [19].

Спочатку колористом робиться замір в'язкості завдяки ручному віскозиметру, вже після, на друкарському обладнанні коригуються значення

в'язкості фарби. Під час друку обов'язково підтримувати в'язкість фарби в певних рамках, оскільки можуть виникнути проблеми з просиханням фарби, або її налипанню на задрукованому матеріалі.

5 КОНТРОЛЬ КОЛЬОРОВІДТВОРЕННЯ НА РІЗНИХ ЕТАПАХ ВИРОБНИЦТВА НА ПІДПРИЄМСТВІ «НАРГУС»

5.1 Відділ додрукарської підготовки

5.1.1 Особливості додрукарської підготовки макетів

З самого початку, як різновид високого друку, флексографія перетворилася на передову технологію і виросла, включаючи повнокольоровий друк численних виробів на будь-якому матеріалі. Сюди входять подарункова упаковка, паперові склянки, етикетки, коробки для морозива, поліетиленові пакетики для хліба, паперові тарілки з надрукованим папером, а також торгові та продуктові пакети. Як і в інших процесах друку, для відтворення повідомлення флексографія повинна починатися з ідеї та дизайну.

На підприємстві «Наргус» існує власний відділ додрукарської підготовки, де дизайнер, та в цьому ж обличчі й препрес-інженер, виконує підготовку макетів до друку. Дизайнер повинен мати розуміння, як проходить процес флексографічного друку щоб зрозуміти можливість використання тих чи інших елементів на макеті. Виходячи з можливостей друку, дизайнер повинен надати концепцію дизайну, яка дозволить друкарському обладнанню видати всі очікування замовнику [20].

Кількість кольорів, яке може сприймати середнє людське око набагато більше кількості кольорів, які можна відтворити на моніторах робочих станцій, друкарських машинах. Важливим ключем до розуміння управління кольором є наявність знайомство з поняттям колірної простору.

Цифрові фотоапарати і сканери записують зображення в кольоровому просторі RGB під час перевірки пристрої та установники плівок / пластин виводять зображення в інші кольорові простори такі як: CMYK, або

розширена гама (тобто CMYKOGV). Системи керування кольором (CMS) — це сукупність програмного забезпечення інструменти, які кількісно визначають і узгоджують кольорові відмінності серед моніторів, сканерів, пристроїв формування зображень, для забезпечення стабільного кольору протягом усього відтворення процесу.

У випадку, якщо відомі вихідні джерела (конкретне друкарське обладнання, матеріал) визначається до початку творчого етапу, дизайнер може зв'язатися з технологом та подати запит на кольоровий профіль. Оскільки на підприємстві «Наргус» технічне завдання попадає до технолога з друку, який аналізує можливу кількість фарб у дизайні – він дає свої поради до виготовлення макету та обирає профіль матеріалу. Після чого, препрес-інженери отримують файли від замовника, у розширеннях PSD або AI та починають підготовку макету.

Поділ кольорів – це процес, за допомогою якого оригінальні повнокольорові цифрові файли поділяються на окремі кольорові компоненти для чотирьохкольорового друку. Кожен елемент у файлі друкується у поєднанні чотирьох кольорів: блакитного, пурпурового, жовтого та чорного. Поєднуючи ці чотири кольори фарби, на друкованій сторінці можна отримати широкий спектр кольорів [21].

Кожне з чотирьох кольорових розділень наноситься на окрему друкарську форму і розміщується на одному циліндрі друкарської машини. Кожна формна пластина передає на матеріал зображення в одному з чотирьох кольорів. Кольори, які застосовуються як мініатюрні крапки, поєднуються, створюючи повнокольорове зображення.

На підприємстві «Наргус», розділення відбувається завдяки програмним забезпеченням Adobe Illustrator та Adobe Photoshop. Також існують дорожчі аналоги програмного пакету Adobe, наприклад: Esko. Завдяки Esko препрес-інженер не повинен: самостійно обирати трепінг на дизайні, автоматизований підбір розділення дизайну на тріадні кольори, тощо.

У відділі існують загальноживані рекомендації для створення макету без подальший проблем у друці:

- при наявності плашкових елементів, доцільно використовувати систему PMS (використання пантонів), замість накладенню тріади в певних пропорціях;

- градієнти повинні бути відтворені від 6-98%, при зменшенні відсотку растру, збільшується можливість «бруду» на задрукованому матеріалі;

- растри повинні бути безперервними, використовуючи мінімальний розмір точок 5% в найсвітліших областях;

- захоплення (трепінг) зазвичай становить 0,2-0,3 мм;

- по краях упаковки типу мішок слід залишити 5 мм недрукованого простору (долівки);

- логотипи та фігури повинні бути якісними, виконані одним кольором, бажано у формі векторної графіки.

Препрес-інженери використовують декілька варіантів усунення несуміщення флексографічних форм: оверпринт та трепінг.

Оверпринт – це режим, при якому один елемент накладається на інший без створення виворотки. Якщо оверпринт не включений, друк такого макета буде відбуватися таким чином: першою друкується плашка з вивороткою (не задрукованим простором) під букву «А», а потім в цю виворотку закарбована сама буква. Щонайменше несуміщення кольорів може призвести до того, що у літери з'явиться біла окантовка (рис. 5.1) [22].



Рисунок 5.1 – Приклад несуміщення кольорів плашки з вивороткою

Вирішити проблему несуміщення можна, включивши режим оверпринт на букву «А». В такому випадку, плашка під літерою буде надрукована без

виворотки, але тим самим колір букви «А» буде змінений, завдяки накладенню кольорів (рис. 5.2).



Рисунок 5.2 – Приклад використання оверпринту

Однак включений оверпринт, як спосіб уникнути несуміщення має безліч «підводних каменів». Наприклад, якщо напис в цьому макеті буде не чорною, а жовтою, то при включеному оверпринті кольору плашки і написи складуться, і буде отримано зелену букву «А».

Якщо включення оверпринту неприйнятне, існує ще один спосіб уникнути проблем при поєднанні кольорів. Це так звані «Кольорові пастки» або «trapping». При трепінгу кольори друкуються з нахлестом одного на інший. Найпростіші види трепінгу – це зовнішній і внутрішній трепінг. При внутрішньому (рис. 5.3) трепінгу виворотка під верхній об'єкт робиться менше, цього об'єкта, при зовнішньому трепінгу (рис. 5.4) навколо верхнього об'єкта створюється контур накладення на нижній об'єкт.



Рисунок 5.3 – Приклад внутрішнього трепінгу



Рисунок 5.4 – Приклад зовнішнього трепінгу

При бажанні замовника отримувати стабільний відтінок кольору використовують систему пантонних кольорів. Оскільки тон тріадних фарб змінюється з партією поставки – що не можливо контролювати, використовується саме система PMS.

Pantone Color System – це система відповідності кольорів, яка універсально використовується у багатьох галузях промисловості, зокрема поліграфії, графічному дизайні, фарбі та макіяжі [23].

Винайдена на початку 60-х років, система відповідності Pantone (PMS) дозволяє дизайнерам підбирати кольори до певних кольорів незалежно від процесу, який використовувався для її виготовлення. Це дозволяє компаніям призначати точний колір своєму бренду, знаючи, що він буде ідеально відповідати кожному додатку, для якого він використовується. Кожен колір у системі відповідності Pantone має власний унікальний номер (номер PMS), який дозволяє кожного разу точно збігатися.

