

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)
« 22 » травня 2023 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

студентові Безменовій Людмилі Сергіївні
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Дослідження етапів виробництва продукції
з використанням термохромних фарб

Затверджена наказом по університету від 22 травня 2023р. № 506 Ст

2. Термін подання студентом роботи до екзаменаційної комісії 15 червня 2023 р.

3. Вихідні дані до роботи

Поняття про термохромні фарби, принципи їх використання та фізико-хімічні властивості; Інформація про основні види обладнання які спроможні використовувати термохромні фарби, їх характеристики та принципи роботи; Види продукції в виготовленні яких задіяні термохромні фарби.

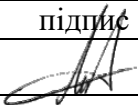
4. Перелік питань, що потрібно опрацювати в роботі

Аналіз завдання на дипломний проект. Аналітичний огляд літератури за темою проекту та постановка задачі на проектування. Вибір та обґрунтування вибору способу друку і друкарського обладнання. Розробка схеми технологічного процесу Розробка технічної характеристики етикетково-пакувальної продукції. Обґрунтування вибору програмного забезпечення. Обґрунтування вибору технічних засобів що використовувалися під час створення оригінал-макета. Схеми технологічних процесів друкування різними способами. Організація контролю показників якості друкованої продукції. Технологічна карта процесів, Економічна частина; Висновки.

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

Мета та задачі проектування, вихідні дані запроєктованого видання, оригінал-макети, характеристика способу друку, технологічні схеми додрукарських, друкарських та післядрукарських процесів, характеристика та обґрунтування вибору обладнання, обґрунтування основних використаних матеріалів, Економічна частина; Висновки.

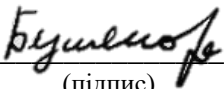
6. Консультанти розділів роботи


Найменування розділу	Консультант (посада, прізвище, ім'я, по батькові)	Позначка консультанта про виконання розділу	
		підпис	дата
Основна частина	проф. Бізюк А.В.		13.06.23
Економічна частина	ас. Помогалова Н.В.		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз завдання на кваліфікаційну роботу бакалавра	22.05.2023	виконано
2	Аналітичний огляд літератури за темою проекту та постановка задачі на проектування	22.05.2023	виконано
3	Визначення характеристик виробів для друку термочутливими фарбами	22.05.2023	виконано
4	Розробка схеми технологічного процесу виготовлення продукції з термочутливими фарбами	29.05.2023	виконано
5	Розробка технічної характеристики етикетково-пакувальної продукції	29.05.2023	виконано
6	Обґрунтування вибору технічних засобів що використовувалися під час створення оригінал-макета	29.05.2023	виконано
7	Підготовка зображень	02.05.2023	виконано
8	Розрахунки економічних показників	03.05.2023	виконано
9	Оформлення пояснювальної записки	05.05.2023	виконано
10	Оформлення графічної частини	05.05.2023	виконано

Дата видачі завдання «22» травня 2023 р.

Студент  Безменова Л.С.
(підпис)

Керівник роботи  проф. Бізюк А.В.
(підпис) (посада, прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка кваліфікаційної роботи бакалавра містить в собі: 43 стор., 6 табл., 8 рис., 1 дод., 9 джерел.

ФАРБИ, ТЕРМОХРОМНІ ФАРБИ, ТЕМПЕРАТУРА, ЗМІНА КОЛЬОРУ.

Метою кваліфікаційної роботи є дослідження використання термохромної фарби у виробництві.

Об'єктом дослідження є технологія застосування термохромних фарб у різних галузях промисловості: від автомобілебудівництва до побутових дрібничок.

Актуальність роботи полягає в тому, щоб показати наскільки різноманітними можуть бути варіанти застосування фарб, що змінюють колір від зміни температури.

В кваліфікаційній роботі бакалавра досліджено процес використання термохромних фарб на прикладі створення чашки-”хамелеону”. Обґрунтовано вибір необхідних для проекту технічних засобів і поліграфічного устаткування, виконаний підбір і розрахунок основних матеріалів. Також виконано економічне обґрунтування проекту, розраховано собівартість та ціну товару.

