

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет Комп'ютерних наук
(повна назва)

Кафедра Медіасистеми та технології
(повна назва)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
Пояснювальна записка

рівень вищої освіти другий (магістерський)
(рівень вищої освіти)

Дослідження фарбопереносу анілоксових валів
на флексографічному підприємстві «Наргус»
(тема)

Виконав:

студент 2 курсу, групи КТСВПВМ-21-1


_____ Поленок Д.В.

Спеціальності 186 Видавництво та поліграфія

Тип програми Освітньо-професійна

Освітня програма
Комп'ютерні технології та системи
видавничо-поліграфічних виробництв

Керівник  _____ доц. Вовк О.В.

Допускається до захисту
Зав. кафедри МСТ

_____ Дейнеко Ж.В.
(підпис) (прізвище, ініціали)

2022 р.

Харківський національний університет радіоелектроніки

Факультет _____ Комп'ютерних наук _____
Кафедра _____ Медіасистеми та технології _____
Рівень вищої освіти _____ другий (магістерський) _____
Спеціальність _____ 186 Видавництво та поліграфія _____
Тип програми _____ Освітньо-професійна _____
Освітня програма _____ Комп'ютерні технології _____
_____ та системи видавничо-поліграфічних виробництв _____
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ:
Зав. кафедри МСТ _____
(підпис)
« 31 » жовтня 2022 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

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

1. Тема роботи _____ *Дослідження фарбопереносу анілоксових валів* _____
_____ *на флексографічному підприємстві «Наргус»* _____

затверджена наказом по університету від _____ 31 жовтня 2022 р. № 1431 Ст _____


2. Термін подання студентом роботи до екзаменаційної комісії _____ 14 грудня 2022 р. _____

3. Вихідні дані до роботи
Технологічний процес виготовлення гнучкого пакування флексографічним способом на
ТОВ «Наргус»; сертифіковані дані про анілоксові вали від виробників; національні
та міжнародні стандарти оцінки якості поліграфічної продукції

4. Перелік питань, що потрібно опрацювати в роботі
Вступ; 1 Огляд літератури за темою досліджень, проблеми і постановка завдання
дослідження; 2 Параметри фарбопереносу анілоксових валів; 3 Аналіз проблем
кольоровідтворення на поліграфічному підприємстві «Наргус»; 4 Експериментальна частина;
5 Економічна частина; Висновки; Перелік джерел посилання; Додатки

5. Перелік графічного матеріалу із зазначенням креслеників, схем, плакатів, комп'ютерних ілюстрацій
Актуальність; Мета та задачі; Огляд літератури за темою досліджень; Параметри
фарбопереносу анілоксових валів; Аналіз проблем кольоровідтворення на поліграфічному
підприємстві «Наргус»; Експериментальна частина; Економічна частина; Висновки


6. Консультанти розділів роботи


Найменування розділу	Консультант (посада, прізвище, ім'я, по батькові)	Позначка консультанта про виконання розділу	
		підпис	дата
Основна частина	доцент Вовк О.В.		10.12.2022
Економічна частина	проф. Полозова Т.В.		25.11.2022

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Огляд і аналіз літературних джерел за темою дослідження	01.11.2022 – 02.11.2022	виконано
2	Постановка задач дослідження	03.11.2022 – 06.11.2022	виконано
3	Дослідження параметрів фарбопереносу аніоксів	07.11.2022 – 11.11.2022	виконано
4	Аналіз проблем кольоровідтворення на підприємстві «Наргус»	15.11.2022 – 18.11.2022	виконано
5	Експериментальна частина	19.11.2022 – 23.11.2022	виконано
6	Економічна частина	24.11.2022 – 25.11.2022	виконано
7	Оформлення пояснювальної записки	01.12.2022	виконано
8	Оформлення графічної частини	01.12.2022	виконано

Дата видачі завдання 31 жовтня 2022 р.

Студент  Поленок Д.В.
(підпис)

Керівник роботи  доц. Вовк О.В.
(підпис) (посада, прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка кваліфікаційної роботи: 64 с., 4 табл., 16 рис., 1 дод., 25 джерел.

ФЛЕКСОГРАФІЯ, АНІЛОКСОВИЙ ВАЛ, ФАРБОПЕРЕНОС, ЛІНІАТУРА, ОБ'ЄМ КОМІРКИ, ЩІЛЬНІСТЬ ДРУКУ, СПЕКТРОФОТОМЕТР, ОПТИЧНА ЩІЛЬНІСТЬ, РАСТР, ПЛАШКА, ФАРБА.

Метою дослідження є підвищення ефективності друкарського процесу на флексографічному підприємстві завдяки розробці методики підбору анілоксового валу, задля підтримування конкурентоспроможності серед інших поліграфічних підприємств, а також для підвищенню якості надрукованої продукції.

Об'єкт дослідження – процес підготовки друкарського обладнання для друку на флексографічному підприємстві ТОВ «Наргус».

Предметом дослідження є характеристики анілоксових валів: лініатура, об'єм, форма комірок.

В кваліфікаційній роботі магістра досліджено процес фарбопереносу анілоксових валів на задрукований матеріал, на підприємстві «Наргус»; досліджені причини виникнення браку продукції, їхні виявлення та попередження у майбутньому. Сформульовані рекомендації для підбору анілоксів згідно до характеру зображення, що підвищать ефективність підприємства та конкурентоспроможність у сфері гнучкого друку.

В роботі також здійснено економічне обґрунтування проведених досліджень.

ABSTRACT

The explanatory note of the qualification work: 64 p., 4 tabl., 16 pic., 1 app., 25 sources.

FLEXOGRAPHY, ANILOX ROLL, COLOR TRANSFER, LINEATURE, CELL VOLUME, PRINT DENSITY, SPECTROPHOTOMETER, OPTICAL DENSITY, RASTR, PLATE, PAINT.

The purpose of the study is efficiency improvement of the printing process at a flexographic enterprise thanks to the development of an anilox roll selection technique, in order to maintain competitiveness among other printing enterprises, as well as to improve the quality of printed products.

The object of research is the process of preparing printing equipment for printing at the flexographic enterprise of Nargus LLC.

The subject of research is the characteristics of anilox shafts: lineature, cell volume, cell shape.

In the qualification work, the process of dye transfer of anilox rolls to printed material at the «Nargus» enterprise was investigated; researched causes of product shortages, their detection and prevention in the future. Formulated recommendations for the selection of anilox according to the nature of the image, which will increase the efficiency of the enterprise and competitiveness in the field of flexible printing.

The work also includes an economic justification of the conducted research.

ЗМІСТ

	С.
ВСТУП	8
1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ ЗА ТЕМОЮ ДОСЛІДЖЕНЬ, ПРОБЛЕМИ І ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	10
1.1 Огляд літератури за темою досліджень	10
1.2 Формулювання проблеми якісного друку	12
1.3 Мета та завдання дослідження.....	13
2 ПРОЦЕС ФАРБОПЕРЕНОСУ АНІЛОКСОВИХ ВАЛІВ	16
2.1 Теоретичні відомості	16
2.1.1 Синтез кольору у друці.....	16
2.1.2 Види друку.....	18
2.1.3 Секції друку флексодрукарської машини	19
2.1.4 Фотополімерні форми.....	21
2.2 Основні параметри фарбопереносу анілоксових валів	22
3 АНАЛІЗ ПРОБЛЕМ КОЛЬОРОВІДТВОРЕННЯ НА ПІДПРИЄМСТВІ «НАРГУС»	25
3.1 Контроль стабільності зображення під час друку.....	25
3.2 Проблеми у процесі друку, пов'язані із анілоксовими валами.....	28
3.3 Проблема «фантомних зображень»	31
3.4 Підвищення якості друку методом підбору анілоксових валів на підприємстві «Наргус».....	34
4 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА	40
4.1 Оцінка анілоксового парку підприємства.....	40
4.2 Вимірювання основних параметрів анілоксів.....	41
4.3 Візуальна оцінка відтисків.....	44
4.4 Методика підбору анілоксового валу	49
4.5 Аналіз результатів дослідження	50
5 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	52

5.1 Характеристика науково-дослідної роботи.....	52
5.2 Етапи виконання НДР, їх трудомісткість та заробітна плата.....	52
5.3 Розрахунок одноразових витрат на розробку НДР	55
5.4 Оцінка результатів науково-дослідної роботи.....	58
5.5 Визначення економічної ефективності результатів НДР.....	60
ВИСНОВКИ.....	61
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	62
ДОДАТОК А Порівняння тестових відбитків.....	65

ВСТУП

Флексографічний друк – це спосіб високого друку з використанням гнучких гумових форм і рідких фарб, що швидко висихають.

Найчастіше флексографія використовується в пакувальній промисловості для друку на різних матеріалах. На противагу високому друку флексографія працює з рідкими фарбами та еластичними, тобто, м'якими та гнучкими друкованими формами (кліше), а також з незначним тиском між формним циліндром та задрукованим матеріалом. Гнучкі друкарські форми, які раніше виготовляли виключно з гуми, а в даний час в основному з фотополімерних матеріалів, дають можливість задруковувати матеріали з дуже шорсткою поверхнею і навіть тканини.

Незважаючи на минуле та спірну якість, флексографія ідеально підходить для виготовлення більшості типів упаковки. Окрім властивої флексографії гнучкості у виборі носіїв ще однією її перевагою є ціна. Фотополімерні флексографічні форми набагато дешевші, ніж металеві форми для глибокого друку, і це тільки одне із складових відносної дешевизни флексографії.

Анілоксовий вал являє собою металевий або металокерамічний циліндр, бічна поверхня якого рівномірно покрита однаково-гравірованими осередками. Стінки осередків у верхній частині розділені комірками, ці комірочки заповнюються фарбою. Якщо в процесі друкування на поверхні перемичок фарби немає, друкована форма отримує рівномірну кількість фарби [1].

Оскільки з кожним днем конкуренція між флексографічними підприємствами зростає – типографії намагаються все більше вдосконалити технології відтворення відтиску як на програмному рівні так і у технологічному плані. Завдяки правильному підбору певних параметрів друку, підприємство прискорює свій план по виконанню тиражів. Але не завжди швидко – означає ще й якісно.

У зв'язку з різноманіттям видів друкованих зображень і матеріалів, що задруковуються, у кожному, конкретному випадку, на форму повинна наноситися саме та кількість фарби, яка найбільше відповідає даному випадку. Широкий діапазон цих варіацій потребує і різноманіття анілоксових валів різної фарбової ємності, що визначається лініатурою валу (лін/см), тобто: формою, величиною та кількістю растрових комірок на одиниці поверхні. Анілоксовий вал лініатурою 80 лін/см має крок 0,125 мм, а лініатурою 200 лін/см – 0,05 мм.

При виборі анілоксового валу необхідно також враховувати характер зображення, що відтворюється. Необхідно, щоб найменший елемент на друкованій формі був більшим за комірку анілоксового валу. Анілоксовий растровий вал повинен переносити на друкарську форму стільки фарби, щоб її було достатньо для рівномірного фарбопереносу, потрібної товщини з чіткими краями покриття всіх елементів друкарської форми. Тому саме на етапі друку – підбір правильного анілоксового валу буде найбільш вагомим показником якості віддрукованого відтиску.

Швидкий, а саме коректний підбір анілоксового валу надає можливості швидкого приладження обладнання, попередити можливі злипання точок на друці, зменшити можливості фантомного перенесення фарби, тощо. Завдяки набутим знанням можна буде коректно підбирати анілокс під характер зображення та отримувати максимальну якість друку. Це і визначило тему кваліфікаційної роботи магістра – дослідження фарбопереносу анілоксових валів на флексографічному підприємстві «Наргус».

1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ ЗА ТЕМОЮ ДОСЛІДЖЕНЬ, ПРОБЛЕМИ І ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1 Огляд літератури за темою досліджень

В роботі досліджено роботи авторів Ткаченко В.П., Гавенко С.Ф., Пашулі П.Л., Кіпхана Г., Альтхамерра Н, Крауча Дж. П., Мітрофанова В.П [2-7]. Усі роботи присвячені оцінці управлінню якості на поліграфічному підприємстві, а також особливостям виготовлення продукції флексографічним способом.

Історично управління якістю виникало як статистичний контроль якості при масовому виробництві продукції, спрямоване на стабілізацію якості у процесі виробництва. Повертаючись у недалеке минуле, відділи контролю і раніше існували практично кожному підприємстві. Проте об'єктом контролю була, як правило, одинична продукція, яку виробляє підприємство. Перехід до масового виробництва унеможливив перевірку кожної одиниці продукції. Потрібен був перехід до вибіркового контролю та використання статистичних методів для оцінки якості. Саме для цієї мети належать нормативно-технічні документи, та довідники, рекомендації виробників поліграфічного обладнання, тощо.

ДСТУ ISO 10012: 2005, яке використовується на підприємстві «Наргус» визначає вимоги до процесів вимірювання та вимірювального обладнання. Ефективний інструмент для впровадження систем управління якості поліграфічної продукції на базі міжнародних стандартів ISO серії 9000, описує основні положення, термінологію, рекомендації для отримання якісної продукції [8-10].

Флексографічний друк складається з багатьох процесів, щоб розуміти необхідність підбору певного анілоксового валу, треба розуміти усі основні етапи: препрес (кольороподіл, ріпування), виготовлення флексографічної

фотоформи, підбір фарби, друк, розуміння відтворення якісної продукції. Тому потрібно розглянути різноманітну літературу в яких би були описані усі етапи підготовки до друку, та сам друк.

У роботі Альтхамера Н. викладені основні техніки та технології флексографічного друку, починаючи з виготовлення друкованих форм і закінчуючи організацією контролю якості готової продукції. Стара робота, але є провідною у сфері флексодруку – кожен, хто хоче оволодіти високим друком повинен прочитати її. Завдяки цій роботі можна пов'язати залежність якісного друку від дотримання рекомендацій, притримування основних положень ISO.

Інформативна, але не вузького профілю книга – торкається усіх етапів флексодруку, але мало матеріалу пов'язаного з підбору анілоксових валів їхні особливості. Найбільше матеріалу можна знайти в статтях виробників анілоксових валів аніж будь-де.

Для детального дослідження саме анілоксових валів були розглянути додатково журнали та статті від провідних виробників анілоксових валів: Cheshire, Zecher, Inometa, тощо. При виборі літератури розглядувалися теоретичні можливості фарбопереносу анілоксових валів, особливості від конкретних виробників та на що це впливає. У журналі Printech News від 2016 року, грудня місяця, описуються теоретичні відомості про анілоксові вали, різноманітні можливості їх виготовлення, значущість лініатури для фарбопереносу, поданий візуальний матеріал для кращого сприйняття читачеві.