Якщо компанія має основний або стандартний колір, такий як червоний, який потребує Coca-Cola, або синій Microsoft, він може бути легше відкоригований на друкарській машині. Різні процеси друку по-різному впливають на колір, але його номер не змінюється, що робить таку систему зручною за контролем і в підборі фарби. Важливим фактором використання пантонів є в тому, що не потрібно створювати 4 різноманітні форми для отримання кольору, а достатньо лише однієї форми, з одним кольором – тим самим обумовлюється точність та швидкість контролю кольору.

5.1.2 Особливості відтворення кольоропроб

Усі сторони, які беруть участь у створенні макету до друку, повинні узгодити процес і термінологію, що використовується для оцінки та передачі дизайну, включаючи колір. Зокрема, кожна кольоропроба, створена протягом

робочого процесу повинна бути чітко визначена, яку інформацію вона в себе несе:

- призначення кольоропроби;
- система чи пристрій, на якому вона була створена;
- чи було профільовано вихідний пристрій та який профіль було використано;
- придатність кольоропроби для візуальної оцінки кольору.

Існує декілька видів кольоропроб.

Концептуальна кольоропроба: поширена на ранніх стадіях етапу проекту. Вона використовується для збору вхідних даних від усіх партнерів у ланцюзі постачання під час проектування макету. Тому ця кольоропроба, як правило, не використовує кольоровий профіль і не використовується для відповідності кольору.

Кольоропроба кольорових цілей: являє собою ідеальний задум кольору дизайнера та замовника, незалежно від друку, процесу або здатності досягнути цей колір на друці. Деякі кольори в цій кольоропробі можуть бути недосяжними в остаточному етапі друку.

Профільована кольоропроба: відображує те, що замовник очікує від друку. Профільована кольоропроба представляє повний зміст і колір замовника, його очікування щодо кінцевого друкованого продукту і є основою для переговорів щодо виконання проекту. Це ілюструє, як очікується, що друковане зображення буде виглядати при відтворенні на певному друкарському обладнанні і є важливим інструментом контролю якості.

Для друкарського обладнання характерне найменше колірне охоплення і основна частина змінних в порівнянні з іншими беруть участь в технічних процесах з пристроями. Отже, друкарська машина стає фіксованою точкою відліку, з якої налаштовують інше обладнання.

Рекомендовано працювати тільки з офіційними профілями для стандартних умов друку, оскільки вони виступають еталонами для

кольоропроби та друкарського виробництва, але у випадку з «Наргус» – навпаки потрібно використовувати власні профілі, оскільки на підприємстві існує як друкарське обладнання так і інші ланки (наприклад монітор препрес-інженера) завдяки яким настає змога стандартизувати кольоровідтворення. Використання власних профілів для кольороподілу і кольоропроби на етапах додрукарського і друкарського процесах – невід'ємна умова стандартизованого поліграфічного технічного процесу. Переваги використання власних профілів на кольоропробі – прискорена приладка і скорочення рекламаций від замовників [24].

Не секрет, що розміри і положення в колірному просторі математичних (ідеальних) колірних моделей RGB і CMY ідентичні, відповідно вони мають однаковий колірний обхват. Однак реальні апаратно залежні RGB монітора або CMYK друкарського процесу істотно відрізняються від своїх ідеальних прототипів в силу недосконалості фарбувальних речовин і реальних джерел випромінювання, а також неминучих втрат енергії при проходженні забарвлених світлових променів через повітря або при їх відображенні від задрукованого матеріалу. Частково компенсувати цю недосконалість дозволяє система семифарбувального друку Opalitone Matching System (OMS).

Система Opalitone дозволяє розширити колірне охоплення відбитків за рахунок відтворення яскравих синіх, зелених і помаранчевих кольорів, які не можна отримати при тріадному друці, а також дає можливість мінімізувати застосування сумішевих фарб. Саме при введенні у макет пантонних кольорів, принтер, що друкує кольоропробу використовує не тільки тріаду фарб, а й ще додаткові опалтонні фарби для яскравості та точності відтворення пантонних кольорів.

Папір – це невід'ємний компонент системи цифрової кольоропроби та має величезний вплив на відтворення кольору принтером. Вибір паперу так само важливий, як і вибір принтера або програмного забезпечення [25].

На підприємстві для кольоропроб використовують кольоропробний папір EFI Proof Paper спеціально розроблений для імітації тиражного друку.

Відповідає друкарським паперам з Міжнародного стандарту ISO 12647-2, сертифіковано інститутом FOGRA. Унікальною особливістю кольоропробного паперу EFI є практично повна відсутність оптичних відбілювачів, які впливають на результати вимірювань кольору приладами, а також широкий колірний обхват, що покриває колірні охоплення всіх стандартизованих друкованих процесів.

Ще одна складова, яка впливає на точність кольоровідтворення – це растровий процесор – RIP.

RIP (Raster Image Processor) – процес або пристрій для перетворення зображень в придатний для друку формат. Основне завдання RIP перетворити вхідне зображення, описане, наприклад, мовою PostScript, в формат друкувального пристрою – растрове зображення з високою роздільною здатністю [26].

При використанні цифрової кольоропроби на базі растрового процесора і принтера, як правило, постає питання підтвердження коректності виготовленої кольоропроби. Для вирішення цього питання до складу кольоропробних рипів входить модуль верифікації. Верифікації, тобто перевірка і підтвердження точності кольоропередачі виготовленої кольоропроби.

Перевірка, як правило, проводиться за шкалою Ugra Fogra MediaWedge (рис. 5.5). Вимірювання полів цієї шкали порівнюються зі значеннями з вихідного ICC-профілю друку і перевіряються на відповідність допускам стандарту ISO 12647-7 (рис. 5.6).

За результатами перевірки можна віддрукувати звіт або етикетку, що підтверджують коректність кольоропроби та відповідність зазначеним допускам.



Рисунок 5.5 – Шкала Ugra Fogra MediaWedge

Colorimetric summary according to DIN ISO 12647-7			
Approved by:	-	Proof profile:	-
Reference data:	-	Proofing system:	-
Reference profile:	-	Measuring device:	-
Printer:	-	Date/Time:	10.09.2007 3:38:14 PM
Criteria	dE/dH	Tolerance	Status
Cyan	3.14 dE	5.00	Passed
Magenta	3.71 dE	5.00	Passed
Yellow	2.89 dE	5.00	Passed
Black	1.27 dE	5.00	Passed
Paper white	0.75 dE	3.00	Passed
Max. average all patches	2.68 dE	3.00	Passed
Max. peak all patches	4.66 dE	6.00	Passed
Hue diff. Max. average gray	0.14 dH	1.50	Passed
Hue diff. Max. average gray	1.75 dH	2.50	Passed
Tone value diff.	2.09 %	5.00	Passed

PASSED

Рисунок 5.6 – Зразок виготовлення етикетки перевірки

5.2 Особливості виготовлення кліше

Флексографічна друкарська форма (ФДФ) – багатошарова еластична форма високого друку, виготовлена з еластомерів (наприклад, гуми або фотополімерів). Завдяки еластичності друкарських форм можна друкувати при невеликому тиску практично без приправи на різних матеріалах: папері, фользі, целофані, поліетилені і інших синтетичних плівках [27]. При цьому – незначний тиск друкування забезпечує високу тиражестійкість друкарських форм (до декількох мільйон відбитків.), а малов'язкі фарби, які швидко закріплюються, дозволяють друкувати багатофарбову продукцію при високих швидкостях (до 260 км/год). Друкарські форми повинні мати певні пружноеластичні властивості, бути стійкими до розчинників, що знаходяться в фарбі, і мати мінімальну деформацію в процесі друкування.