ABSTRACT

The explanatory note of the bachelor's qualification work contains: 43 p., 6 tabl., 8 pic., 1 app., 9 sources.

PAINTS, THERMOCHROME PAINTS, TEMPERATURE, COLOR CHANGE.

The purpose of the qualification work is to study the use of thermochromic paint in manufacture.

The object of research is the technology of using thermochromic paints in various branches of industries: from the automotive industry to household items.

The relevance of the work is to show how diverse the options for applying paints that change color due to temperature changes can be.

In the bachelor's qualification work, the process of using thermochromic paints was investigated using the example of creating a "chameleon" cup. The choice of the technical means and printing equipment necessary for the project was substantiated, the selection and calculation of the main materials was carried out. The economic substantiation of the project was also performed, the cost price and the price of the product were calculated.

ЗМІСТ

	С.
ВСТУП	7
1 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНОГО ЗАВДАННЯ.....	8
2 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ ЗА ТЕМОЮ	10
2.1 Поняття термохромних фарб	10
2.2 Приклади використання друку із термохромними фарбами	12
2.3 Основні етапи роботи із термохромними фарбами	13
2.4 Інструментальні засоби роботи із термохромними фарбами	15
3 ОПИС ПРАКТИЧНОЇ ЧАСТИНИ	17
3.1 Визначення цілей і задач	17
3.2 Технічні характеристики виробів із термочутливою фарбою	18
3.3 Вибір інструментальних засобів роботи.....	19
3.4 Приклади робіт із термохромними фарбами.....	22
3.5 Вибір і обґрунтування способу друку і друкарського обладнання	24
3.6 Розробка маршрутно-технологічної карти виготовлення продуктів із застосування термохромних фарб	26
3.7 Особливості друку на сувенірних куклях.....	29
3.8 Аналіз переваг запропонованої технології друку	33
4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	35
ВИСНОВКИ.....	41
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	43

ВСТУП

Термохромні фарби - це клас матеріалів, які здатні змінювати свою колірну властивість при зміні температури. Вони відкривають нові можливості в галузі виробництва продукції, дозволяючи створювати унікальні ефекти та функціональність. Дослідження етапів виробництва продукції з використанням термохромних фарб стає актуальним завданням, що привертає увагу науковців, інженерів та дизайнерів. Оскільки це є способом урізноманітнити окремі повсякденні речі, те стає цікавою темою для досліджень.

Застосування термохромних фарб є широким і різноманітним. Вони використовуються в поліграфії, упаковці, текстильній та машинній промисловості, електроніці та багатьох інших галузях. Завдяки своїм унікальним властивостям, ці фарби знаходять застосування у створенні інтерактивних елементів, які реагують на зміни температури і надають користувачеві новий рівень взаємодії з продуктом. Фарби, що застосовуються у виробництві та мають у складі термохромний пігмент, не є шкідливими або радіоактивними, тому використовуються навіть у посуді для дітей.

Розвиток та удосконалення технологій виробництва продукції з використанням термохромних фарб відкриває нові перспективи для розширення можливостей дизайну, функціональності та взаємодії з продуктом, що сприяє зростанню конкурентоспроможності підприємств та задоволенню потреб споживачів.

Варіанти виготовлення цікавого застосування термохромних фарб неодноразово були розглянуті в дослідженнях студентів та співробітників кафедри МСТ ХНУРЕ. В рамках VII міжнародної науково-технічної конференції PRINT, MULTIMEDIA & WEB (17-21 травня 2022, м. Харків) було розказано про цікаві властивості термохромної фарби для оздоблення рекламних буклетів, що при дотику відкривають додаткову інформацію. [4]

1 АНАЛІЗ ТЕХНІЧНОГО ЗАВДАННЯ

У сучасному світі є багато різних матеріалів та способів друку. Про один з них – друк за допомогою термохромних фарб – сьогодні ми поговоримо більше.

Головною метою роботи було дослідження використання термохромної фарби у виробництві.