У журналі від компанії Flexcel NX дуже добре розкрита тема фарбопереносу на флексоформу, завдяки чому можна добре зв'язати тему фарбопереносу на анілоксовий вал та її фарбовіддачу на флексоформу.

Показані певні технології мікрорастрування та наявний результат друку на певних лініатурах. Добре показує себе література, як допоміжний матеріал, а не основний – є багато зображень, що можна використовувати як наочний матеріал.

Також враховувалася література, яка б допомогла розуміти за якими фізичними властивостями передається фарба на флексоформу. Ця тема детально розібрана у роботі Мітрофанова В.П., де розібрано структуру друкарського обладнання і описані принципи фарбопереносу та можливі проблеми на друці, як їх уникнути.

1.2 Формулювання проблеми якісного друку

Флексографія базується на простій концепції перенесення чорнила, але ближчий погляд на процес може виявити багато змінних, які впливають на перенесення чорнила і, звичайно, на кінцеву якість відтворення. Якість відтворення зумовлена комбінацією різних параметрів, що стосуються властивостей пластин і обробки фотополімерних друкарських форм, анілоксових валиків, тиску друку та властивостей друкарських підкладок. Тому у флексографії необхідно якомога точніше визначити весь процес або принаймні більшу його частину. Найпоширенішим і водночас найефективнішим способом досягнення найкращої якості друку є узгодження з цільовими значеннями стандарту ISO 12647-6 [11].

Для точного визначення джерела неполадок оператора дуже важливо поетапно проаналізувати і змінити окремі параметри обладнання. При одночасному зміні кількох параметрів часто за результатами робляться неправильні висновки. Крім того, необхідно встановити вихідні параметри друкарської машини (в'язкість, натяжні стрічки) перед початком коригування.

Не менше серед інших факторів на якість друку значною мірою впливає стан анілоксових роликів, і це залежить від умови їх експлуатації. Де технічне обслуговування анілоксів ігнорується, існує підвищена ймовірність того, що комірки анілоксу будуть швидше забиватися. Це відбувається у зв'язку із зносом стінок комірок, що веде за собою зниження переносу фарби, що призводить до меншої оптичної щільності відбитків і поганої якості продукції [12].

Можемо зробити висновок, що контроль анілоксових валів має важливе місце у сфері флексографічного підприємства. Щоб вирішити проблему стабільного фарбовідтиску треба насамперед дослідити основні параметри, що впливають на фарбоперенос, анілоксових валів, які є в наявності на підприємстві.

1.3 Мета та завдання дослідження

Підбір анілоксового валу до характеру друкарської форми – відповідальний процес, який займає значно часу. Неможливо якісно і без проблем віддрукувати новий тираж без підбору анілоксу. Оскільки підбір друкарського валу річ індивідуальна, (для кожної друкарської форми, структури растру, типу дизайну) потрібно розглядати кожен форму дизайну окремо за такими параметрами як кількість задруковки растра та плашкових елементів. Після підбору валів можна корегувати лініатурою анілоксу у відповідну сторону, якщо з'являться проблеми під час друку.

Тому на етапі підбору робиться оцінка анілоксового валу, як він може себе поводити при таких умовах друку. Частіше всього це призводить до невірному виробу. Тим самим збільшується час на приладження машини, зменшується якість друку – як правило збільшуються витрати на матеріал, фарбу, та забруднюються друкарські форми, які треба мити. Чим більше витрачається час на підбор анілоксу – тим більше проблем виникає під час приладки.

Актуальність цієї роботи полягає в тому, щоб уникнути довгих приладжень друкарської машини, тим самим зменшивши витрати виробництва. Ще на додрукарській стадії створення технологічної карти обов'язково треба максимально близько підібрати друкарський вал, який відповідатиме вимогам якісного друку. Зменшуючи час на приладку, можна збільшити кількість нових замовлень, на які буде відведено той час, який було затрачено на підбір валу.

Єдина функція анілоксу – передача рівномірної фарбової плівки на поверхню флексографічної форми. Занадто тонка фарбова плівка викликає такі дефекти друку, як низька оптична щільність та нерівномірне заливання. Занадто велика кількість фарби може викликати такі проблеми, як розтягування, злиття крапок, бруд на печатці. У загальному випадку флексотехнологія пробачає багато помилок, дозволяючи друкарям робити багато речей різними шляхами, за рахунок цього використання неправильного анілоксу не завжди очевидне [13].

Однак потреби ринку призводять до того, що потрібно друкувати з більш високою якістю, швидше, частіше міняти тиражі, знижати витрати на приладку та загальні витрати. Це означає, що правильний вибір анілоксу залишається фундаментальним.

Метою кваліфікаційної роботи магістра є підвищення ефективності друкарського процесу на флексографічному підприємстві завдяки розробці методики підбору анілоксів, задля підтримання конкурентоспроможності серед інших поліграфічних підприємств, а також для підвищенню якості надрукованої продукції.

Сформульована наступна гіпотеза, яку необхідно перевірити в ході дослідження: «використання запропонованої методики скоротить час приладки та підвищить якість надрукованої продукції».

Для вирішення поставленої мети кваліфікаційної роботи, потрібно вирішити певний ряд задач:

- провести аналіз наявного парку анілоксів, щоб встановити, вали з яким об'ємом осередку дозволяють коректно, без дефектів отримувати рівномірну оптичну щільність, використовуючи обрані форми;
- виконати тести замірювання об'єму комірок анілоксів; зробити тестові відбитки зображень;
- провести аналіз отриманих результатів та встановити які вали, за якими умовами показали себе найкраще;

– розробити методику використання анілоксових валів, згідно до їх характеристик;

– оцінити зміни, після впровадження методики підбору анілоксів на підприємстві.

Об'єктом дослідження є процес підготовки друкарського видання та обладнання.

Предметом дослідження є характеристики анілоксових валів: лініатура, об'єм, форма комірок.

Етап друку є теж важливим об'єктом, завдяки якому зможемо й провести певне дослідження, яке необхідне для вирішення обраних завдань.

2 ПРОЦЕС ФАРБОПЕРЕНОСУ АНІЛОКСОВИХ ВАЛІВ

2.1 Теоретичні відомості

Перед тим як дослідити анілоксові вали – треба розуміти основні процеси та теорію завдяки чому відтворюється друкарський відтиск. Починати треба від теорії синтезу кольору: процес отримання різних кольорів за допомогою декількох основних (первинних) фарб. Існує два принципово різних методи колірної синтезу: адитивний та субтрактивний синтези.

2.1.1 Синтез кольору у друці

Адитивний синтез кольору використовується в телевізорах і моніторах для створення кольорового зображення, в вимірювальних приладах (спектрофотометр), в сканерах та цифрових фотоапаратах, тощо. Комп'ютерна адитивна колірна модель RGB служить дизайнерам для обробки зображення.

Субтрактивний синтез кольору – спосіб отримання нового кольору шляхом накладання фарбових шарів (блакитного, пурпурового, жовтого і, додаткового, чорного). Синтез названий «віднімальним», оскільки видимий оком фарбовий шар віднімає, тобто поглинає з падаючого випромінювання взаємодоповнюючі промені, інші – відбиває. Наприклад, блакитний фарбовий шар віднімає (поглинає) з білого потоку світла червоні випромінювання, а сині та зелені відбиває.

В результаті парного і потрійного накладання фарбових шарів (блакитного, пурпурового та жовтого виходить широка гамма кольорів і відтінків). Шляхом накладання блакитної фарби на пурпурну виходить синій сумарний колір (рис. 2.1), так як блакитний фарбовий шар (1) поглинув з падаючого світла випромінювання, а пурпуровий шар (2) з двох випромінювань, що дійшли до нього, поглинув зелені, таким чином, до білого паперу зумів дійти і відбитися від неї тільки синій промінь.

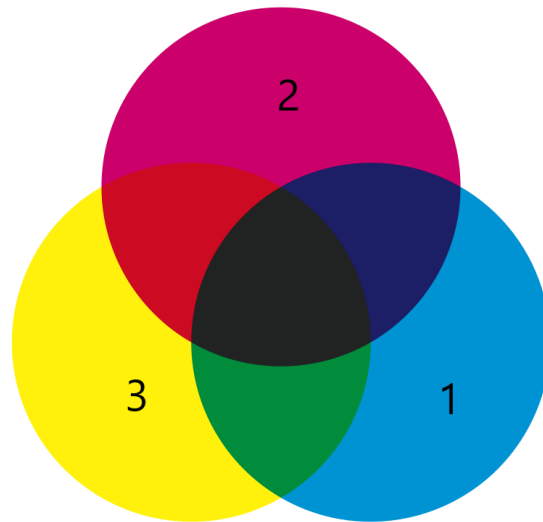


Рисунок 2.1 – Приклад субтрактивного синтезу кольору

Аналогічно, при накладанні блакитної фарби на жовту виходить зелений сумарний колір, так як блакитний фарбовий шар поглинув з падаючого світла червоні випромінювання, а жовтий шар з двох випромінювань, що дійшли до нього, поглинув сині. При накладенні пурпурової фарби на жовту виходить червоний сумарний колір, так як пурпуровий фарбовий шар поглинув з падаючого світла зелені випромінювання, жовтий шар з двох випромінювань, що дійшли до нього, поглинув сині. Відповідно, при накладенні один на одного всіх трьох фарбових виявляться поглиненими всі падаючі випромінювання, від підкладки-паперу не буде нічим відбиватися, тобто колір поверхні буде чорним. На практиці ж належної чорноти при потрійному накладенні не виходить, тому виникає необхідність у використанні четвертої (додаткової) чорної фарби [14].

Додрукарський процес включає аналіз кольору зображення, тобто його розкладання на три основні групи кольорів. У процесі друкування вирішується обернена задача – синтез кольору. Він проводиться за допомогою тріади друкарських фарб. В якості тріади можуть бути обрані три будь-які кольори за умови, що кожен з них не може бути отриманий поєднанням двох інших. У цьому випадку вони лінійно незалежні і є основою для створення будь-якого тривимірного колірної тіла. Звідси випливає, що можна використовувати

тріади фарб основних і додаткових кольорів. Колірна точність відтворення оригіналу на відбитку залежить від ряду факторів, не останнім з яких є принцип синтезу кольору.

2.1.2 Види друку

Терміном «друк» називають вид процесу або спосіб отримання друкованих відбитків. Під цим терміном розуміють друковану продукцію і передусім періодичні видання (газети, журнали, тощо.). Друкування – це багаторазове отримання ідентичних відбитків тексту і зображень за допомогою перенесення фарбового шару в більшості випадків з друкованої форми на матеріал, що запечатується, тобто на папір, картон, плівку, тощо. Сама ж друкована форма – це носій графічної інформації (тексту та зображень), призначена для множення зображень. На ній знаходяться друкуючі та не друкуючі елементи (пробільні) [15]. Друкуючі елементи – це ділянки форми, на які в процесі друкування наноситься фарба. Пробільні елементи – це відповідно, ділянки, що не приймають на себе фарбу. У поліграфічному виробництві існують три основні види друкованих форм: високий (а), плоский офсетний (б) і глибокий (в) друк (рис. 2.2).

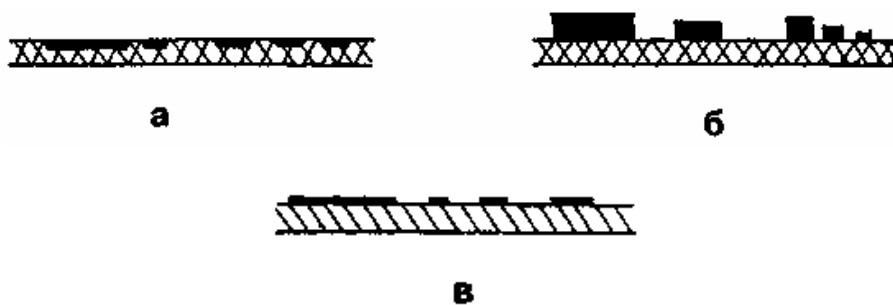


Рисунок 2.2 – Результат відбивання фарби на матеріалі високого (а), глибокого (б) та плоского в друку (в)

Плоский друк – спосіб друку, що використовує форми, на яких друкувальні та пробільні елементи розташовані в одній площині і

відрізняються лише фізико-хімічними властивостями. Основою для форм плоского друку, як правило, є металеві листи (пластини) – одношарові у разі монометалічних форм і багатшарові у разі біметалічних форм. Для виготовлення форми пластина покривається світлочутливим шаром і засвічується через фотоформу, що використовується як шаблон.

Глибокий друк – у поліграфії спосіб друку з використанням друкованої форми, на якій друкуючі елементи затоплені по відношенню до пробільних. Від офсетного і високого друку відрізняються тим, що товщина шару фарби на одному відбитку може змінюватися від десятків до сотень мікрометрів, тоді як цей показник стабільний і становить близько 1 мікрометра. Така особливість технології забезпечує рельєфність елементів зображення, що виступають над поверхнею паперу. Шорсткість зображень відчувається при дотику

Високий друк у поліграфії – спосіб друку, що використовує форми, на яких друкуючі елементи розташовані вище пробільних. Історично цей спосіб, мабуть, першим набув поширення як технологія тиражування зображень. У поліграфічній промисловості до технологій високого друку відносяться друкарський (високий, книжковий) друк та флексографія. Різниця полягає як у друкованих формах (форми високого друку виготовляються зокрема, на базі лінотипного та монотипного видів набору із досить твердого гартового сплаву або за сучасною технологією з вимивних фотополімерів), так і в процесі друку.

2.1.3 Секції друку флексодрукарської машини

Термін «флексографія» було запропоновано застосовувати офіційно на Національній конференції з пакувальних матеріалів, що проводилася в США 21 жовтня 1952 р., оскільки в цьому способі друку можна було використовувати не тільки анілінові фарби. В його основу було покладено англійське слово *flex-ibillis*, що означає "гнучкий". Найперші спроби використання еластичних друкованих форм та анілінових барвників були

зроблені ще в XIX столітті при розробці технологій масового виробництва шпалер. Але анілін – це досить отруйна рідина, тому з часом його використання поступово відмовилися.

Автономні флексодрукарські машини (рис. 2.3) зазвичай містять розташовані в лінію горизонтальні модулі друку та, як правило, пристрій завантаження на стороні подачі та секцію викладу на виході [16].