На підприємстві «Наргус», для створення флексографічної форми використовується технологія «Flexcel NX». Технологія застосовується для фотоформ з термочутливою багатошаровою плівкою, які розроблені

компанією KODAK – KODAK Flexcel NX 830 Thermal Imaging Layer [28]. На цих фотоформах записується негативне зображення. Після запису зображень, плівку прикочують до звичайної аналогової форми за допомогою ламінатору.

Технологія «Flexcel NX» вирішує проблему окислення. Для нанесення зображення на фотополімерну пластину в системі Flexcel NX використовується спеціальна плівка KODAK TIL, яка ламінується до фотополімерної пластини на спеціальному ламінаторі. Данна технологія повністю виключає вплив кислоти на фотополімерний шар у процесі експонування. Сформоване в результаті прямого експонування зображення на фотополімері в точності повторює зображення, сформоване на плівці KODAK TIL, при цьому поверхня растрових точок має абсолютно плоску форму.

Технологія «Flexcel NX» вирішує проблему недостатньої оптичної щільності. Для збільшення оптичної щільності, вимкнення «сивини» на плашках та растрах у системі «Flexcel NX» застосована інноваційна технологія растрування «Kodak DigiCap NX».

Програмно-апаратна функція «DigiCap NX» формує на всій поверхні друкарської форми зернистого мікрорельєфу (5x10 мкм), підвищуючи фарбоперенос та якість друку у всіх тональних зонах, включаючи плашки. Застосування даної функції не лише забезпечує відсутність ефекту «сивини» на плашках, але і суттєво збільшує кольорове охоплення, забезпечує якісне відтворення деталей у контрастних кольорах. На підприємстві використовують дві технології растрування DigiCap (рис. 5.7): standart, advanced. Завдяки технології standart, растрові елементи кліше відтворюються з особливою формою конуса, що дозволяє відтворювати найскладніші растрові «розтяжки». В свою чергу, технологія advanced відтворює якнайкраще плашкові елементи, завдяки своїй особливій формі зрубленого конуса [29].

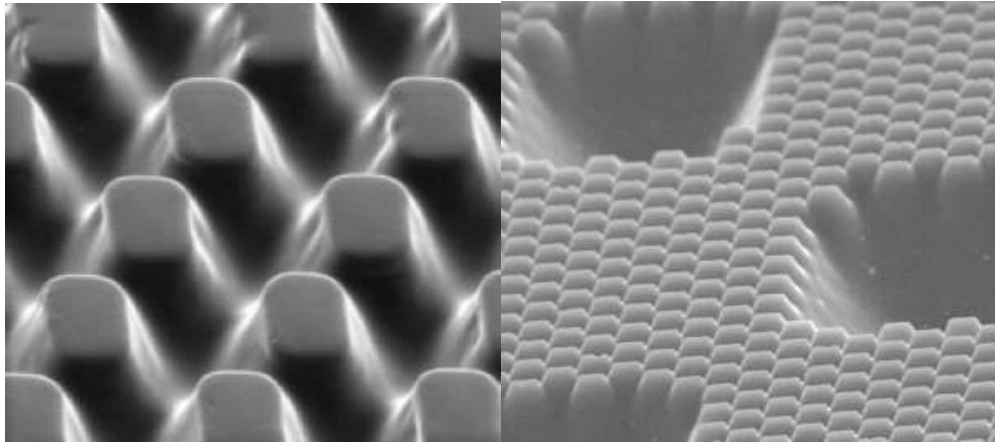


Рисунок 5.7 – Технології растрівання advanced (зліва) та standart (справа)

Завдяки використанню різноманітних технологій растрівання, підприємство намагається збільшити колірне охоплення – відтворювати більшу кількість відтінків, а отже швидше та якісніше контролювати колір на друці.

5.3 Виробничий цех

Коли макет дизайну створено, кліше експоноване – машина готується до друку тиражу. Друкарське обладнання провідних світових виробників «Fischer & Krecke» серії BOBST (F&K 20SIX) дозволяє друкувати на всіх видах полімерних матеріалів шириною до 1250 мм, десятьма фарбами, з діапазоном довжини відбитка від 300 до 670 мм. Машина оснащена системами комп'ютерного контролю і управління процесом друку, системою GPS, комп'ютерними відео-системами контролю кольору, що дозволяє постійно підтримувати високу якість відбитка. Оператори друку починають розмивати друкарські секції від попереднього тиражу, після чого встановлюють гільзи з кліше.

Встановлення відеосистеми контролю якості відбитків допоможе підтримувати контроль кольору, та відстеження дефектів під час швидкісного друку. Будь-які дефекти легше виявити та виправити завдяки постійному контролю. Покращена реєстрація кольорів та моніторинг, масштаб, що збільшує зображення у 10 разів дозволяє дуже точно

реєструвати «плями» та «бруд», а також здійснювати перевірку тексту та інших друкарських знаків [30].

Відходи зменшуються, оскільки оператор машини може негайно вносити виправлення, поки машина друкує. Виправлення можна робити під час бігу, як тільки виникають порушення, і це може покращити результати негайно. Отже, друк займає менше часу і використовується менше матеріалу.

Покращена ефективність завдяки друку на більш високих швидкостях. Більше немає причин друкувати на низьких швидкостях. Оператор може стежити за друком у режимі реального часу та усувати проблеми, поки апарат підтримує повну швидкість. Таким чином, більше тиражів може бути виконано за менший час.

Для початку друку друкар згідно технологічної карти підбирає анілоксові вали. На підприємстві існує різноманітна кількість анілоксових валів, які різняться за такими параметрами:

- виробник анілоксу;
- тип гравірування;
- лініатура анілоксу;
- належність до певної друкарської машини.

Провідні виробники анілоксових валів гравірують різноманітні види комірок, які по різному переносять фарбу на задруковану форму. До провідних виробників анілоксових фарб відносять: «Harper», «TLS Group», «Zecher», «Praxair». Кожен виробник намагається розробити свій тип комірки, щоб уніфікувати свою продукцію та продавати унікальні технології переносу фарби.

Існує багато видів комірок, але вони розподіляються на основні категорії: вузька комірка, та довга комірка. Вузька комірка, на відміну від довгої переносить менше фарби, не зважаючи на те що щільність фарби однакова. Фарбоперенос важливий для розрахунку витрат фарби на тираж [31].

Основним різноманіттям, яким вражають анілоксові вали (рис. 5.8) – це лінійатура гравіювання. Для задруковування плашкових елементів використовується анілоксові вали від 80 лін./дюйм до 240 лін./дюйм, для растрових елементів від 280 лін./дюйм до 500 лін./дюйм. Оскільки пантони в більшості використовуються в плашкових елементах, технолог обирає переважно низьколінійатурні вали.



Рисунок 5.8 – Анілоксовий вал від фірми «Harper»

5.4 Станція змішування фарби

Основну функцію, яку виконує станція змішування фарби, це – відтворення нової фарби та її зберігання. Доставка, транспортування і зберігання фарб. Фарби не можна заморожувати, вони повинні транспортуватися і зберігатися в закритій тарі при температурі не нижче +4 і не вище +35 градусів Цельсія. У фарбах є мікродобавки, спеціальні стабілізатори, воски. Ця структура при заморожуванні руйнується і потім не відновлюється.

Термін зберігання фарб – не більше року. Після закінчення цього терміну, так само як і при недотриманні умов зберігання і транспортування, фарба може бути використана тільки після попереднього тестування на друковані та колористичні властивості. З часом фарба пігментується, що позначається на друці продукції – виникнення дефектів. Тріадна фарба зберігається у великих бочках, з яких дозують фарбу на тираж, в той час коли

пантонна фарба зберігається у невеликих відрах, з певним номером на ній та вифарбовкою (рис. 5.9).