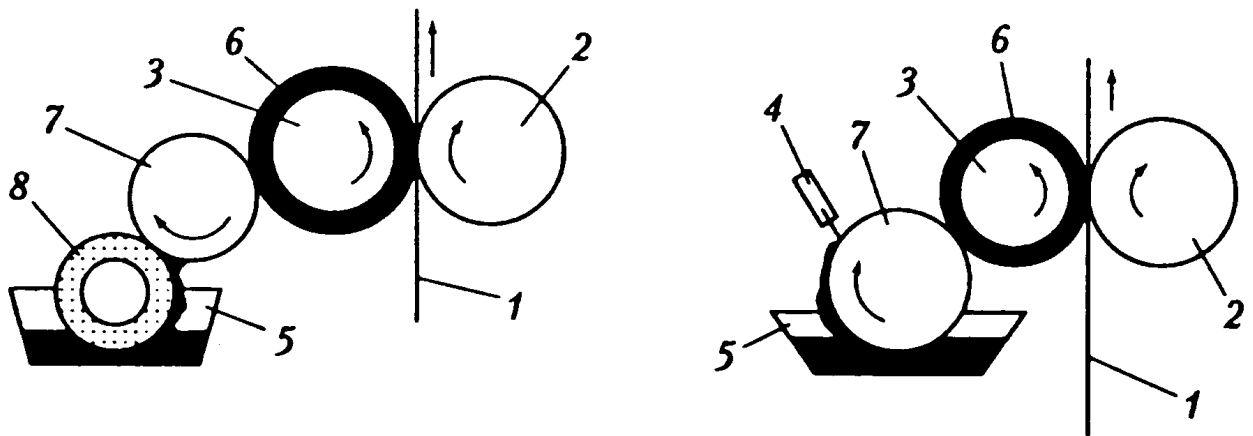


Рисунок 2.3 – Варіанти друкарських секцій флексографічної машини

У кожній секції друку сучасної флексодрукарської машини є:

- полотно із матеріалом для друку (1);
- друкарський циліндр (2): гільза, яка підтримує матеріал, коли до нього притискається друкована форма;
- формний циліндр (3): циліндр, на якому монтується друкована форма;
- ракельна камера (4): пристрій, що подає дозовану кількість фарби в комірці анілоксового валу;
- система накату фарби (5): резервуар з фарбою, фарбовий насос з фарбопроводами, що подає і зворотним, та інші елементи які забезпечують подачу фарби та її необхідну в'язкість;
- анілоксовий вал (7): розроблений на високому технічному рівні циліндр з металу та/або кераміки, на якому лазером вигравіровані дрібні комірочки із заданим кутом нахилу, лініатурою та об'ємом для отримання необхідних характеристик друку;

– гумові валики (8): система, яка може використовуватися замість ракельної камери і складається з двох гумових валиків, що стикаються. Один із валиків, який занурений у резервуар із фарбою, переносить фарбу на другий валик, що стикається з анілоксовим валом. З метою обмеження витрати фарби до анілоксового валу може бути доданий ракельний ніж, встановлений під від’ємним кутом.

Між секціями друку можуть встановлюватися сушки, щоб забезпечити нанесення наступних кольорів без змішування з раніше надрукованими. У сушках може використовуватися гаряче повітря, а також інфрачервоне або ультрафіолетове світло, залежно від застосування.

2.1.4 Фотополімерні форми

Наступним кроком у винаході флексодруку стали гумові еластичні форми. Їх сконструював Джон Л. Кінгслі – американець, який отримав патент на «Удосконалення складових виготовлення стереотипних форм» в 1853 р. він вигадав склад суміші, основою якої став каучук – речовина рослинного походження, виготовленого із соку дерев Південної Америки.

Фотополімерні матеріали, з яких виготовляються флексографічні друкарські форми, можуть бути рідкими (системи Liquid) або твердими (система Solid), причому тверда їх форма використовується частіше. Сировиною для фотополімерних матеріалів служать еластомерна сполучна речовина, ненасичені мономери та УФ-фотоініціатори. Вони розчиняються у воді або в органічних розчинниках. При засвітленні УФ-променів відбувається реакція полімеризації. Утворені шляхом цієї реакції фотополімери стають нерозчинними. При частковому засвіченні фотополімери можуть частково задублюватися, тоді як незасвічені ділянки можна розчинити, тобто. вони зберігають здатність до вимивання. Ця властивість використовується для виготовлення рельєфних друкованих форм [17].

2.2 Основні параметри фарбопереносу анілоксових валів

Процес флексодруку залежить від точного контролю перенесення рідких фарб. Анілоксовий валик – призначений для постійної подачі рівномірного об'єму фарби на носій зображення. Анілокс вважається серцем флексографічного друку. Старіші методи механічного гравіювання комірок на поверхні валу були значною мірою замінені точними розрахунками комп'ютеру завдяки лазерному гравіюванню сталевих рулонів з керамічним покриттям. У цьому процесі мільйони дрібних отворів (комірок) просвердлені на керамічній поверхні анілоксу.

Завдяки сучасним технологіям гравіювання анілоксових валів, створено різноманіття можливих форм комірок. Кожний вид з яких виконує свою окрему роль у фарбопереносі на задрукований матеріал.

Анілокс часто називають «серцем» флексографічного друку. Якщо його неправильно обрати або обслуговувати належним чином, підприємство не працюватиме ефективно, а якість друку постраждає.

Кут гравіювання (рис. 2.4) або візерунок відноситься до особливої орієнтації комірок у наступних один за іншим рядах гравіювання, відрахованої від горизонтальної осі валу. Коли вал крутиться і проходить повз фокусуючу лінзу в лазерній шафі, електронні системи контролюють положення поверхні валу в будь-який момент часу. У відповідний час, коли кут повороту і горизонтальний інтервал правильний, лазер обробляє, концентруючи свою енергію на певній ділянці поверхні валу. Лазерні імпульси проходять тисячі разів на секунду, і їх потужності достатні, щоб видалити та сформувати комірку [18].

У сучасній флексографічній промисловості, незалежно від продуктів, що переробляються, 60-градусна шестикутна комірка все ще є найпоширенішою формою, чи то для друку коричневих крафт-гофроящиків, чи для найтоншого технологічного друку на плівці чи папері з покриттям. Об'єм цієї комірки вимірюється в мільярдах кубічних мікрон (млрд) на квадратний дюйм.

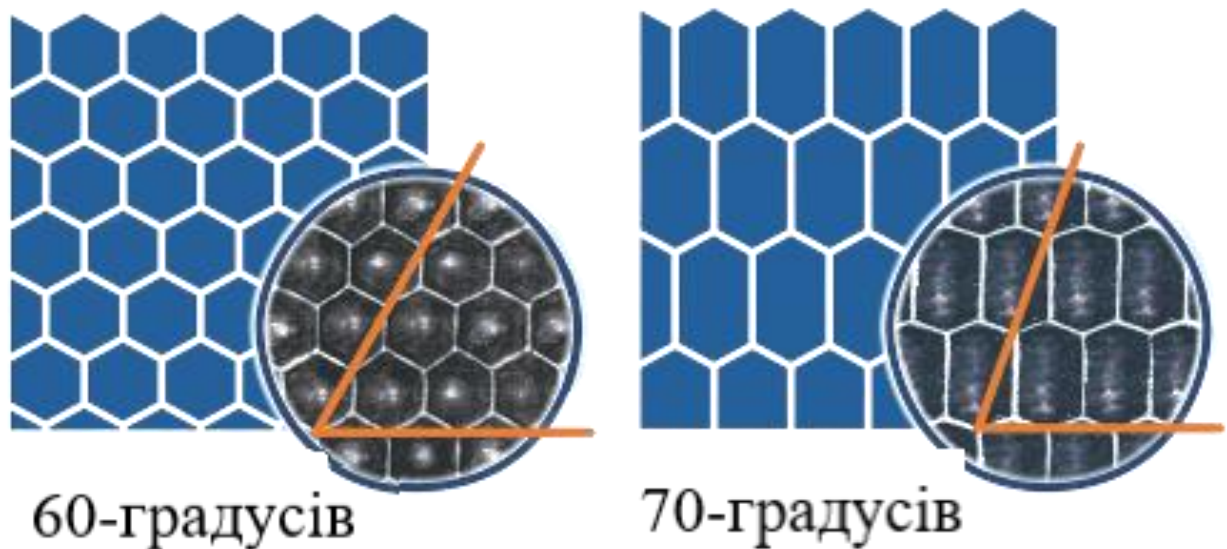


Рисунок 2.4 – Приклади гравіювання анілоксового валу

Об'єм фарби який може вмістити валик, впливає на щільність, чіткість і загальний тональний діапазон, можливий для друкованого зображення. Кількість комірок означає кількість ліній комірок на дюйм (lpi) уздовж осі гравіювання. Це об'єм і кількість комірок, які регулярно змінюються залежно від загальних вимог до друку. Об'єм комірки — це місткість вигравірованої поверхні в квадратному дюймі, виражена в мільярдах кубічних мікрон. Більший обсяг означає більш високу щільність чорнила, більше кольору або більшу товщину покриття. При менших обсягах наносяться тонші плівки чорнила, що безпосередньо пов'язані з вищою точністю друку для растрових структур.

60-градусний керамічний анілоксовий валик із лазерним гравіюванням з'явився на початку 1990-х років, замінивши 45-градусне алмазне гравіювання, подібне до валиків з механічним гравіюванням минулого. 60-градусна комірка має тонші стінки, отже, більший отвір для кращого вивільнення чорнила, і лише три стінки комірки перетинаються на «стійку» комірки порівняно з чотирма стінками на 45-градусних комірках. Це важливо, оскільки область штифта не переносить чорнило, а менший знос зони штифта 60-градусної комірки мінімізує втрати під час перенесення чорнила.

У промисловості гофрокартону, особливо для суцільного друку, це подовжена або витягнута комірка на 70 або 75 градусів, яка забезпечує кращий вихід чорнила завдяки формі комірки. Це подовжене гравіювання забезпечує більший об'єм у певному lpi, оскільки в процесі гравіювання циліндричні стінки комірок усуваються навколо валика, залишаючи більше місця для переносу чорнила.

Таким чином, оператор, який використовував 250 lpi, 7,5 млрд. см, 60-градусний ролик, може розглянути можливість переходу на 330 lpi, 7,5 млрд. см, 70-градусний ролик, щоб досягти необхідний той самий об'єм, але кращий 330 lpi забезпечить чіткіші, гостріші краї, виворіт і шрифт.

У вузькофульонних, широкоформатних галузях друку у середньому 60-градусна кількість і об'єм анілоксу зазвичай коливається від 360 lpi з об'ємом 5,0 млрд. см до 1400 lpi з об'ємом 1,0 млрд. см. Знову ж таки, це залежить від вимог до друку та підкладки для друку, оскільки існують дуже спрощені роботи з одними шрифтовими елементами, які не потребують такої роздільної здатності [19].

Але при 4-кольоровому друку або друку з розширеною гамою, зазвичай потрібні більш тонкі растровання та менші об'єми, залежно від лінійного растра використовуваних друкарських форм, а також для того, щоб уникнути збільшення або зростання крапок, коли точки на формі занурюються в комірку через обмежену підтримку стінок. Нефективне перенесення чорнила призводить до «брудної» якості друку.

3 АНАЛІЗ ПРОБЛЕМ КОЛЬОРОВІДТВОРЕННЯ НА ПІДПРИЄМСТВІ «НАРГУС»

3.1 Контроль стабільності зображення під час друку

Стабільність зображень протягом друку всього тиражу залежить від багатьох факторів, що вимагають вимірювання та контролю: товщина фарбового шару, що наноситься на папір, розтискування фарб, дотримання «балансу по сірому», трепінг, контрастність друку та точність відтворення кольорів [23-24].

Все це – складові, без яких неможливе отримання якісного тиражу. Розглянемо докладніше кожен із складових.

Товщина фарбового шару. Якщо шар фарби, що наноситься на задруковану поверхню, буде занадто тонким – висока ймовірність порушення кольору і контрастності зображення, занадто товстий шар продовжить час закріплення фарби на відбитку, що може призвести до змащування зображення, злипання точок, тощо (рис. 3.1).



Рисунок 3.1 – Приклад нерівномірної задруковки фарби

Для контролю товщини фарбового шару використовується денситометр, що вимірює оптичну густину плашок. Оптична щільність найчастіше пов'язана з товщиною фарбового шару прямою залежністю – чим товщий шар фарби, тим вищий показник оптичної щільності. Нормальні показники оптичної щільності фарб відображені у стандартах та специфікаціях продукції. Важливо пам'ятати, що з висихання фарб змінюється їх коефіцієнт відбиття, що впливає і оптичну щільність.

Розтискування. Невідповідність параметрів елементів друкованої форми та відбитка. Особливість, що викликається тиском між матеріалом, що задруковується, і друкарською формою, через який фарба виходить за межі растрових точок. Розтискування контролюється за допомогою денситометра. Оптичний приріст растрових точок викликається світлопоглинанням і розсіюванням світла всередині матеріалу, що задруковується, а також виникненням крайового ефекту по межах друкованих елементів. Показник розтискування залежить від різних факторів: властивостей матеріалу, що задруковується, обраного типу фарб, величини тиску при друкарському процесу, наявності механічних несправностей друкарського обладнання і правильності його налаштування, а також від розміру і форми самого друкованого елемента (рис. 3.2).

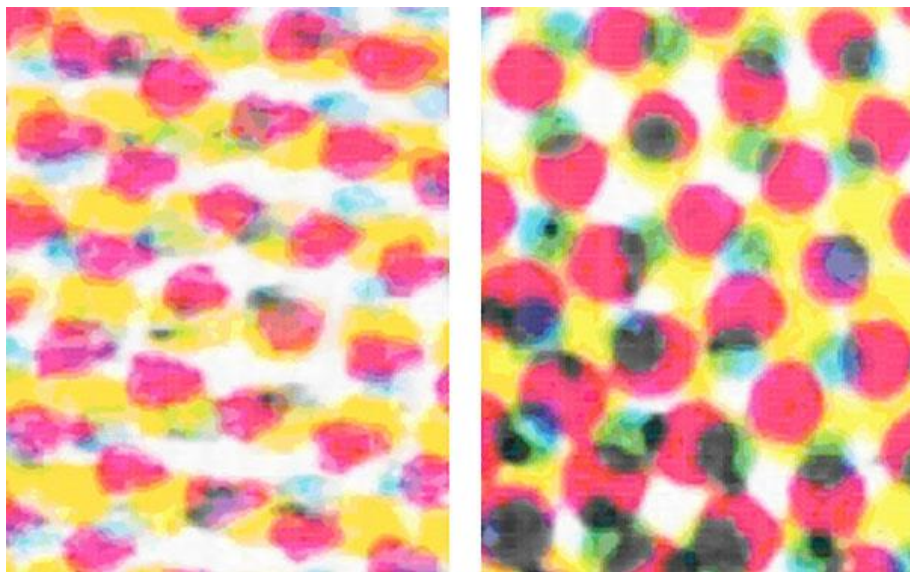


Рисунок 3.2 – Приклад деформації растрових точок

При друці тиражу практично ніколи не вдаються до побудови кривих розтягування, як правило, для вимірювання беруться дві растрові плашки з 50% та 80% растра. Плашка 50% зручна тим, що саме її параметри вказуються у стандартах допустимого розтискування для матеріалу та обладнання [20].

Для обчислення відносної площі растрових елементів та їх приросту денситометри використовують формулу Мюррея-Девіса:

$$S = \frac{1-10^{-D_r}}{1-10^{-D_v}} \times 100\%, \quad (3.1)$$

де D_r – щільність растрового фону;

D_v – щільність плашкового 100% поля.

Баланс «по сірому». У встановлених поєднаннях для світла, тіней і півтонів сірий колір повинен утворюватися при змішуванні жовтого, пурпурового та блакитного. Якщо у контрольного кольору з'являється сторонній відтінок, це сигнал про нерівномірність товщини нанесеної фарби або проблеми з розтискуванням одного з кольорів.

Кожна з тріадних фарб має легкий сірий відтінок, наче вона забруднена двома іншими. Визначення частки сірого фарбового шару проводиться за допомогою спектрофотометра. При цьому тріадні фарби вимірюються через червоний, блакитний та зелений фільтри. Після вимірювань частка сірого кольору визначається за такою формулою:

$$Gb = \frac{D_L}{D_H} \times 100\%, \quad (3.2)$$

де D_L – найменше значення щільності;

D_H – найбільше значення щільності.

При правильному дотриманні колірної балансу по сірому отримані щільності за трьома фільтрами повинні бути приблизно однакові – рисунок 3.3 [20].

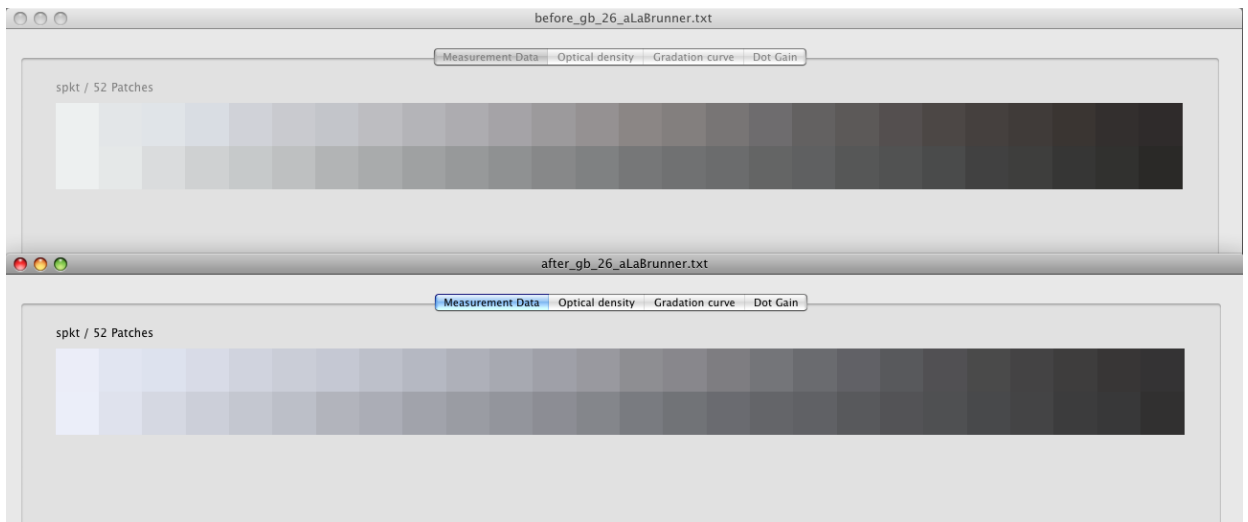


Рисунок 3.3 – Приклад балансу сірого:
(зверху) баланс не згоджено та збалансовано (знизу)

3.2 Проблеми у процесі друку, пов'язані із анілоксовими валами

В результаті впровадження останніх технологічних удосконалень, значно покращилася якість та знизилася вартість флексографічного способу друку, що суттєво розширило поле його застосування.

Виробники друкованої продукції отримали доступ до таких передових досягнень, як керамічні анілоксові вали з лазерним гравіюванням, цифрова додрукарська підготовка [25-28], фотополімерні форми, технологія StP та друк на високій швидкості з використанням високолінійних анілоксів.

Однак, незважаючи на зростання якості флексографічного друку, більшість виробників не використовують всіх можливостей своїх машин і регулярно стикаються з проблемами при друку. За результатами досліджень, 70% дефектів, що виявляються, безпосередньо пов'язані з застосовуваними технологіями. Виробники друкарського обладнання та постачальники фарб видали багато посібників з вирішення проблем, що описують найважливіші дефекти друку, їх причини та способи усунення.

Основні проблеми, з якими стикаються оператори друкарської машини, на флексографічному підприємстві «Наргус» під час друку представлені у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Найпоширеніші дефекти під час друку

Назва дефекту	Причина виникнення дефекту	Спосіб запобігання дефекту
Недостатня щільність суцільного тону під час друку, хоча плашки продруковуються рівно.	У цього явища є дві основні причини: Ємність анілоксового валу занадто мала. Фарба надто сильно розбавлена.	Замініть анілоксовий вал. При друку дуже дрібного растру, наприклад 60 л/см, і якщо при цьому розтискування точок растру повинно бути мінімальним, вибирайте анілокс з невеликою кількістю перенесення фарби. У подібних випадках часто неможливо досягти бажаної щільності суцільного тону. Концентрація пігменту кожного типу фарби має межі. Відкладення особливо при роботі з водними фарбами в осередках анілоксового валу зменшують його ємність. Необхідно ретельно чистити анілокси.
При повторному тиражі продрук більш суцільний порівняно з першим тиражем.	Анілоксовий вал має більшу ємність, ніж той, який використовувався при першому тиражі. Можливо пластини не були очищені перед зберіганням після першого тиражу.	Замініть анілоксовий вал. Очищайте кліше, по можливості, тільки етанолом або сумішшю етанолу з етилацетатом (максимум 20% ацетату).

Продовження таблиці 3.1

Назва дефекту	Причина виникнення дефекту	Спосіб запобігання дефекту
Під час друку між рельєфними елементами утворюються бризки фарби.	Здебільшого причиною є, накат занадто великої кількості фарби при занадто сильному підведенні анілоксового циліндра.	Замініть анілокс, перевірте підведення циліндра.
Зовнішні краї жирних шрифтів, ліній та плашок, а також світлі растри до тону 50% друкуються раніше.	Проблема в змочувальній здатності фарби щодо друкованого матеріалу, рідше щодо друкарської форми.	При використанні спиртової фарби трохи зменшіть в'язкість фарби, під час роботи з водяною фарбою додайте розчинник. Друкуйте тонкі штрихи/розтри та плашки окремо.
Растрові точки деформуються в напрямку друку, подовжуються і набувають овальної форми.	Прослизання циліндрів, занадто велика або занадто маленька товщина кліше, занадто сильний натиск.	Відкоригуйте загальну товщину кліше та натиск.

Як можна побачити основні проблеми в основному пов'язані або з фарбою, або з анілоксовими валами. Тому можна ще раз підкреслити актуальність роботи дослідження анілоксових валів.

3.3 Проблема «фантомних зображень»

В результаті впровадження останніх технологічних удосконалень значно покращилася якість та знизилася вартість флексографічного способу друку, що суттєво розширило поле його застосування.

Виробники друкованої продукції отримали доступ до таких передових досягнень, як керамічні анілоксові вали з лазерним гравіюванням, цифрова додрукарська підготовка, фотополімерні форми, технологія StP та друк на високій швидкості з використанням високолінійних анілоксів.

Однак, незважаючи на зростання якості флексографського друку, більшість виробників не використовують всіх можливостей своїх машин і регулярно стикаються з проблемами при друку. За результатами досліджень, 70% дефектів, що виявляються, безпосередньо пов'язані з застосовуваними технологіями. Виробники друкарського обладнання та постачальники фарб видали багато посібників з вирішення проблем, що описують найважливіші дефекти друку.

«Фантомні зображення» – добре відоме явище в офсетному процесі, але в літературі, присвяченій флексографії, їй приділено мало уваги. Однією з найважчих проблем у флексографії.

Дефект виглядає як непередбачений дизайн нечіткий малюнок на плашці. Колір стороннього зображення і плашки, де воно проявилось, завжди збігається. «Фантом» завжди розташований в тому самому місці і по суті дублює нормальний друкований елемент, присутній в дизайні, але поступово зміщений у напрямку друку. Зображення може бути темніше плашки, на якій воно проявилось, але може бути і світліше (рис. 3.4).

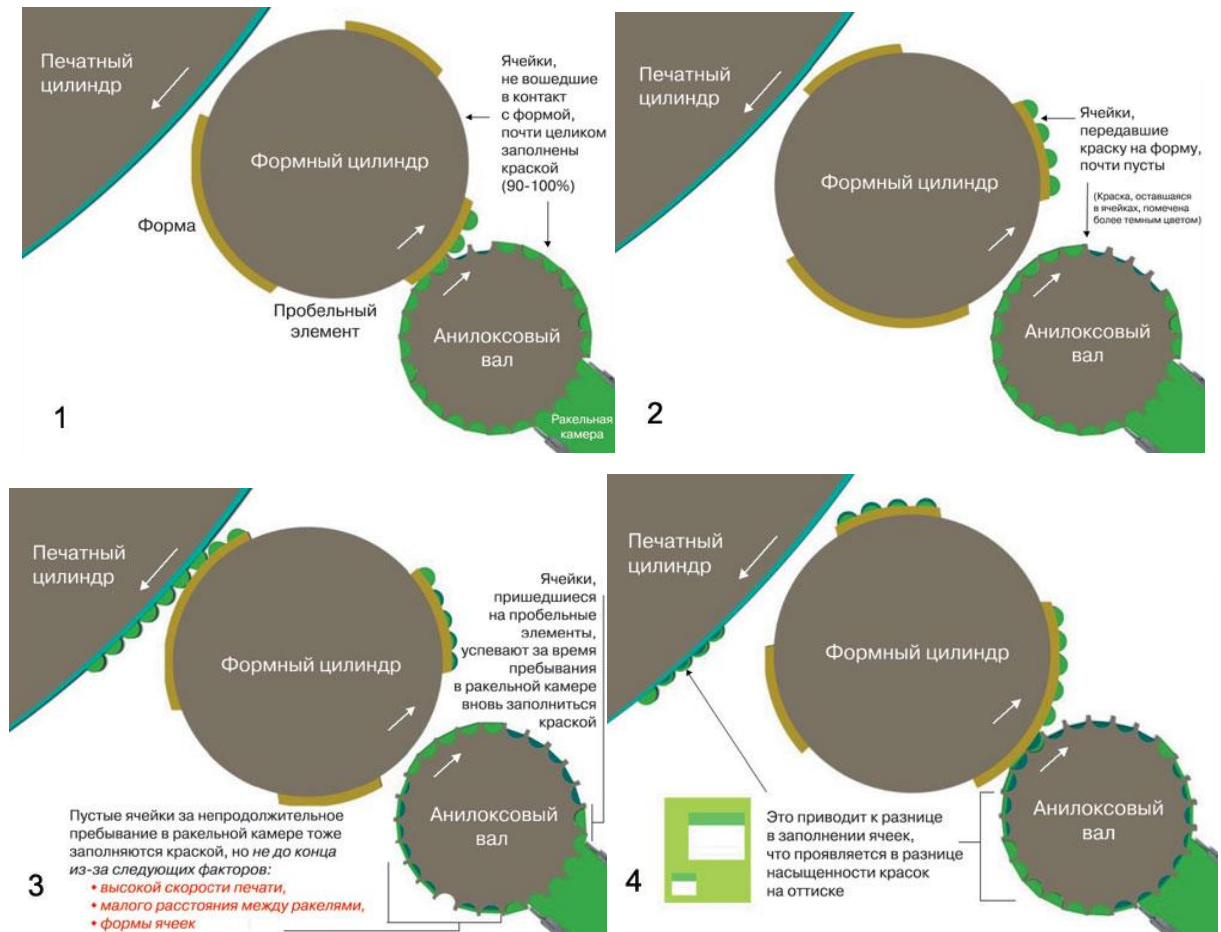


Рисунок 3.4 – Етапи, що ілюструють появу «Фантомного зображення» у флексографії

На думку виробників поліграфічного обладнання, причина виникнення «фантомів» полягає у властивостях фарб, точніше – у швидкості їх висихання. Після часткового випаровування рідких компонентів занадто швидке висихання фарби може призвести до накопичення на дні осередків анілоксу в більш концентрованому стані. Це призводить до перенесення на форму, а потім і на матеріал більш насиченої фарби та появи темніших областей на відбитку.

На підставі такого аналізу робиться висновок, що проблема вирішується шляхом зміни складу розріджувача у бік уповільнення висихання розчинників або підвищення швидкості друку, коли це можливо. Це дозволить послабити або усунути появу примарних зображень, одночасно підвищуючи ризик злипання в рулоні.

Незважаючи на те, що зв'язок властивостей фарби з виникненням сторонніх зображень на плашці безсумнівно існує, це не є вичерпним поясненням причин появи дефекту, складність якого обумовлена впливом безлічі факторів. Як правило, «фантомні зображення» пов'язані з механічними явищами.

При швидкості 300 м/хв час обороту осередків анілоксу перед повторним входом до камери ракельної системи становить менше 0,1 с. Цей проміжок часу дуже малий, щоб фарба встигла засохнути. Крім того, час проходження комірки через камерний ракель наближається до 0,01 с – недостатньо, щоб заповнити комірки повністю.

Як досягти ідеального заповнення осередків анілоксового валу в камерному ракелі за високої швидкості друку? Оскільки технологія постійно вдосконалюється, завданням виробників фарб стає творчий пошук нових підходів, за допомогою яких технологічні досягнення стануть доступними для виробничників. Постачальники фарб повинні бути знайомі з новими технологіями, що відкривають дорогу до розробок складних високошвидкісних друкарських машин, цифрової додрукарської підготовки, ще ефективніших друкарських форм, монтажних стрічок, анілоксових валів, клеїв, матеріалів.

При більш детальному розгляді параметрів друкованого процесу можна зробити висновок, що висока швидкість друку, недостатній тиск і занадто мала кількість фарби в ракельній камері можуть погіршити проблему через неповне заповнення осередків анілоксу свіжою фарбою. Завдяки зміни анілоксу на менший об'єм фарби, можна позбутись цієї проблеми, але при друці саме на суцільних фонах цю проблему буде дуже важко уникнути, оскільки передається недостатня кількість фарби [22].