Рисунок 5.9 – Зберігання пантонних фарб на підприємстві «Наргус»

Оскільки підприємство має автоматизовану систему управління 1С: Поліграфічне підприємство 8 – знаходити певне відро з пантоном дуже просто та швидко. Всі дані з вифарбовок зберігаються в АСУ, тому, при необхідності вибору конкретного пантону – треба лише вказати координати фарби.

Основне завдання, яке вирішують поліграфічні технології – це високоякісний друк кольорових зображень максимально наближених по відтворенню кольору до оригіналу.

Характер відчуття кольору залежить як від сумарної реакції чутливих до кольору рецепторів очі (людини), так і від співвідношення реакцій кожного з трьох типів рецепторів. Сумарна реакція чутливих до кольору рецепторів очі визначає світлин кольору, а співвідношення її часткою – колірний тон. Зі зміною довжини хвилі – візуально сприймається колірної тон і насиченість кольору.

Перше уявлення про світлин і колірного тону можна проілюструвати, помістивши пофарбовану поверхню частково на пряме сонячне світло, а

частково – в тінь. Обидві частини її мають однаковий колірний тон, але різну світлоту. Сукупність цих характеристик позначається одним терміном «колір». З наведеного прикладу можна зробити висновок, що якісні суб'єктивні характеристики кольору це колірний тон і насиченість, а суб'єктивна кількісна характеристика – світлота [32].

Тон – це суб'єктивний ознака кольору, яка пізнається через відчуття і визначається словами – синій, зелений, червоний, жовтий, тощо. Тон предметів, які не є джерелами випромінювання, залежить від виборчого спектрального пропускання прозорих предметів і виборчого спектрального відображення непрозорих предметів, що розглядаються в відбитому світлі.

Тон джерела випромінювання у видимій області спектра визначається складом видимого спектру випромінювання. У нашій свідомості колірний тон асоціюється з фарбуванням добре знайомих предметів.

Насиченість кольору – це друга суб'єктивна ознака кольору, що характеризує силу, інтенсивність відчуття колірного тону. Серед ряду кольорів одного тону, наприклад серед синіх кольорів, можна виділити ті, у яких сильніше виражений синій тон; і які сприймаються як яскраво синіми. Насиченість кольору асоціюється в нашій свідомості з кількістю барвника, наприклад, з його концентрацією в фарбі, а також з його чистотою. Наприклад, збільшуючи концентрацію барвника або, інакше кажучи, насичуючи їм розчин, ми тим самим збільшуємо насиченість кольору цього розчину. Збільшуючи вміст пігменту у фарбі, ми також збільшуємо її насиченість.

Насиченість кольору предметів проявляє себе максимально, якщо предмети освітлені світлом цього кольору. При зниженому освітленні число помітних кольорів помітно скорочується. Крім того, різко змінюється уявлення про колірний тон, якщо освітлення кольорове.

Відчуття кольоровості і насиченості можна наближено виразити об'єктивними характеристиками випромінювання. Так, колірний тон висловлюють довжиною хвилі монохроматичного випромінювання, який в

суміші з білим світлом дає таке ж зорове відчуття кольору, як характеризується об'єкт. Довжина хвилі цього монохроматичного випромінювання називається домінуючою довжиною хвилі. Насиченість при цьому кількісно виражається чистотою кольору, яка представляє собою частку монохроматичного потоку в суміші його з білим світлом.

Чистоту кольору визначають відношенням потужності монохроматичного випромінювання до потужності сумарних випромінювань видимого спектру, які створюють заданий колір. Чим більше потужність монохроматичного випромінювання в суміші і чим менше потужність білого світла, тим вище чистота кольору. Спектральні кольори мають максимальну чистоту, рівну одиниці. У спектральних кольорах потужність білого світла дорівнює нулю.

Світлота – третя суб'єктивна ознака, що характеризує відчуття об'єктивної величини яскравості кольору. Коли одночасно розглядаються різнобарвні предмети, ми чітко бачимо, які з них світліше, які темніше, хоча вони і різні за кольоровим тоном. Зіставляючи кольору в світлі і тінях окремих предметів, ми бачимо майже однакових умов освітлення і кольору різних ділянок розглянутого об'єкта.

По таким суб'єктивним характеристикам формуються формули пантонів: L(світлота) С (насиченість) Н (тон). Завдяки колу Іттена (рис. 5.10), колорист змішує відповідні пігменти фарби, для отримання певного номеру пантону [33].



Рисунок 5.10 – Кольорове коло, на яке орієнтується колорист

Досконалості немає межі, особливо коли мова йде про сприйняття кольору. Кольоровідтворення в поліграфії – відтворення (репродукування) кольорових оригіналів на відбитку, це одна з основних задач для поліграфії. Саме цим завданням займаються колористи на станції змішення фарб.

6 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

Перед початком виконання практичної частини – дослідження особливостей відтворення кольору на підприємстві «Наргус», був виконаний аналітичний огляд, що дозволив підготуватися до досліджень, обрати шлях пошуку необхідної інформації. Необхідно буде пройти весь процес відтворення кольору на підприємстві «Наргус», щоб аналізувати найважливіші проблеми кольоровідтворення та способи їх усунення.

6.1 Кольороподіл дизайну

Процес відтворення кольору починається на стадії розробки дизайну – в дизайн-студії. Дизайн-відділ виконує функцію перевірки кольорів в макеті та кольороподілу. Дизайн розбивається на тріаду (СМУК), при необхідності, додаються пантони. Дизайнери узгоджують дизайн з менеджерами, а вони насамперед домовляються з замовниками. Якщо замовників все задовольняє, ТЗ рухається до технічного відділу, де вже прописується ТЗ з параметрами, які будуть використовуватися для друку.

Заключним етапом створення дизайн-макету – є кольороподіл. На підприємстві цей процес автоматизований і реалізований програмно. Для обробки зображень для друку в графічному редакторі Adobe Photoshop або Adobe Illustrator, в залежності від типу дизайну.

6.2 Профілювання

Головна ідея поліграфічного підприємства – стандартизація кольорів у всьому виробничому процесі, тому на першому етапі «кольороподілу», для стандартизації відтворення однакових умов на друку і на моніторі екрану, дизайнери використовують профілі, створені менеджером з кольоропроб.

Оскільки «Наргус» має власні друкарські машини та поєднаний з цим дизайн-відділ, воно має можливість друкувати тестові шкали для створення профілей під різноманітні матеріали.

Підприємство має широкий спектр матеріал, які воно пропонує для друку продукції, але кожний матеріал має свої оптичні властивості та фізико-хімічні властивості, які впливають на оптичні властивості фарб. Для компенсації цих властивостей матеріалу, використовують профілі, або так звані профайли. Щоб створити такий профайл, створюють технічне завдання в якому будуть друкуватися спеціальні тестові шкали на різноманітних матеріалах. Після чого, ці тести (рис. 6.1) відносять до менеджера з кольоропроби.



Рисунок 6.1 – Тестові мішені у кабінеті менеджера з кольоропроби

Завдяки програмному забезпеченню та спектрофотометру від компанії X-Rite, за певними налаштуваннями будується профіль матеріалу. Після замірів з еталонними значеннями програмного забезпечення, будується профіль на певний матеріал, який буде передано до дизайн відділу у вигляді електронного формату .icc. Перший етап стандартизації кольору у підприємстві досягнуто.

6.3 Друк кольоропроби та підготовка дизайну до друку

Після того, як дизайнер отримує технічне завдання від менеджера з продажів в якому вказаний певний матеріал, дизайнер обирає необхідний профіль і виконує кольороподіл згідно з профілем: тобто на його екрані буде відображено зображення, як би воно вийшло, якщо друкувалося на флексографічному обладнанні в підприємстві Наргус – оскільки профілі робляться лише під обладнання підприємства, коли в інших дизайн студіях використовують усереднений профіль під будь-яке друкарське обладнання (зменшується точність реального відображення кольорів на моніторі).

Після того, як дизайнер зробив певний дизайн, друкується кольоропроба – роздрукований дизайн на спеціальному принтері, який максимально точно передає зображення, якби воно друкувалося на друкарській машині підприємства Наргус. Це все робиться для стандартизації відображення кольору на всіх носіях в рамках підприємства – замовник побачить, що дійсно вийде на друці, заздалегідь до основного друку тиражу.

Щоб в дійсності кольоропроба відповідала зображенню на екрані – дизайнерські монітори калібрують за допомогою спеціального пристрою від компанії X-Rite (рис. 6.2). Калібруванням називається процес, завдяки якому встановлюються точні налаштування яскравості, колірної гамма контрастності і точки білого. Ці настройки важливі для правильного відображення деталей в тінях і в світлій області. Іншими словами повинна бути видна різниця як між зовсім чорним і трохи світліше так і між зовсім білим і трохи темніше. Правильна калібрування встановлює оптимальний баланс цих аспектів.

Наступний етап – друкування кольоропроби та її оптимізація, шляхом використання спеціального програмного забезпечення та обладнання від компанії X-Rite (рис. 6.3). Здійснюється перевірка точності імітації кольору системою для кольоропроби і при необхідності проводиться оптимізацію. Перевірити кольори завжди виходить з точним передбачуваним кольором.



Рисунок 6.2 – Калібратор Eye-1, що виконує калібрування монітору



Рисунок 6.3 – Замірювання мішеней на кольоропробі

Друкування кольоропроби виконується на професійному принтері від компанії Epson (рис. 6.4). Завдяки такому принтері можна друкувати на фотопапері. Використовуються спеціальний папір для кольоропроби EFT Proofing Paper (Німеччина), яка практично позбавлена оптичних відбілювачів і забезпечує відмінні умови для друку кольоропроби з ефективним

управлінням кольору і кольоропроби, надрукованої на ній, візуально сприймається вже вимірюваними величинами.



Рисунок 6.4 – Принтер для друку кольоропроб

Після того, як замовник побачить кольоропробу вже на певному матеріалі (враховується на кольоропробі), підписується акт договору про друк тиражу. До цього моменту – всі умови збереження кольору виконуються: монітор відповідає електронному файлу, що відповідає зображенню на кольоропробі, та друкарському обладнанню, на якому буде виконаний друк тиражу.

При підготовці зображення до друку в СМҮК електронний файл поділяється на чотири основних кольори: блакитний, пурпуровий, жовтий та чорний. Зображення відтворено за допомогою відтінків екрану, складених із маленьких точок, які нанесені під різними кутами до чотирьох кольорів процесу. Потім відокремлені кольорові зображення передаються на чотири різні друкарські форми. Потім кольори друкуються один за одним, щоб відтворити вихідне зображення. Кольори СМҮК – це виготовлені кольори і не змішуються кінцевим користувачем. Цей спосіб можна назвати 4-кольоровим, повнокольоровим або стандартним технологічним друком.

6.4 Особливість підготовки тріади та пантонної системи кольорів

Система PMS використовує заздалегідь визначені, опубліковані формули кольорів для створення великої кількості кольорів фарби. PMS розшифровується як Pantone Matching System і є стандартизованою системою відтворення кольорів. Подібно до посібників зразків фарб, які ви знайдете у своєму улюбленому магазині фарб, діаграма кольорів Pantone містить тисячі зразків кольорів, створених із палітри основних кольорів. Кожному кольору присвоєно номер «PMS». Ці цифри використовуються для визначення точного кольору. Використання фарб PMS називається точковим кольоровим друком.

Замовник встановлює, чи хоче він використовувати у друці дизайну пантони. Найскладнішим етапом при підготовці фарб на новий тираж – є підготовка пантонних кольорів. Головною перевагою пантонних кольорів у тому, що існує паперове та електронне віяло. Завдяки ним колорист за допомогою спектрофотометру від компанії X-Rite може замірювати відхилення віяла від того що вийшло при друці пантону на друкарському обладнанні. Але є й недоліки такої системи: паперове віяло дуже швидко стирається, віяла мають відхилення між собою (у деяких кольорах відхилення, за стандартом CIE2000, $dE > 4$), формули створення пантонних кольорів не відповідають фарбам, які використовуються на підприємстві «Наргус».

Постає перше питання про стандартизацію пантонних кольорів для друку на флексографічному підприємстві «Наргус». Не зважаючи на те, що формули не відповідають фарбам на підприємстві, існує більш значна проблема – різноманітна кількість матеріалів, які використовуються для друку. Наприклад: якщо пантон, або триадні фарби будуть друкуватися на матовій плівці, в порівнянні з прозорою плівкою – ці фарби будуть менш «світліші» (Lightness), більш «брудніші» (Chromasity), та буде змінений кут тону фарби (Hue). Ці параметри допомагають описати оптичні властивості будь-якої фарби на виробництві, завдяки цим параметрам описується відхилення від еталонного кольору.

Для вирішення такої суттєвої проблеми було компанією було вирішено купити австрійське програмне забезпечення, яке б передбачало, яку формулу потрібно створити (змішування пігментів основних фарб) для відтворення пантону. Оскільки таке передбачення не однозначне, щоб його перевірити, треба зробити «прокатку» фарби на прободрукарському станку (рис. 6.5).



Рисунок 6.5 – Прободрукарський станок для прокатки

6.5 Обґрунтування підготовки пантонів до друку тиражу

Було обрано декілька технічних завдань, в яких використано декілька різних пантонів, з різними матеріалами, на яких вони будуть друкуватися. Завдяки великій базі підприємства, обираються схожі пантони, з мінімальними відхиленнями. Щоб перевірити, чи підходить цей пантон – з іншої бази (з формулами пантонів), змішуються основні фарби згідно формулі у спеціальний мірний стаканчик. Фарба добре розмішується, та завдяки піпетці, береться на близько 5 грамів фарби і наноситься на друкарський станок, біля матеріалу. Робиться прокатка на потрібному матеріалі та порівнюється з електронним віялом. Якщо дельта E фарби менше 5, її можна вже заносити в базу та віддавати у друк, але, якщо дельта більше, треба коригувати формулу або розробляти нову.

Після того, як формули було розроблено, та видано на приладку тиражу, робиться перший викат фарби та порівняння з еталонною кольоропробою – пантони звіряють з електронним віялом завдяки спектрофотометру від компанії X-Rite eXact (рис. 6.6).



Рисунок 6.6 – Спектрофотометр X-Rite eXact

Для дослідження пантонів на різноманітних матеріалах було зроблено таблицю 6.1, яка допоможе аналізувати вплив матеріалів на відображення пантонів.