3.4 Підвищення якості друку методом підбору анілоксових валів на підприємстві «Наргус»

Щоб обговорювати стан справ у цій галузі зараз, треба згадати про те, яку роль у флексографії грав анілоксовий вал раніше, у часи, коли друкар, дивлячись на оригінал, вже знав, який анілоксовий вал із небагатьох наявних підходить для цієї роботи. Сьогодні варто задати питання: чи здатний хтось дійсно розбиратися в цьому предметі?

Яку лініатуру растру слід підібрати для відтворення ділянок з великими штрихами і плашками, чи це має бути растр з лініатурою 80 лін/см (200 осередків/дюйм), 100 (250), 120 (300), 140 (350) або 140 (350) см (400 осередків/дюйм)? Чи можуть дрібнорастрові анілоксові вали забирати та переносити достатню для друку штрихових зображень кількість фарби, чи вони просто тією чи іншою мірою виконують проміжні функції? Чи можна підвищити якість напівтонового друку за допомогою дрібнолініатурних анілоксових валів? Який анілоксовий вал, зрештою, використовувати, коли і для чого?

Сьогодні складнощі викликають різноманітність вимог з одного боку та наявність безлічі технологій з іншого. Як запечатуваний матеріал використовується від 20 до 30 видів плівок з різною сприйнятливістю до фарби і приблизно таку ж кількість різних видів паперу. Існує принаймні три типи фарб: на основі розчинника, на водній основі і випромінюванням, що закріплюються, і близько 100 формул фарб. Форми кріпляться однією зі 100 можливих комбінацій липкої стрічки та покриття валу. Друк може проводитися на машинах з шириною рулону, що змінюється в діапазоні від 40 до 180 см. Фарба з анілоксового валу зчищається із застосуванням, можливо, 40 різних конструкцій ракельних систем із швидкостями від 80 до 400 м/хв.

Параметри, що впливають на якість друку, пов'язані між собою, подібно до ланок одного ланцюга. Спотворення у будь-якій з ланок призводять до

нестабільності всієї системи. Таким чином, руйнується правильний баланс між різними взаємозумовленими факторами, що позначається на роботі друкарської машини і, отже, призводить до зниження продуктивності. До основних параметрів відносяться:

- лініатура растру друкарської форми;
- тип друкарської форми;
- спосіб кріплення друкарської форми на формному циліндрі;
- запечатуваний матеріал;
- фарбові системи;
- склад фарби та її в'язкість;
- ракельна система;
- швидкість друкарської машини;
- тип друкарської машини.

Низьколінійний растр, що служить для відтворення зображення у високих світах, повинна наноситися та оптимальна кількість фарби, яка не призводить до надмірного розтискування або злипання країв сусідніх точок, у той же час і тіні, і ділянки суцільного зображення повинні покриватися достатнім шаром фарби. Для плашок його товщина визначається оптичною щільністю, значення якої набувають стандартним методом вимірювання. В ідеалі хотілося б досягти оптичної щільності, що дорівнює 1,55, що гарантувало відтворення всього тонового діапазону з хорошим контрастом.

Тільки прагненням до економії можна пояснити існуючу сьогодні тенденцію зменшення кількості фарб, що використовуються для друку. Докладаються зусилля для того, щоб отримувати задовільні результати при друкуванні п'ятьма фарбами там, де всього кілька років тому використовувалися б від шести до восьми. Це означає перенесення акценту на потребу відтворювати оригінали, що містять напівтонові, так і штрихові елементи, найбільш простим і зручним способом. Простіше кажучи, для будь-якого замовлення потрібно підібрати відповідний анілоксовий вал.

Реально вал з лініатурою растру 60 лін/см і глибиною комірки 70 мкм переносить лише малу частину від теоретично розрахованого обсягу фарби. Більша кількість залишається в осередках і швидко засихає. Інакше кажучи, поверхня, запечатана суцільним фоном, найкраще виходить при друкуванні тонким, рівномірним шаром фарби, а не товстим, який до того ж може містити багато комірок (рис. 3.5).



Рисунок 3.5 – Вплив поверхневого натягу фарби в зоні контакту на поділ шару

Це можна пояснити так: що чим вужчі перемички між осередками, то краще по них розтікається фарба. Покриті фарбою перемички не залишають візуально помітних слідів на поверхні, що запечатується. Відповідно, суцільні ділянки зображення відтворюються рівномірніше. Чим ширше перемички, тим, внаслідок недостатнього покриття фарбою матеріалу, що запечатується, помітніше залишаються ними незафарбовані «мітки».

Секрет гладкості фону запечатаної поверхні при використанні валу з растром 140 лін/см пояснюється головним чином тим, що порція фарби, що приймається поверхнею перемички, зменшується на 77,5%. Наявна нині технологія передбачає суворий взаємозв'язок між шириною перемичок, кроком растру і глибиною осередків. Чим вужче перемички растру високолінійного анілоксового валу, тим більше має бути глибина осередку. Для дрібного растру справедливе протилежне: що вужче перемички, то важче гравірувати глибші осередки.

Важливо в кожному конкретному випадку правильно підбирати характеристики анілоксового валу, щоб вони найбільшою мірою відповідали цій галузі застосування. Комірки повинні бути настільки глибокі, наскільки це необхідно, тобто на кілька мікронів нижче рівня, на якому фарба, імовірно, розділяється, а перемички повинні бути настільки вузькими, щоб їхня поверхня повністю покривалася фарбою і не залишала «мітки» в процесі друку.

Неодмінною умовою є відповідність глибини та ширини осередків анілоксового валу друкованої форми, в'язкості та типу фарби. При зміні одного з цих параметрів змінюються і характеристики перенесення фарби, причому відхилення можуть становити до 30%.

У випадках коли в'язкість білої фарби збільшується до 24 с або якщо товста друкована форма закріплюється на м'якій гумовій основі, позитивні властивості нового покоління анілоксових валів перестають відчуватися. Відбиток починає розтріскуватися, зменшується кількість фарби, що переноситься.

Використання білої фарби з в'язкістю 13 с на друкованих машинах, що мають ракельний пристрій, дозволяють друкарю, як і раніше, використовувати традиційний анілоксовий вал з лініатурою растру 60 лін/см і глибиною комірки 70 мкм.

Однак, відомий той факт, що при відтворенні плашки фіолетового кольору на поліетиленовій плівці синя фарба розподіляється нерівномірно, і на відбитку помітне чергування світлих і темних ділянок. Була спроба компенсувати це явище використанням анілоксового валу з лініатурою 140 лін/см і глибиною осередку 30 мкм. Там, де ця проблема все ж таки залишалася, анілоксовий вал був замінений на інший – 140 лін/см і 50 мкм. Однак зображення знову виходило плямистим.

Крім того, через надлишок фарби на поверхні анілоксового валу на запечатуваному матеріалі спостерігалися сліди розбризкування. Проблему міг би вирішити вал меншої фарбоємності.

Ділянки суцільного зображення відтворювалися належним чином при застосуванні валу з лініатурою 140 лін/см, відношенням ширин перемички та комірки 1:18 та кутом гравіювання 60°. Тут слід зазначити, що не всі анілоксові вали з лініатурою 140 лін/см мають однакові параметри. Глибина осередків керамічного анілоксового растрового валу, не така істотна, як для раннього покоління металевих валів.

Однак та практично ідеальна ширина перемичок, яка характерна для керамічних валів з лазерним гравіюванням, навряд чи досяжна для хромованих металевих валів. не така істотна, як для більш раннього покоління металевих валів.

Окрім якості зображення, візуальній оцінці піддається ще й обсяг відходів. Надмірна витрата фарби не тільки сама по собі обійдеться в величезні витрати. Надмірна товщина фарбового шару може створювати проблеми при друці, що виражається в поганому закріпленні і розбризкуванні фарби, плямистості зображення.

Чим глибше осередки анілоксового валу, тим складніше вони піддаються очищенню, ускладнюючи загальне очищення валу і позначаючи його однорідності. Не надто ретельне очищення унеможливорює рівномірну подачу фарби. Чим частіше вал чистять, тим вищий ризик деградації комірок [22].

На підприємстві використовується АСУП (автоматична система управління підприємством) на базі 1С. Завдяки набутим знанням за весь період часу на ринку друку флексографічної етикетки, було створено систематизований підбір анілоксів згідно до певного дизайну.

АСУ на базі 1С, що впроваджене на підприємстві «Наргус» було створено з нуля. Завдяки гнучкості програмування цієї автоматизованої системи, було впроваджено і систематизовано усі підрозділи підприємства. Завдяки такому підходу, можна стабілізувати кольоровідтворення від тиража до тиражу, зберігаючи усі параметри минулих разів. Це дуже допомагає насамперед у підборі анілоксів, завдяки чому – під певний вид дизайну

підтягується технологічна карта з усіма налаштуваннями, потрібно лише обрати дизайн, з якого вибирати дані.

Пришвидшення створення технологічної карти і відправки до друку, дозволяють не робити кропітку роботу підбору параметрів друку для кожного виду дизайну. Але, робота ускладняється, коли замовник через декілька років вирішує знову замовити друк своєї етикетки: з часом анілоксові вали стираються, їхній об'єм зменшується, ширина перемичок збільшується – тому повторити умови минулого року і сьогодні, найважча проблема у плані вирішення на будь-якому підприємстві.

4 ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

4.1 Оцінка анілоксового парку підприємства

Для досягнення результатів експерименту, треба вирішити поставлені задачі. Перед початком проведення експерименту, треба оцінити анілоксовий парк підприємства. Оскільки всі дані було отримано з конкретного підприємства з флексографічного друку «Наргус», безпосередньо, будемо оцінювати наявний набір анілоксових валів саме підприємства «Наргус».

Парк анілоксових валів налічує в собі більше 50 валів із різноманітними характеристиками лініатури та форми комірок. Діапазон роботи анілоксів складає від 80 лін/дюйм до 450 лін/дюйм, що дозволяє друкувати найрізноманітніші види робіт, починаючи від суцільних задрукувань фону до найдрібніших растрових структур.

Незважаючи на це, підбір з такого великого парку, відкриває не тільки можливості друкування будь-яких елементів, але й частіше всього плутає друкаря (або технолога). Типова ситуація: друкарю дали технологічну мапу, де вказано номер анілоксу із параметрами, які потрібно установити в друкарську машину. За відсутністю цього анілоксу (вал брудний і він на мийці, або зайнятий на іншій друкарській секції), друкар приймає рішення змінити його на такий саме за параметрами лініатури, але не враховує форму комірки, що призводить до не/значної фарбовіддачі на форму. У цьому лежить проблема значної кількості анілоксів, де дуже важко контролювати поведінку валу, оскільки на це впливає не один фактор, а значна кількість.

Тому для проведення експерименту обрано анілокси однієї фірми з різними формами комірок. Дослідження допоможе врахувати різноманітний фарбоперенос завдяки своїм структурним можливостям комірок. Були обрані анілокси фірми Арех, оскільки у парку підприємства вони придбані комплектом, із різноманітною лініатурою і формами комірок, без наявних

дефектів – що дозволяє максимально точно протестувати теоретичні відомості на практичному прикладі.

4.2 Вимірювання основних параметрів анілоксів

Перед початком експерименту треба зробити заміри анілоксів на спеціальному приладі. Визначається кут нахилу комірок, лініатура, середній об'єм комірок по всій довжині валу. Перед заміром валу, його треба максимально очистити від домішок фарби.

Перший вал, що буде вимірюватися – 225 лін/дюйм, 11,6 см. куб/м. кв. середній об'єм комірки, що вміщає в себе фарбу (рис. 4.1).

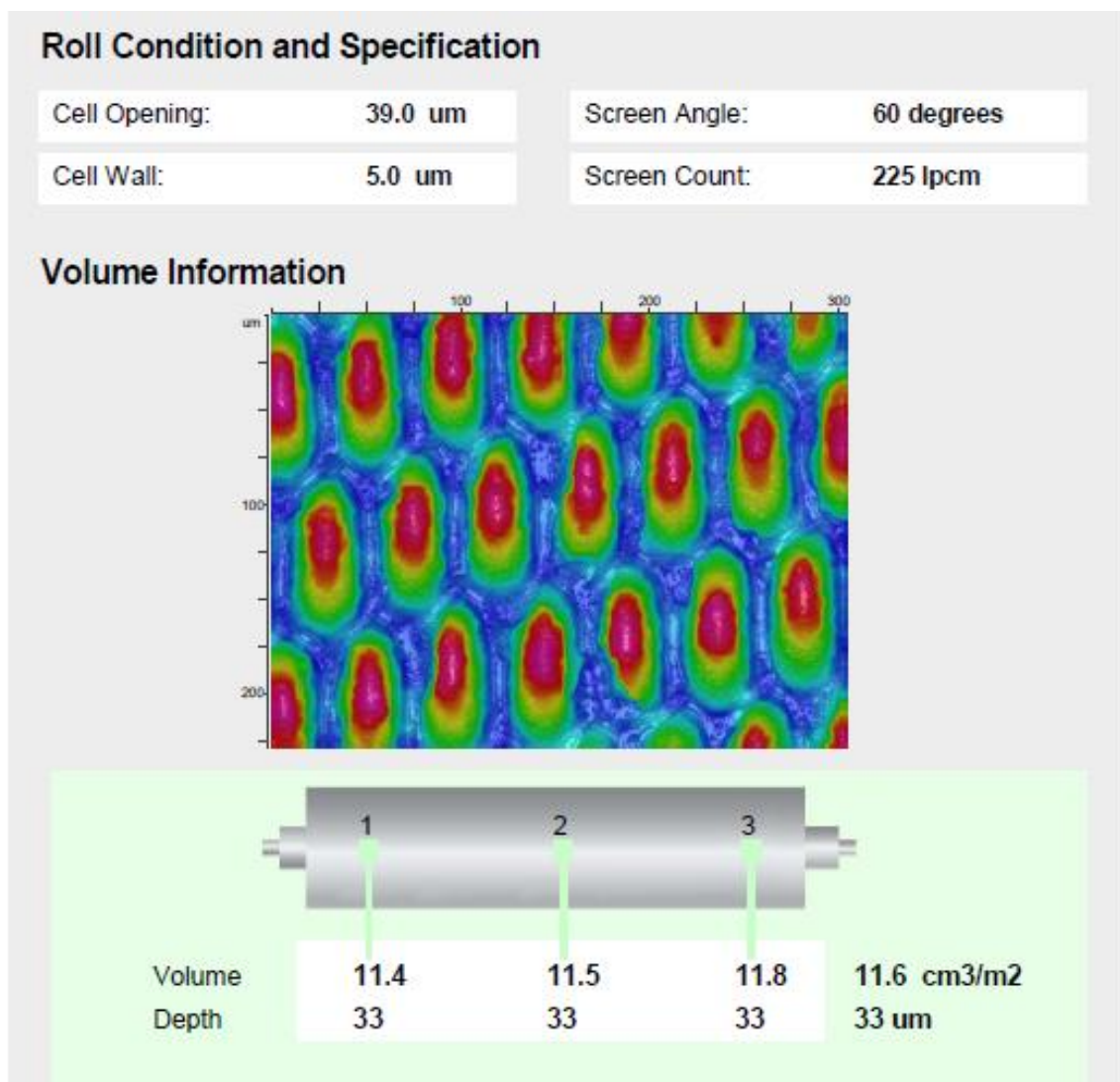


Рисунок 4.1 – Результат вимірювання анілоксового валу 225 лініатури

Другий вал – 80 лін/дюйм, 8,8 см. куб/м. кв. об’єм комірки (рис. 4.2).