Таблиця 6.1 – Відхилення пантонів від теоретичного пантону до фактичного

Матеріал	Теоретичний пантон	Фактичний пантон	Дельта			
			L	C	H	De2000
ПЭТпр 12 + Пленка пр 50	2144	2119	26,21	-2	50,21	36,95
ПЭТпр 12 + Пленка пр 50	2747	2746	-3,61	-3,53	0,56	2,72
ПЭТпр 12 + Пленка пр 40	2347	2347	0,11	-1,23	-2,69	2,19
ПЭТмат 12 + БОППмет 20	1915	198	0,25	-2,37	5,02	2,9
ПЭТмат 12 + БОППмет 20	7481	3522	2,87	-3,12	-6,39	4,31
ПЭТмат 12 + БОППмет 20	3515	3515	-2,39	-1,43	-0,25	1,82
ПЭТмат 12 + БОППмет 20	7427	187	-2,09	-7,26	-7,44	4,9
ПЭТпр 12 + ПЭВДбел 70	2322	469	-1,81	-7,04	10,32	5,5
ПЭТпр 12 + ПЭВДбел 70	7726	356	4,66	10,02	10,9	7,27
ПЭТпр 12 + ПЭВДбел 80	390	384	2,08	5,33	-6,95	5,5
ПЭТпр 12 + ПЭВДбел 80	186	1795	-0,83	-10,12	-5,16	4,45
ПЭТмат 12 + ПЭВДбел 140	7438	2066	-0,01	-7,62	-2,17	2,85

ПЭТпр 12 + БОППмет 20	320	320	1,66	-0,56	0,46	1,69
-----------------------	-----	-----	------	-------	------	------

Завдяки цій таблиці бачимо, що з 13 підготовлених пантонів 9 увійшли у дельту за стандартом дельта E2000. У стовбці «Теоретичний пантон» – це той пантон що готувався на станції фарб, заміряний на тому ж самому матеріалі, та прокатаний на прокатному станку. У стовбці «Фактичний пантон» – заміряний той пантон, що був використаний у друці тиражу.

Оскільки на кольоропробі (додаток Б) вказано один пантон, це не означає що він же й буде залитий у друкарську машину – це все пов’язано з анілоксовим валом, який друкар введе у обладнання. Чим вища лініатура анілоксового валу тим «світлішим» вийде пантон, чим нижча – тим «темнішим». Ми можемо прослідкувати в першому замірі пантону 2144 – планувалося розробити більш світліший пантон для високолініатурного валу, але він кардинально змінився в ряду того, що друкар ввів низьколініатурний вал і цей пантон кардинально змінився, про що й кажуть заміри – дельта E більше ніж 30.

Завдяки таблиці бачимо, що чистота (C) кольору завжди виходить більша, по світлості (L) майже не має змін, а по тону (H) все залежить від самого кольору фарби.

6.6 Рекомендації щодо підбору фарб для точного кольоровідтворення

Завдяки аналізу, проведеному в кваліфікаційні роботі, були розроблені рекомендації щодо автоматизації підбору фарб пантонів для будь-якого матеріалу з необхідною точністю:

– аналізувати макет дизайну, його кольороподіл щоб: підібрати теоретичний анілоксовий вал яким буде друкуватися тираж згідно з лініатурою, наявністю плашкових елементів чи растрових; чи друкується пантон в один нанос, без підкладки іншого кольору;

– перевірити матеріал, на якому буде друкуватися тираж: при наявності матового матеріалу слід урахувати, що dC повинна бути значно більша за підбираючий пантон (приблизно на 7 одиниць); для прозорого матеріалу dC повинна >2 , а $dL <2$; для друку на прозорому матеріалі без білої фарби (другий шар білий матеріал), слід врахувати, що білий поліпропілен – не чистий білий, а жовтить за кутом «Н» на 3 одиниці;

– при наявності АСУ: слід шукати схожі пантони в базі даних. Звертати увагу на dH – не перевищувати >5 , відносно підбираючого пантону;

– при відсутності АСУ: на станції виготовлення фарби, підбирати за мінімальною dE пантони, відносно підбираючого пантону;

– після підбору схожого пантону, розробити формулу пантону на тираж (використання спеціальних програм змішення фарб); намагатися не використовувати більше ніж 3 пігменти у фарбі;

– завжди робити прокатку фарби на прободрукарському станку з тим матеріалом, на якому буде друкуватися основний тираж;

– завжди заміряти прокатки на фотопапері (кольоропробний папір);

– при наявності другого шару, для більш точного підбору – імітувати ламінування завдяки невеликою кількістю води накрапаною на другий шар;

– враховувати, що при зміні лініатури анілоксового валу буде змінено відтінок, насиченість та світлота фарби.

Для швидкісного і точного підбору фарб потрібно мати на це: програмне та апаратне забезпечення; знати основні процеси флексодруку; мати уявлення, як змішується фарба (за колом Іттена) та які параметри зміняться при змішуванні певних пігментів. При наявності всіх складових, підприємство буде забезпечено швидкісним підбором пантонів на тираж та мінімальними затратами на приладку друкарського обладнання.

7 ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ РОБОТИ

7.1 Характеристика науково-дослідницьких рішень

Згідно з завданням на кваліфікаційну роботу «Дослідження особливостей кольоровідтворення на підприємстві ТОВ «Наргус», необхідно проаналізувати усі етапи відтворення кольору та їх стандартизацію на підприємстві.

Найбільшу кількість додрукарських етапів займає підготовка відображення кольору на друці – завдяки чому підприємство пов'язує друкарські машини з дизайнерськими комп'ютерами та кольоропробою на папері, завдяки чому маємо одне й те ж саме відображення кольорів на абсолютно різноманітних носіях інформації.

Найбільшою проблемою на підприємстві ТОВ «Наргус» є підготовка пантонної фарби. Оскільки усі пантонні фарби створюються за певними формулами та друкуються на різноманітних матеріалах та анілоксових валах – завдяки цьому неможливо передбачити, який колір буде отримано на друці. Щоб їх проаналізувати та стандартизувати – було проведено науково-дослідницьку роботу, де були проаналізовані різноманітні матеріали, їх вплив на пантони; обґрунтовані відхилення пантонів за параметрами LCH; проведені прокатки фарби для приладки тиражу.

Проведений аналіз дозволить передбачувати будь-яку поведінку фарби на різноманітних матеріалах, що прискорить приладку друкарського обладнання, полегшить корекцію фарби в разі непопадання та зменшить затрати на виробництво фарби для корегування.

7.2 Розрахунок кошторисної вартості науково-дослідницької роботи

Для розрахунку вартості дослідження необхідно враховувати всі витрати, що мають місце в роботі. В даному дослідженні це наступні позиції:

- заробітна плата виконавців НДР;
- страхові нарахування на заробітну плату (єдиний соціальний внесок);
- вартість використаних матеріальних ресурсів;
- витрати на електроенергію;
- вартість використання основних засобів;
- оплата послуг зв'язку;
- адміністративні витрати.

Значна частина витрат приходить на виплату заробітної плати робітникам. У роботі беруть участь наступні фахівці: дослідник (фахівець ВПС) та 4 експерти. Місячна заробітна дослідника складає 8000 грн., експертів – 15000 грн. На першому етапі дослідження проводиться аналіз діяльності підприємства, підготовка усіх необхідних нормативних документів, збір статистичних даних та складання плану проведення робіт. На основному етапі виконується опитування експертів та обробка отриманих даних. Потім проводиться аналіз отриманих даних, надання рекомендацій щодо покращення контролю якістю в ТОВ «Наргус», впровадження рекомендацій на підприємстві. Середньоденна заробітна плата за виконання окремого етапу роботи визначається за формулою:

$$ЗП_i = ЗП_д \times ТМ_i, \quad (7.1)$$

де $ЗП_i$ – заробітна плата за виконання i -го етапу роботи, грн;

$ЗП_д$ – середньоденний заробіток виконавця i -го етапу, грн./ос. на день;

$ТМ_i$ – трудомісткість i -го етапу, люд.-дні.