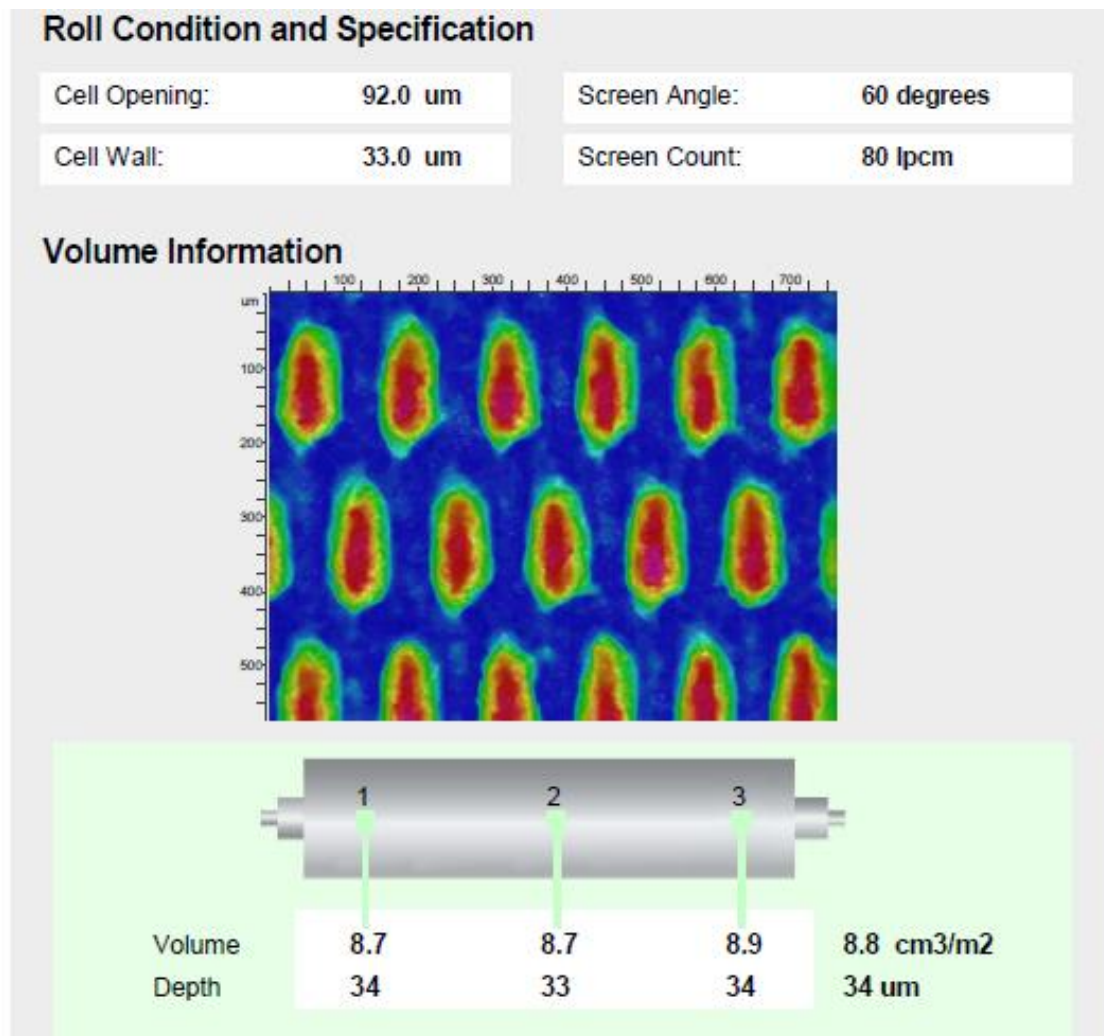


Рисунок 4.2 – Результат вимірювання анілоксового валу 80 лініатури

Можна зауважити, що ці два низьколініатурні вали мають видовжену комірку, що дозволяє вивільняти більшу кількість фарби, ніж у звичайній формі багатокутника.

Третій вал, що заміряється, має вже більшу лініатуру та іншу форму комірки (стандартну) – 340 лін/дюйм, 4,5 см. куб/м. кв. об’єм комірки (рис. 4.3).

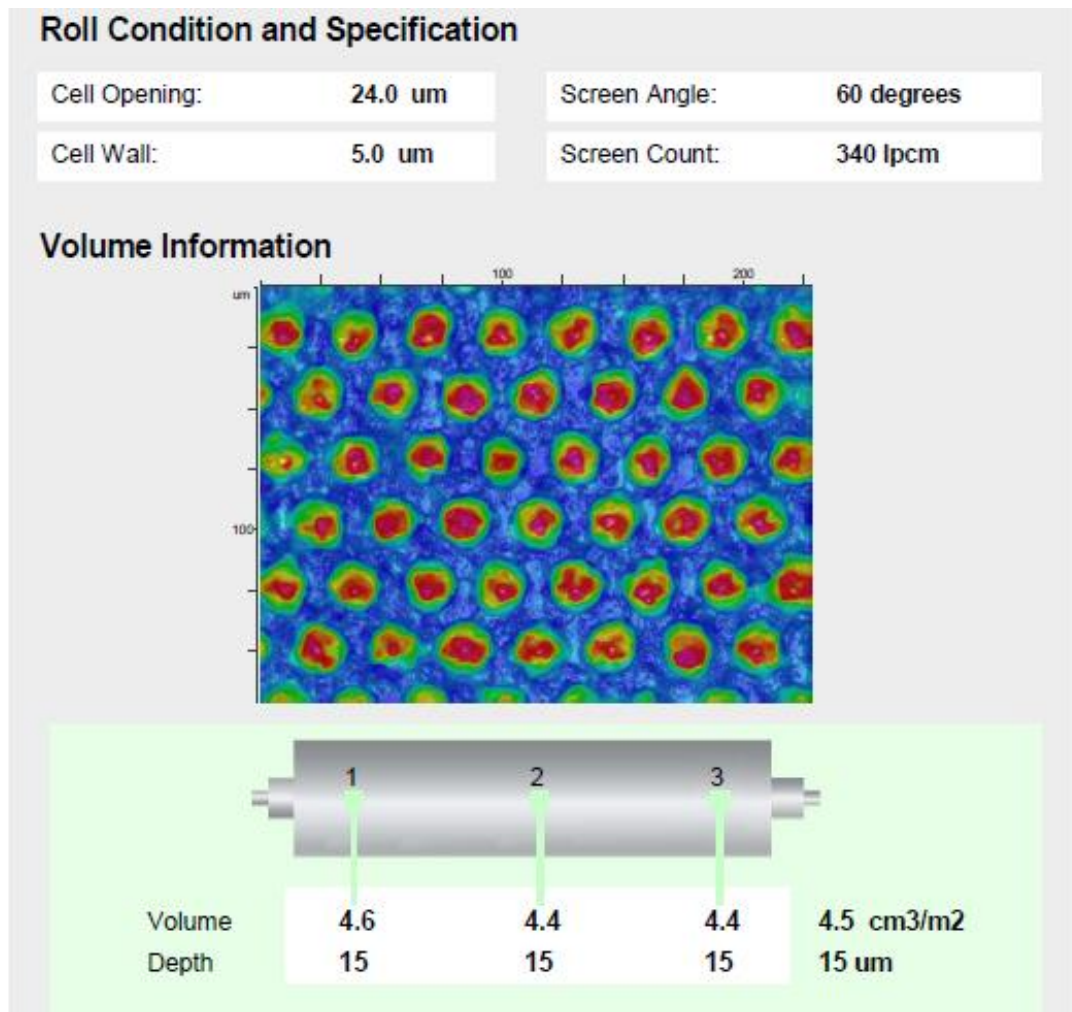


Рисунок 4.3 – Результат вимірювання анілоксового валу 340 лініатури

Четвертий вал має такі характеристики – 400 лін/дюйм, 3,9 см. куб/м. кв. об’єм комірки (рис. 4.4).

Можемо побачити закономірність у збільшенні лініатури анілоксового валу, зменшується середній об’єм комірок. Оскільки при збільшенні кількості комірок, переносити надлишкову кількість фарби не має сенсу. У міру збільшення лініатури менші краплі фарби розташовуються ближче одна до одної. Краплі фарби меншого розміру висихають швидше та утворюють більш гладкі тверді частинки. Значно збільшена кількість зсувів комірок при більш високих значеннях лініатури забезпечує більш плавні переходи кольорів і збільшені діапазони тонів.

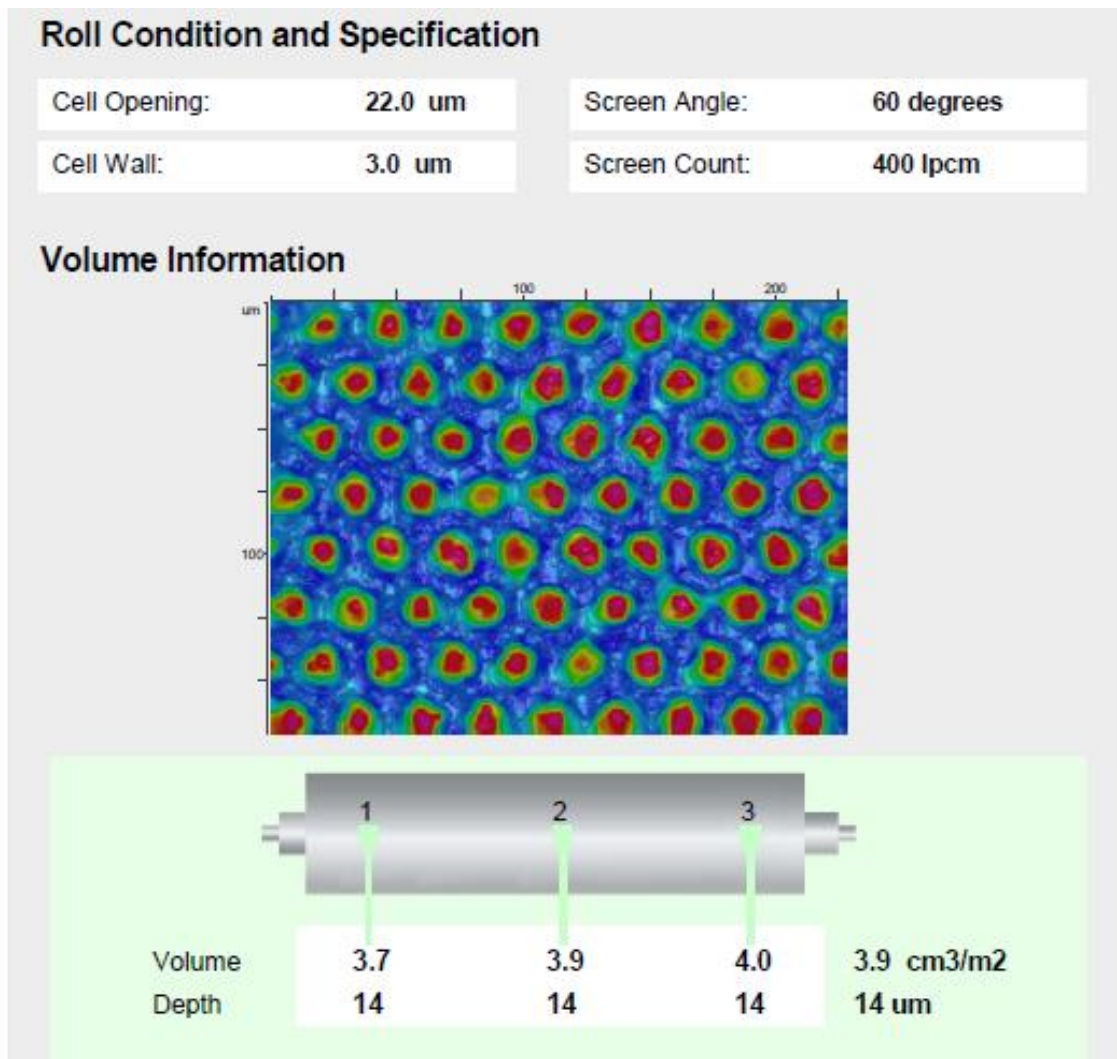


Рисунок 4.4 – Результат вимірювання анілоксового валу 340 лініатури

4.3 Візуальна оцінка відтисків

Щоб підкріпити теоретичні відомості практично, було створено, завдяки дизайн відділу певну низку тестових зображень, що включають в собі: растрові зображення, градієнт, суцільний друк, тощо. Суттю експерименту є встановити, як поведе себе на ці елементи, різноманітні анілоксові вали, щоб у майбутньому підбирати під характер зображення відповідний анілокс. Усі зображення результатів тестування заходяться у Додатку А.

Після підготовки тестових зображень, вони були експоновані за однаковими умовами, завдяки технології «Flexcel NX». Технологія застосовується для фотоформ з термочутливою багатошаровою плівкою, які

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

Коли флексографічні форми підготовлені, треба залучитися підготовкою фарби. Завдяки станції змішування фарб було віддозовано необхідну кількість фарби для друку за однаковою формулою. Оскільки флексографічна фарба це не тільки фарбові елементи, туди входять: розчинники, сполучні компоненти та допоміжні речовини. Завдяки створеній формулі, в яку входять всі необхідні компоненти, можемо виключити фактор перемінних умов у друці – це дозволяє більш точно оцінити залежність переносу фарб саме від комірок анілоксу, а не включаючи туди ще перемінність хімічного складу фарби.

Флексографічний друк має багато переваг у гнучкості друкування:

- можливість друку на дуже товстих матеріалах;
- гнучкість конфігурації форм друку відбитків різних розмірів;
- можливість об'єднання післядрукарських процесів в єдину лінію.

Але основними проблемами є:

- велике значення розтискування точки растру;
- труднощі репродукування в тінях та високих світлах;
- якість друку змінюється від машини до машини.

Основну проблему на яку треба звернути увагу, це зміна якості друку від машини до машини. Тому усі етапи підготовки для тестування були створені саме для однієї з трьох друкарських машин. При зміні друку на іншій машині треба робити підготовку параметрів друку саме під неї. Тому можна сказати, що тестування дійсне саме на цьому підприємстві, під параметри однієї з машин. Швидкість друку, притискна сила, температура сушок, тощо – індивідуальні параметри. Після друку тестів та оцінювання ефективності введення оптимізації можна казати про інші тести для окремих друкарських машин.

Оцінювання тестових відбитків проводиться завдяки візуальному оцінюванню та завдяки спектрофотометру Standart eXact від компанії EYEOne. 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. Завдяки чому можемо оцінити параметр оптичної щільності фарби на відбитках.

Розглянемо перший відбиток, який був надрукований завдяки анілоксу з 225 лініатурою, із подовженою коміркою. Можна одразу ж побачити дуже «брудний» растр (рис. 4.5).



Рисунок 4.5 – Оцінювання растрового зображення анілоксу із 225 лініатурою

Це пов'язано з тим, що точки форми попадають повністю в комірку анілоксового валу, тим самим набирають на себе більшу кількість необхідної

фарби. Для цього потрібно враховувати лініатуру та мінімальну точку флексоформи. Замірювання спектрофотометром показали оптичну щільність: 2,05D. При допустимих нормах друку тріадних фарб на підприємстві: від 1,35-1,48D. Цей результат друку показує, що анілоксовий вал наносить велику кількість фарби, та не може бути використаний у растрових роботах.

Для порівняння використовуємо відбиток анілоксу із 180 лініатурою (рис. 4.6).



Рисунок 4.6 – Оцінювання растрового зображення анілоксу із 180 лініатурою

Бачимо покращення у растрових елементах, але все одно можна побачити «бруд» на растрових полях з 50% зафарбовуванням. Хоча й менша лініатура анілоксу, порівнюючи з 225-ою, але кращий друк растрів. Це пов'язано з об'ємом комірки, що поглинає анілокс з шару флексографічної форми. Замір спектрофотометру видав значення: 1,85D. Такий анілокс дуже добре підійшов би для плашкових елементів із невеликою площею друку.

Останні два тести анілоксів 340 та 400 лініатур, візуально виглядають майже однаково (рис. 4.7).

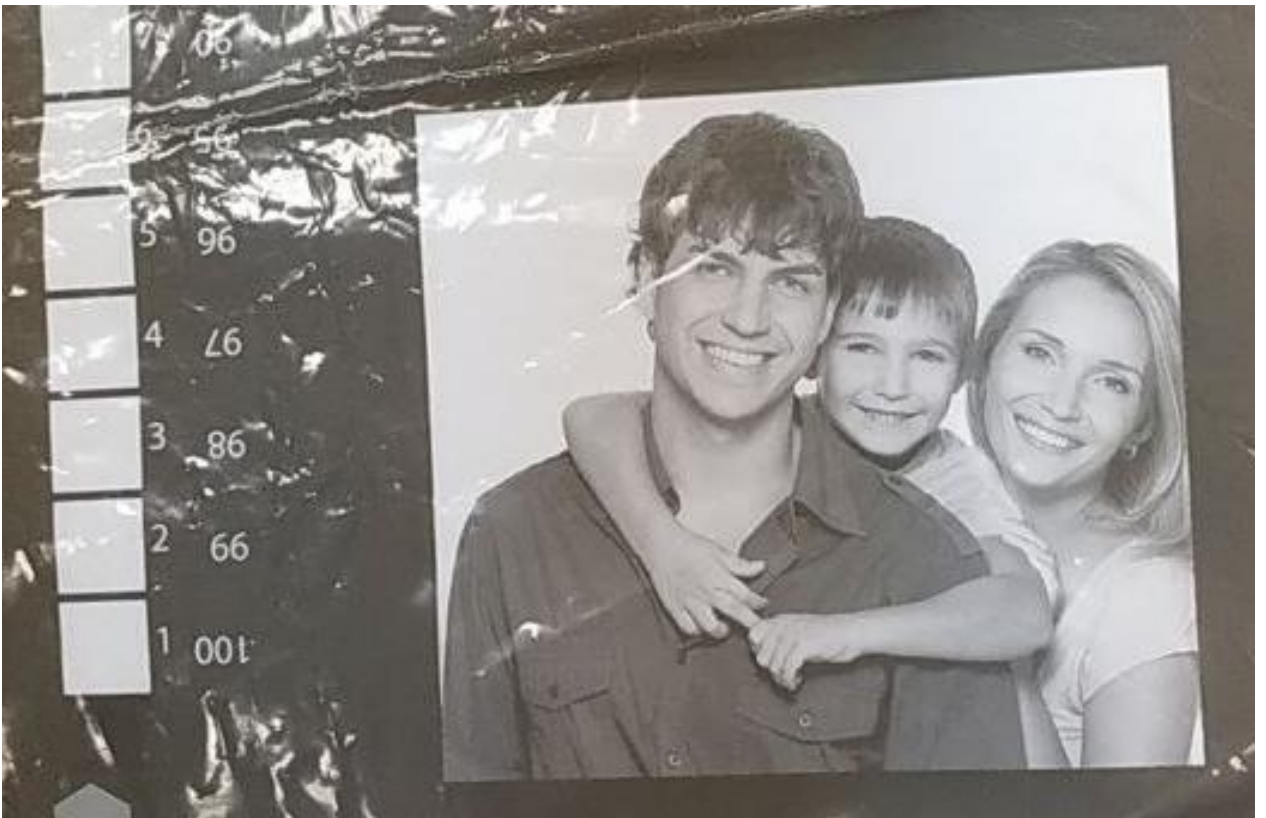


Рисунок 4.7 – Порівняння растрових зображень анілоксів із 340 (зліва) і 400 (справа) лініатурами

Порівнюючи візуально: 400 анілоксовий вал максимально якісно справляється з растровими елементами, в свою чергу 340 вал показує непогані результати (менш якісне зображення). Щільність 400 валу склала 1,35D, а 340 анілокс – 1,45D. Можна зробити висновки, що ці вали добре підходять для зображень із растровими елементами, але погано з плашковими – оскільки з'являється «сідина» на друці, що не дозволяє якісно зафарбувати суцільні елементи.

4.4 Методика підбору анілоксового валу

Після проведеного експерименту, розробимо методику підбору анілоксових валів до характеру зображення на друкарській формі при першому друці (новий дизайн, який ще не друкувався на підприємстві).

1. Аналізуємо характер зображення, що буде друкуватися.

Оскільки для отримання повноцінного зображення на друці використовується декілька еластичних флексографічних форм – аналізуємо кожену форму окремо.

Розділяємо характери зображень на 4 види:

- суцільна задруковка;
- більша частина зображення растрована;
- більша частина зображення суцільного друку;
- повністю растроване зображення.

2. Після поділу зображень на певні категорії, обираємо згідно до друкарської машини анілокс по середньому об'єму комірки: чим більший об'єм комірки, тим більше він віддає фарби на форму.

В першу чергу для суцільного друку обираємо найбільший анілокс за об'ємом комірки, та навпаки для растру.

3. Обираємо лініатуру та форму комірки, з якою буде друкуватися кожне зображення окремо:

– для групи суцільного друку найкраще підходить анілокси від 80-225 лін/дюйм з видовженою коміркою;

– більша частина зображення суцільного друку – найкраще підходять анілокси з лініатурою 240-300 лін/дюйм, відповідно до відсотку суцільного друку і растру можна обирати як і видовжену комірку, так і звичану;

– більша частина зображення растрована – найкраще підходить анілокси 320-385 лініатурою, для фарб із високою щільністю (темні, насичені кольори) краще підходить анілокс з видовженою коміркою;

– для друку суцільних растрів – підходять вали з лініатурою 340-500 лін/дюйм і вище, тільки зі звичайною коміркою.

4. При виникненні браку на друці, треба не виключати, що існують проблеми, які залежать лише від анілоксів валів, але при можливості їх швидкої заміни при наявності проблем – замінити анілоксів вали у діапазоні рекомендованих діапазонах.

Примітка: методику можна вважати діючою при наявності фактичних даних про анілоксів вали, налаштованого друкарського обладнання згідно до стандартів друку.

4.5 Аналіз результатів дослідження

Після усіх оцінених результатів можна підсумувати висновки у табл. 4.1.

Після оцінки обраних анілоксів валів потрібно встановити контроль використання. Перед початком друку, у технічній картці треба вказувати ці вали згідно до рекомендацій, та контролювати їхню наявність під час приладки.

Усі поставлені завдання були виконані, тому можна зробити висновки, щодо доцільності проведення цього експерименту. На початку експерименту, середня приладка нового тиражу складала 1 час 30 хвилин, після правильного підбору валів та їхній контроль, приладка скоротилася до 45-55 хвилин. Були відсутні проблеми з невідповідністю анілоксів та характером рисунку на

формі, що свідчило про правильно підібраний вал згідно до мінімальної крапки на флексографічній формі.

Таблиця 4.1 – Результати тестування анілоксових валів

Лініатура анілоксу	Середній об'єм комірки, см. куб/м. кв.	Форма комірки	Оптична щільність, D	Візуальна оцінка растру	Рекомендації використання
180	8,8	Видовжена	1,85	Погано	Невеликі плашкові елементи
225	11,6	Видовжена	2,05	Дуже погано	Суцільний друк
340	4,5	Звичайна	1,45	Задовільно	Растрові пантонні елементи
400	3,9	Звичайна	1,35	Дуже добре	Триадні роботи

Виходячи з цього можна зробити висновок, що гіпотеза, що була сформульована на початку дослідження, підтвердилася.

5 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

5.1 Характеристика науково-дослідної роботи

Метою даного розділу є економічне обґрунтування витрат на проведення науково-дослідної роботи (НДР), в межах якої передбачається дослідження фарбопереносу анілоксових валів на підприємстві «Наргус». Під час обґрунтування буде здійснено: розрахунок трудовитрат та заробітної плати персоналу, задіяного у дослідженні, розрахунок одноразових витрат і прибутку, оцінку результатів НДР

Реалізація розробленої методики дозволяє:

- аналізувати предметну область;
- визначити алгоритм реалізації експерименту;
- обрати методи для проведення експерименту;
- скласти методику оптимізації підбору анілоксових валів;
- доведення ефективності методики.

5.2 Етапи виконання НДР, їх трудомісткість та заробітна плата

Під час виконання науково-дослідної роботи був проведений огляд парку анілоксових валів, на основі аналізу літератури, розглянуті принципи дослідження фарбопереносу з анілоксу на задрукований матеріал. Після чого проведено експеримент, завдяки замірюванню усіх параметрів анілоксів, які впливають на фарбоперенос, для подальшої розробки методики вибору валу згідно з типом дизайну.

Умовно науково-дослідну роботу (НДР) можна розділити на такі етапи: підготовчий, основний і заключний.

На стадії виконання підготовчого етапу здійснено вибір основних критеріїв, що впливають на відтворення якісного відбитка без наявних

проблем. Проаналізовано та порівняно між собою наявний анілоксовий парк на підприємстві «Наргус».

На етапі виконання основної частини НДР були виконані такі роботи:

- оцінка якості підбору анілоксів відповідно до різноманітних видів дизайну;
- розробка методики підбору анілоксів;
- оцінка параметрів анілоксів;
- обробка та аналіз результатів експерименту;
- впровадження методики.

У заключній частині здійснюється оцінка ефективності виконання НДР, складання звіту з НДР, захист звіту.

Найбільш відповідальною частиною при плануванні НДР є розрахунок трудомісткості робіт, тому що трудові витрати часто становлять основну частину вартості науково-дослідних робіт і безпосередньо впливають на строки розробки.

Загальна чисельність на виконання НДР склала 9 осіб. До складу групи виконавців увійшли:

- технолог з друку – 3 особи, заробітна плата 22000 грн/міс.;
- препрес-інженер – 1 особа, заробітна плата 18000 грн/міс.;
- клішист – 1 особа, заробітна плата 12000 грн/міс.;
- колорист – 1 осіб, заробітна плата 12000 грн/міс.;
- друкар – 2 особи, заробітна платня 15000 грн/міс.;
- спеціаліст з досліджень анілоксових валів – 1 особа, заробітна плата 25000 грн/міс.

Проведемо розрахунок трудовитрат і заробітної плати виконавців робіт.

Середньоденна заробітна плата виконавця робіт ($Z_{\text{ср.дн.}}$) розраховується:

$$Z_{\text{ср.дн.}} = \frac{Z_{\text{ср.міс.}}}{n}, \quad (5.1)$$

де $Z_{\text{ср.міс.}}$ – середньомісячна зарплата виконавця роботи;

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

Етапи виконання НДР, перелік і зміст робіт, трудомісткість їх виконання, заробітна плата виконавців робіт представлені в табл. 5.1.

Таблиця 5.1 – Розрахунок трудовитрат і заробітної плати виконавців робіт

Перелік робіт	Кількість виконавців	Посада виконавця	Трудомісткість робіт, люд.-днів	Середньоденна заробітна плата, грн.	Сума заробітної плати, грн.
1	2	3	4	5	6
1. Підготовчий етап					
1.1. Розробка та затвердження ТЗ	3	Технолог	1	1000	3000
1.2 Розробка макету	1	Препрес-інженер	2	818,18	1636,36
2. Основний етап					
2.1 Створення ТЗ на друк	1	Технолог	1	1000	1000
2.2 Відтворення гнучких форм для друку	1	Клішист	2	545,46	1090,9
2.3 Підготовка фарб для друку	1	Колорист	2	545,46	1090,9
2.4 Підготовка друкарського обладнання	1	Друкар	1	681,82	681,82
2.4.1 Друк	2	Друкар	1	681,82	1363,64
2.5 Проведення аналізу надрукованих відбитків	1	Технолог	2	1000	2000
2.6 Замірювання параметрів анілоксу	1	Спеціаліст з досліджень анілоксових валів	1	1136,36	1136,36
3. Заключний етап					
3.1 Формування рекомендацій до використання методики	3	Технолог	2	1000	6000
3.2 Технічне оформлення звіту про виконання НДР	3	Технолог	1	1000	3000
Всього			16		21272,72

Таким чином, сума витрат на заробітну плату в межах виконання НДР складе 21272,72 грн.

5.3 Розрахунок одноразових витрат на розробку НДР

Калькуляція собівартості розраховується відповідно до існуючих нормативних актів України. До складу калькуляції входять такі статті витрат:

- матеріальні витрати;
- витрати на оплату праці;
- єдиний соціальний внесок;
- амортизація основних засобів (вартість машинного часу);
- витрати на спожиту електроенергію;
- інші витрати.