Середньоденна заробітна плата кожного фахівця розраховується:

$$ЗП_д = ЗП_м \div n, \quad (7.2)$$

де $ЗП_м$ – місячна заробітна плата;

n – кількість робочих днів у місяці ($n = 22$).

Використовуючи наведені вище формули розрахували витрати на заробітну плату виконавцям. Результати приведені в таблиці 7.1.

Таблиця 7.1 – Розрахунок заробітної плати виконавців

Вид роботи	Виконавець		Трудо- витрати, люд-днів	Середньоденна заробітна плата, грн.	Сума заробітної плати, грн. (гр.3хгр.4х гр.5)
	посада	кіль- кість			
1. Перший етап (підготовчий)					
1.1 Аналіз підприємства	Дослідник	1	2	363,64	727,28
1.2 Сбір статистичних даних	Дослідник	1	3	363,64	1090,92
1.3 Розробка плану дослідження	Дослідник	1	2	363,64	727,28
2. Другий етап (основний)					
2.1 Створення технічного завдання	Дослідник	1	1	363,64	363,64
	Експерт	4	1	681,82	2727,28
2.2 Підбір налаштувань друкарського обладнання	Дослідник	1	1	363,64	363,64
	Експерт	2	1	681,82	1363,64
2.3 Підготовка фарби	Дослідник	1	2	363,64	727,28
	Експерт	1	1	681,82	681,82
3. Третій етап (заключний)					
3.1 Аналіз отриманих результатів	Дослідник	1	2	363,64	727,28
3.2 Надання та впровадження рекомендацій	Дослідник	1	3	363,64	1090,92
	Експерт	4	1	681,82	2727,28
Разом (ЗП)					13318,26

У результаті отримали, що усього на виплату заробітної плати дослідника та експертів необхідно витратити 13318,26 грн.

Необхідно врахувати єдиний соціальний внесок:

$$СВ = ЗП \times 0,22, \quad (7.3)$$

$$СВ = 13318,26 \times 0,22 = 2930,02 \text{ (грн.)},$$

де СВ – єдиний соціальний внесок, який відноситься на собівартість;

0,22 – коефіцієнт, який відбиває суму страхових внесків;

ЗП – заробітна плата виконавців НДР.

Під час проведення дослідження, використовуються певні матеріали, вартість яких має бути включена в розрахунок вартості роботи.

Вартість використаних матеріалів визначається за формулою:

$$M = \sum_{j=1}^n Q_j \times C_j, \quad (7.4)$$

де M – сумарні витрати на матеріали, в тому числі малоцінні предмети, що швидко зношуються (носії, папір, канцелярські приналежності тощо);

Q_j – кількість використаних одиниць j -го виду матеріалів;

C_j – ціна одиниці j -го виду матеріалів.

В таблиці 7.2 приведений список використаних матеріалів, їх кількість та ціна. Матеріали для відтворення пантонів сплачує ТОВ «Наргус».

Таблиця 7.2 – Матеріальні витрати

Найменування	Од. вим.	Q_j	C_j , грн	M , грн.
Ручка	шт.	2	5	10
Резинові рукавички	уп.	1	30	30
Папір	уп.	1	90	90
Пластиковий стаканчик	уп.	1	20	20
Всього				150

Проведення дослідження потребує використання комп'ютера, спектрофотометра та прободрукарський станок. Комп'ютер коштує приблизно 12000 грн, спектрофотометр – 67000 грн, прободрукарський станок – 30000 грн. Необхідно розрахувати суму амортизаційних відрахувань, яка знаходиться за формулою:

$$AB = \sum_{k=1}^L \frac{BO_k}{TE_k} \times T, \quad (7.5)$$

$$AB = \frac{12000 \times 11}{1095} + \frac{67000 \times 2}{1825} + \frac{30000 \times 2}{1825} = 226,85 \text{ (грн.)},$$

де AB – сума амортизаційних відрахувань, нарахованих під час науково-дослідницької роботи;

BO_k – вартість основних засобів k-го виду;

TE_k – термін експлуатації основних засобів k-го виду, днів;

T – термін науково-дослідницької роботи, днів;

L – кількість видів обладнання.

Термін використання комп'ютера складає приблизно 1095 днів, спектрофотометра і прободрукарського станку – 1825 днів.

Таким чином, розмір амортизаційних відрахувань склав 226,85 грн.

Оскільки використовується обладнання, яке потребує електроенергії, то необхідно визначити відповідні витрати. Для цього використовується формула:

$$Z_e = M \times t \times T_{\text{кВт}}, \quad (7.6)$$

$$Z_e = 0,4 \times 11 \times 1,6748 + 0,8 \times 2 \times 1,6748 + 0,2 \times 2 \times 1,6748 = 77,04 \text{ (грн.)},$$

де M – потужність устаткування, тобто кількість енергії, споживаної за одиницю часу (кВт/година);

t – кількість годин використання устаткування за період науково-дослідницької роботи;

$T_{\text{кВт}}$ – тариф, тобто вартість використання 1 кВт електроенергії.

У дослідженні використовується комп'ютер, спектрофотометр та прободрукарський станок. Їх потужності 0,4, 0,2 та 0,8 кВт відповідно. Тариф на електроенергію для підприємств за першим класом напруги складає 1,6748 грн./кВт на годину (без ПДВ).

Використовуючи комп'ютер, спектрофотометр та прободрукарський станок, за електроенергію необхідно заплатити 77,04 грн.

Під час виконання науково-дослідницької роботи необхідно використання такої послуги зв'язку, як інтернет. Його вартість складає 150 грн на місяць.

Виконуючи НДР, витрати на відрядження, аутсорсинг, інформаційні послуги та маркетингові заходи не мали місця.

Адміністративні витрати, такі як водопостачання, водовідведення, освітлення та опалення прийнято у розмірі 10% від витрат на оплату праці.

Після виконання всіх розрахунків, всі дані внесені до таблиці 7.3.

Таблиця 7.3 – Розрахунок витрат на проведення НДР

Стаття витрат	Сума, грн.
1. Заробітна плата (ЗП)	13318,26
2. Єдиний соціальний внесок (22% від п.1)	2930,02
3. Матеріальні витрати	150,00
4. Амортизація основних засобів (вартість машинного часу)	226,85
5. Витрати на спожиту електроенергію	77,04
6. Інші витрати, у тому числі:	
- адміністративні витрати (10% від п.1);	1331,83
- вартість послуг зв'язку	150,00
7. Разом витрати на розробку (Вр)	18184

Дослідження відтворення пантонів до початку друку нового тиражу для підвищення якості флексографічного друку виконується на замовлення поліграфічного підприємства і відноситься до витрат підприємства-замовника. Дані дослідження проводяться з метою подальшого впровадження у виробництво.

Таким чином, повна собівартість проведення дослідження та розробки методики становить 18184 грн.

ВИСНОВКИ

Для підвищення якості і ефективності флексографічного друку під час підготовки фарб розробляються не тільки нові технології виготовлення фарб, але й розробляється стандартизування кольору на підприємстві.

Для дослідження особливостей відтворення кольору на підприємстві ТОВ «Наргус» були розглянуті усі етапи які включали в себе відтворення кольору та його стандартизацію.

Описані етапи підготовки фарби до друку. Розглянуті додрукарські процеси, які відтворюють колір: препрес, кольоровий менеджмент, колористика.

Описаний технологічний процес підготовки фарби та надані рекомендації щодо коригування та стандартизації кольору на підприємстві.

У експериментальній частині було розроблено таблицю з різноманітними пантонами та матеріалами, яка б проілюструвала вплив матеріалів та кольорів на їх оптичні характеристики.