До інших витрат відносяться адміністративні витрати (водопостачання, водовідведення, опалення, освітлення) та вартість послуг зв'язку.

Матеріальні витрати визначаються витратами на матеріали, визначені їх потребою для виконання робіт, і цін, що діють на момент складання калькуляції.

Матеріальні витрати розраховуються за такою формулою:

$$M = \sum_{j=1}^n Q_j \times C_j, \quad (5.2)$$

де M – сумарні витрати на матеріали, в тому числі малоцінні предмети, що швидко зношуються (носії, папір, канцелярське приладдя тощо), або на літературу, яка необхідна для проведення роботи, тощо;

Q_j – кількість використаних одиниць j -го виду матеріалів, $j = (1 \div n)$;

C_j – ціна одиниці j -го виду матеріалів.

Розрахунок матеріальних витрат представлено в табл. 5.2.

Таблиця 5.2 – Розрахунок матеріальних витрат

Найменування	Од. вим.	Кількість, од.	Ціна, грн	Сума, грн.
Ручки	шт.	3	5	15
Папір	уп.	1	100	100
Степлер	шт.	3	20	60
Скріпки для степлеру	уп.	1	10	10
Заправка для картриджу	шт.	1	180,00	180
Всього				365

Витрати на оплату праці розраховуються, виходячи з необхідного для виконання робіт складу й кількості працівників, а також із середньомісячної заробітної плати. Відповідно до проведених розрахунків витрати на оплату праці виконавців роботи дорівнюють 21272,72 грн.

Єдиний внесок на загальнодержавне соціальне страхування (ЄСВ) – консолідований страховий внесок, збір якого здійснюється в систему загальнообов’язкового державного соціального страхування в обов’язковому порядку і на регулярній основі з метою забезпечення захисту у випадках, передбачених законодавством, прав застрахованих осіб і членів їх сімей на отримання страхових виплат (послуг) за діючими видами загальнообов’язкового державного соціального страхування.

Ставка єдиного соціального внеску складає 22 % від витрат на оплату праці, тобто розмір ЄСВ дорівнює 4680 грн.

Під час виконання НДР застосовувалось наступне обладнання: комп’ютер вартістю 12000 грн та принтер вартістю 4000 грн.

Вищенаведене устаткування є власністю організації виконавця, тому доцільно розрахувати суму амортизаційних відрахувань на період виконання НДР. Амортизація основних засобів розраховується за формулою:

$$AB = \sum_{k=1}^L \frac{BO_k}{TE_k} \times T, \quad (5.3)$$

де AB – сума амортизаційних відрахувань, нарахованих під час проведення науково-дослідної 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.

Підставивши відомі значення у (5.3), визначимо величину амортизаційних відрахувань:

$$AB = \frac{12000 \cdot 16}{730} + \frac{4000 \cdot 16}{730} = 2742,86 + 87,67 = 2830,53 \text{ (грн)}.$$

Витрати на використану обладнанням електроенергію (B_e):

$$B_e = M \cdot t \cdot T_{kBm}, \quad (5.4)$$

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

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

T_{kBm} – тариф, тобто вартість використання 1 кВт електроенергії.

Споживна потужність комп'ютера складає 0,5 кВт та принтера 0,8 кВт за годину. Тариф споживачів за першим класом напруги, тобто 35 кВт та більше), складає 1,68 грн./кВтгодин (без ПДВ). Підставивши значення у формулу (5.4), визначимо величину витрат (B_e) на спожиту електроенергію:

$$B_e = 0,5 \cdot 64 \cdot 1,68 + 0,8 \cdot 1 \cdot 1,68 = 53,76 + 1,34 = 55,1 \text{ грн.}$$

До інших статей витрат відносяться такі:

- адміністративні витрати: (водопостачання, водовідведення, освітлення, опалення), які прийнято у розмірі 20% від витрат на оплату праці;
- вартість оплати послуг зв'язку.

Вартість оплати послуг зв'язку становитиме: Інтернет – 150 грн. на місяць (безлімітний пакет); всього 150 грн. за 22 дні виконання НДР.

За період виконання НДР витрати на відрядження, інформаційні послуги та маркетингові заходи не мали місця.

Для виконання НДР використовувалося програмне забезпечення, Adobe Photoshop, вартість якого, на місяць складає: 1200 грн .

Результати розрахунку кошторису витрат, тобто одноразових витрат, на виконання НДР, наведені в табл. 5.3.

Таблиця 5.3 – Кошторис витрат на розробку НДР

№ з/п	Стаття витрат	Сума, грн.
1	Заробітна плата	21272,72
2	Єдиний соціальний внесок (22,0 % від п.1)	4680
3	Матеріальні витрати	365
4	Амортизація основних засобів	2830,53
5	Витрати на спожиту електроенергію	55,1
6	Інші витрати, у тому числі:	1200
6.1	Адміністративні витрати (20,0 % від п.1)	4254,54
6.2	Вартість послуг зв'язку	150
7	Усього витрати	34807,89

Таким чином, кошторис витрат на виконання даної НДР відбиває сумарні витрати за статтями і складає 34807,89 грн.

5.4 Оцінка результатів науково-дослідної роботи

Результат – це наслідок послідовності дій, виконаних під час НДР, виражений якісно або кількісно. В загальному випадку оцінка результатів НДР – це визначення ефективності отриманих рішень порівняно з сучасним науково-технічним рівнем.

Відповідно до теми даного дослідження у якості результату впровадження НДР визначено зменшення часу на приладку друкарського обладнання.

Результат від впровадження НДР визначається за формулою:

$$\Delta P_j = |Xб_j - Xн_j|, \quad (5.5)$$

де ΔP_j – покращення j -ої характеристики досліджуваного процесу за рахунок впровадження результатів НДР ($j=1, m$);

m – кількість досліджуваних характеристик;

$Xб_j$ – базове значення j -ої характеристики;

$Xн_j$ – нове значення j -ої характеристики після впровадження НДР.

У якості досліджуваної характеристики обрано час, використаний на приладку друкарського обладнання. Отримані результати тестування наведені у таблиці 5.4.

Таблиця 5.4 – Час на приладку обладнання «до» і «після» впровадження методу підбору анілоксів

Показник	Середній час приладку «до»	Середній час приладку «після»
Час виконання завдання (хв.)	88	55

Підставивши відповідні значення до формули (5.5), визначимо результат від впровадження НДР у чисельному вигляді:

$$\Delta R_1 = |88 - 55| = 33 \text{ (хв.)}.$$

Час на приладку «після» за результатами тестування виявився меншим, що дозволило скоротити час на 33 хвилини.

Далі проведено оцінку економічної ефективності отриманого результату виконаної науково-дослідної роботи.

5.5 Визначення економічної ефективності результатів НДР

Для визначення економічної ефективності результатів НДР необхідно порівняти витрати на розробку НДР з отриманими результатами.

Основним показником економічної ефективності науково-дослідної роботи є коефіцієнт «ефект-витрати», який розраховується за формулою:

$$K_{ев} = \frac{\Delta P_j}{B_p}, \quad (5.6)$$

де B_p – витрати (кошторисна вартість) на виконання НДР, грн;

$K_{ев}$ – коефіцієнт «ефект-витрати», який відбиває, наскільки кожна гривня витрат НДР змінює j -ту характеристику досліджуваного процесу.

Підставивши раніше визначені значення до (5.6), розрахуємо чисельне значення коефіцієнту «ефект-витрати»:

$$K_{ев} = \frac{33}{34807,89} \cdot 100\% = 0,095 (\%).$$

У результаті проведених досліджень, можна зробити висновок про те, що кожна гривня витрат на розробку НДР забезпечує зниження витрат часу на приладку обладнання на 0,095 %. Дана робота має дуже позитивний показник економічної ефективності. Роботу в цілому можна враховувати ефективною або такою, що має високий науковий та технічний рівень.

ВИСНОВКИ

Флексографічний метод відтворення зображень дуже складний та місткий процес. Для найкращих результатів якості друку потрібно враховувати велику кількість різноманітних параметрів: якість фарб, друкарських форм, анілоксових валів, налаштування друкарських машин, тощо.

Питання з оптимізацією флексографічного підприємства завжди залишається відкритим. Тому у практичній роботі була розглянута одна з найважливіших проблем – дослідження фарбопереносу анілоксових валів. Завдяки проведенню експерименту переконались практично, як впливає лініатура, об'єм та форма комірки на різноманітні характери зображень.

Вочевидь, що у виборі анілоксових валів необхідно враховувати безліч чинників. Кожен виробник анілоксу може також надати деякі рекомендації, що ґрунтуються на досвіді, попередньому тестуванні або фактичних результатах друку від інших клієнтів з аналогічними характеристиками друку, фарби та підкладки. Але практичний експеримент дає змогу реально оцінити доцільність використання обраних анілоксів.

Усі поставлені задачі були виконані у повній мірі:

- обрано 4 анілоксових вали, з всього парку підприємства;
- підготовлено друкарську машину, тестові флексографічні форми, тощо;
- зроблено фактичні заміри анілоксів під мікроскопічною камерою;
- надруковано і проаналізовано тестові відбитки;
- оцінено впроваджену оптимізацію з підбором анілоксів.

Після проведення експерименту було зменшено час приладки на 40 хв., що свідчить про успішні результати дослідження.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Al'thaammer N. Tekhnika fleksografskoj pechatі. Moskva: Mir knigi, 1997. 202 s.
2. Ткаченко В.П., Цимбал Л.І. Основи метрології, стандартизації та управління якістю: навчальний посібник. Харків: ХНУРЕ, 2003.
3. Гавенко С.Ф., Мельников О.В. Оцінка якості поліграфічної продукції: навч. посібник. Львів: Афіша, 2000. 120 с.
4. Пашуля П.Л. Основи метрології, стандартизації і сертифікації. Якість у поліграфії: навч. посіб. К.: ІЗМН, 1997. 288 с.
5. Дорош А.К. Контроль якості технологічних процесів та устаткування флексографічного способу друку. Харків: НТУУ «КПІ», 2007. 202 с.
6. Kirphan G. E`ncziklopediya po pechatny`m sredstvam informaczii. Tekhnologii i sposoby` proizvodstva. Moskva: MGUP, 2003. 1280 s.
7. Krauch Dg.P. Osnovy` fleksografii / trans. from англ. by V.A. Naumova. Moskva: MGUP, 2004. 204 s.
8. Мітрофанов В.П., Тюрін А.А. Основи флексографії: навчальний посібник. М.: МГУП, 1999. 443 с.
9. ДСТУ ISO 9000:2007. Системи управління якістю. Основні положення та словник термінів. (ISO 9000:2005 Quality management systems – Fundamentals and vocabulary). Введ. 2007-09-03. К: Держстандарт України, 2007.
10. ДСТУ ISO 9000-2001. Системи управління якістю. Вимоги. Введ. 2001-11-1. К: Держстандарт України, 2001.
11. ДСТУ ISO 12647-6:2007. Поліграфія. Управління процесами виготовлення растрових кольороподілових фотоформ, пробних та тиражних відбитків.
12. Pro tekhnо. Aniloksovy`e valy` keramicheskie. URL: <https://pro-tehno.ru/valy/aniloksovyue-valy> (дата звернення: 10.11.2022)

13. Liniatura ili ob`em yachejki? Eshhe raz o vy`bore aniloksov URL: <https://www.atlasflex.ru/articles/anilox-4.php> (дата звернення: 10.11.2022)
14. Polyans`kij N.N., Kartasheva O.A., Nadirova E.B. Tekhnologiya formny`kh prozessov. 2010. 364 s.
15. Вовк О.В., Григор`єв О.В. Технологія та обладнання поліграфічних процесів: конспект лекцій. Харків ХНУРЕ, 2013. 180 с.
16. Istoriya razvitiya pechati URL: <https://kzref.org/1-istoriya-razvitiya-pechati.html> (дата звернення: 20.11.2022)
17. Savickas. A., Stonkus R., Jurkonis E., Iljin I. Assessment of the Condition of Anilox Rollers // Department of Mechatronics, Robotics and Digital Manufacturing. Vilnius Gediminas Technical University. 2021.
18. Partha P. Role of anilox roller in flexo printing: publucation. India. 2017.
19. Eshhe raz o kontrole. URL: <https://compuart.ru/article/9155> (дата звернення: 25.11.2022)
20. Aniloksovy`e valy`: poslednie dostizheniya. URL: <https://www.himhelp.ru/section30/section12cdew2/section156bte/571.html> (дата звернення: 01.12.2022)
21. Problema «prizrachny`kh izobrazhenij» vo fleksografii. URL: http://www.kursiv.ru/kursivnew/flexoplus_magazine/archive/44/16.php (дата звернення: 05.12.2022)
22. The Secret to Print Consistency: Maintaining Anilox Roll Volume. URL: <https://www.flexography.org/industry-news/print-consistency-maintain-anilox-roll-volume/> (дата звернення: 20.10.2022).
23. Вовк О.В., Чеботарьова І.Б., Поленок Д.В. Дослідження особливостей кольоровідтворення на підприємстві ТОВ «НАРГУС» // Radiotekhnika. 2022. №. 209. С. 226-238.
24. Поленок Д.В., Вовк О.В. Стандартизація кольоровідтворення на друкарських підприємствах з флексографії // Поліграфічні, мультимедійні та web-технології: тези доп. VII Міжнар. н.-т. конф. (17-21 травня 2022, м. Харків). 2022. Т1. С. 42-43.

25. Поленок Д.В., Вовк О.В. Особливості додрукарської підготовки етикетки для флексодруку на різних матеріалах // Поліграфічні, мультимедійні та web-технології: мат. школи-семінару VII Міжнар. н.-т. конф. (17-21 травня 2022, м. Харків). 2022. Т. 2. С. 74-75.

26. Вовк О.В. Організація виробничого процесу на поліграфічному підприємстві «ФОРМАТ-ХАРКІВ» // Поліграфічні, мультимедійні та web-технології: монографія. 2022. Харків: ТОВ «Друкарня Мадрид». С. 5-36. <https://openarchive.nure.ua/handle/document/20530/>.

27. Григор'єв О.В., Вовк О.В. Метрологічне забезпечення якості поліграфічної продукції // Поліграфічні, мультимедійні та web-технології: тези доп. VII Міжнар. н.-т. конф. (17-21 травня 2022, м. Харків). 2022. Т1. С. 16-17.

28. Вовк О.В., Чеботарьова І.Б., Сокольников В.О. Аналіз виробничих факторів на етапі додрукарської підготовки широкоформатної продукції. // Поліграфічні, мультимедійні та web-технології: тези доп. VI Міжнар. наук.-техн. конф. (18-22 травня 2021, м. Харків). 2021. Т1. С. 38-39