Завдяки проведеному аналізу, було з'ясовано, що виникаючий брак на підприємстві «Наргус», спричинений дефектом «Перевищення норм за dE_{2000} » може бути усунений повністю або частково. Проблему можна вирішити стандартизацією підбору фарби до початку друку, що зменшить час приладки та витрати матеріалів.

Дані говорить про те, що підготовка пантонів на прокатному станку впливає на приладку, також якщо проаналізувати який анілоксовий вал буде на тиражі – можна з високою точністю припустити реальний пантон, який вийде в процесі друку. Тим самим, наладивши, останній етап стандартизування кольору на підприємстві можна підвищити ефективність приладки тиражу та зменшити витрати.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Технология ламинирования. URL: https://www.bobst.com/byru/produkcija_laminirovanie/tehnologija/ (дата звернення: 24.05.2021).
2. Фотоформа и печатная форма в полиграфии. Классификация фотоформ. Штриховые и растровые фотоформы. URL: https://www.advesti.ru/publish/poligraf/241104_fotoform/ (дата звернення: 24.05.2021).
3. Ткаченко В.П., Цимбал Л.І. Основи метрології, стандартизації та управління якістю: навч. посіб. Харків: ХНУРЕ, 2005. 190 с.
4. The flexographic printing process. URL: <https://web.tech.uh.edu/digitalmedia/materials/3350/Flexography.html> (дата звернення: 24.05.2021).
5. Manal Hamroush. Preparation and Characterization of Flexographic Inks Dissertation. The University of Leeds, 2012.
6. Чистый вал. URL: <http://machouse.ua/press-center/s3/publications/chistyj-val.html> (дата звернення: 24.05.2021).
7. Краски. URL: <http://www.p-flex.ru/inks/?date=1623070735636> (дата звернення: 24.05.2021).
8. U.S. Environmental Protection Agency. Flexographic Ink Options: A Cleaner Technologies Substitutes Assessment. Cincinnati, 2002.
9. The Basics of Flexo Ink Chemistries, Manufacturing & On-Press Maintenance. URL: <https://www.flexography.org/industry-news/flexo-ink-basics-chemistries-manufacturing-maintenance/> (дата звернення: 24.05.2021).
10. What is Colour Separation. URL: <https://siped.org/sybm/semester-4/photography/what-is-colour-separation/> (дата звернення: 24.05.2021).
11. Почему все люди разные, или как мы видим цвета? URL: <https://sunandco.ru/blog/pochemu-vse-ljudi-raznye-ili-kak-my-vidim-tsveta> (дата звернення: 24.05.2021).
12. Источники нормализованного освещения для полиграфии // КомпьюАрт. 2005. №5.

13. Ансимова Е.В., Фирсанова О.В. Колористика: учеб. пособие. 2-е изд., перераб. и доп. Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та, 2020. 61 с.

14. Спектрофотометры. URL: <https://labstar.com.ua/spectrophotometer> (дата звернення: 24.05.2021).

15. What is a Spectrophotometer. URL: <https://www.xrite.com/de/learning-color-education/other-resources/what-is-a-spectrophotometer> (дата звернення: 24.05.2021).

16. eXact Standard. URL: <https://www.xrite.com/de/categories/portable-spectrophotometers/exact> (дата звернення: 24.05.2021).

17. Robert Olsson. Some aspects on flexographic ink-paper and paperboard coating interaction. Dissertation. Karlstad University Studies, 2007.

18. Вискозиметр ВЗ-246 Руководство по эксплуатации. Киев, 2015. 4с.

19. Вискозиметр Гепплера с падающим шариком. URL: <http://argentum107.ru/content/price/ViscozimetrFalling.pdf> (дата звернення: 24.05.2021).

20. Complimentary Design Guide. Flexographic Technical Association, Inc. Printed in the United States of America, 2014. 84 p.

21. Цветоделение. URL: <http://provizorii.ru/index.php/Цветоделение> (дата звернення: 24.05.2021).

22. Оверпринт и треппинг. URL: <http://bdstudy.ru/?p=2161> (дата звернення: 24.05.2021).

23. Pantone: what is it and do i need to use it? URL: <https://www.printroom.co.uk/what-is-pantone-and-do-i-need-to-use-it/> (дата звернення: 24.05.2021)

24. Стандартизация многокрасочной печати. Специальное межотраслевое исследование PrintCity. Часть II. URL: <http://machouse.ua/press-center/s1/library/18967.html> (дата звернення: 24.05.2021).

25. Цветопробная бумага. URL: <http://colorlab.com.ua/product/supliess/proofing-paper/> (дата звернення: 24.05.2021).

26. Что такое RIP и зачем он нужен? URL: <https://colorart.ru/raster-image-processor/> (дата звернення: 24.05.2021).

27. Video print inspection system. URL: <https://dssystem.pl/doc/KE1000-system-specification.pdf> (дата звернення: 24.05.2021).

28. Киппхан Г. Энциклопедия по печатным средствам информации. Технологии и способы производства. М.: МГУП, 2003. 1280 с.

29. Вирбництво. URL: <http://nargus.com.ua/ru/manufacturing/> (дата звернення: 24.05.2021).

30. Микрорастирование Kodak Digicap NX. URL: <http://es-print.info/catalog/oborudovanie/kodak-flexcel-nx/mikrorastirovanie-kodak-digicap-nx.html> (дата звернення: 24.05.2021).

31. Releasing the Anilox's Power. TECHNOLOGIES & TECHNIQUES. 2012. №5.

32. Identifying Color Differences Using L*a*b* or L*C*H* Coordinates. URL: <https://sensing.konicaminolta.us/us/blog/identifying-color-differences-using-l-a-b-or-l-c-h-coordinates/> (дата звернення: 24.05.2021).

33. Пашуля П.Л. Основи метрології, стандартизації і сертифікації. Якість у поліграфії. К.: ІЗМН, 1997. 288 с.

34. Lyashenko, V.V., Matarneh, R. and Deineko, Z.V. (2016) Using the Properties of Wavelet Coefficients of Time Series for Image Analysis and Processing. *Journal of Computer Sciences and Applications*, 4, 27-34.

35. Lyashenko, V. V. (2017). Wavelet Analysis of Cytological Preparations Image in Different Color Systems. *Open Access Library Journal*, 4(07), 1.

36. Baranova, V., Zeleniy, O., Deineko, Z., & Lyashenko, V. (2019, October). Stochastic Frontier Analysis and Wavelet Ideology in the Study of Emergence of Threats in the Financial Markets. In *2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T)* (pp. 341-344). IEEE.

37. Бокарева, Ю. С., & Дейнеко, Ж. В. (2015). Исследование влияния цвета при проектировании целевых страниц LandingPage (Doctoral dissertation, НТМТ).

38. Кулишова, Н. Е., Чеботарева, И. Б., Ткаченко, В. Ф., & Гурьева, Н. С. (2013). Поддержка стабильности цвета в открытых полиграфических системах: Монография.

39. Baranova, V., Zeleniy, O., Deineko, Z., Bielcheva, G., & Lyashenko, V. (2019, October). Wavelet Coherence as a Tool for Studying of Economic Dynamics in Infocommunication Systems. In 2019 IEEE International Scientific-Practical Conference Problems of Infocommunications, Science and Technology (PIC S&T) (pp. 336-340). IEEE.

40. Дурняк Б. В., Ткаченко В. П., Чеботарьова І. Б. Стандарти в поліграфії та видавничій справі: довідник //Львів: Українська академія друкарства. – 2011.