Були розглянуті цільові галузі або сфери, де можна застосувати термохромні фарби. Складено список задач:

- дослідження властивостей термохромних фарб в залежності від температури;
- визначення оптимальних умов нанесення термохромних фарб на текстиль;
- оптимальні умови застосування термохромних фарб на керамічних виробках;
- аналіз застосування термохромних фарб у машинній промисловості.

Основною характеристикою термохромних фарб (температурних чорнил) є зміна кольору під впливом температури (охолодження або нагрівання), а термохромні фарби реагують на температуру. Термохромні фарби створені на основі термохромних пігментів, які мають властивість змінювати колір або ставати прозорими під дією тепла. Поріг світлочутливості «зникаючої» термохромної фарби залежить насамперед від ділянки, на яку вона наноситься. Здебільшого термохромні офсетні фарби використовуються для виготовлення упаковки та друку етикеток. Також зображення на упаковці (етикетці) може з'являтися або зникати в залежності від температури навколишнього середовища.

Існує два основних типи термохромних фарб: реверсивні та нереверсивні.

Реверсивні термохромні фарби (оборотна зміна кольору фарби), при досягненні певного температурного діапазону, змінюють колір, при зміні

температури в протилежному напрямку також повернуться до початкового кольору.

Нереверсивні термохромні покриття клієнти використовують рідше, але запропоновані ними рішення використовуються в кількох досить важливих галузях. Вони особливо підходять для друкованого маркування, де температура продукту висока. Тут важливо зазначити, що через свою природу нереверсивні термохромні фарби відрізняються від реверсивних фарб і використовуються для позначення високих температур понад 70°C.

Метою даної роботи є дослідження властивостей термохромних фарб із застосуванням різних методів та визначення їх можливостей.

Для досягнення поставленої мети необхідно виконати наступні задачі:

- дослідження аналогів та аналіз ринку обраного пакування, а саме споживчої упаковки для цукерок;
- визначення позитивних та негативних сторін обраних аналогів;
- аналіз технічних характеристик пакування для цукерок;
- вибір способу друку, оптимальних режимів і необхідного устаткування;
- вибір технічного забезпечення відділу додрукарської підготовки;
- вибір і обґрунтування необхідного програмного забезпечення;
- розробку оригінал-макету пакування;
- розробку конструкції і розгортки пакування;
- підготовку зображень ;
- верстання оригінал-макету етикетки;
- розробку монтажного макету, штанц-форми для висічки;
- вибір і обґрунтування друкарського обладнання;
- складання маршрутно-технологічної карти виготовлення видання.

2 АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ ЗА ТЕМОЮ

2.1 Поняття термохромних фарб

Термохромні фарби базуються на пігментах, які стають або видимими при охолодженні до певної температури, або безбарвними при нагріванні. Оскільки друкарські фарби при кімнатній температурі практично безбарвні, вони погано піддаються контролю в процесі друку. Тому деякі компанії як допоміжний засіб для контролю відбитку пропонують використовувати охолоджуючі аерозолі. Таким чином термохромні фарби при охолодженні міняють колір з прозорого на кольоровий, а при нагріванні - з кольорового на прозорий

Частіше усього термохромні офсетні фарби використовуються для виготовлення упаковок і етикеток. Причому залежно від температури довкілля зображення на упаковці (етикетці) може або проявлятися, або зникати.

Термохромні фарби розроблені спеціально для листового друку, причому офсетна машина може бути оснащена зволожуючим апаратом будь-якого типу. Оскільки такі барвники мають недостатньо високу інтенсивність, їх рекомендується наносити на товстий шар фонових барвників. Для збільшення товщини підкладки з барвників і підвищення інтенсивності термохромних фарб використовують друк в декілька прогонів.

При друці необхідно збільшити подачу фарби, оскільки інтенсивність кольору термохромних фарб нижча, ніж у звичайних. Іноді слід друкувати тонкими шарами, але в два прогони. Для досягнення найкращого контрасту друку колір запечатуваної поверхні має бути нейтрально-білим, при цьому слід прагнути уникати застосування паперів, що мають жовтуватий або інші відтінки.

Оскільки структура і розмір пігменту, використовуваного в термохромних фарбах, сильно відрізняються від традиційних, краще уникати

сюжетів з великою площею зображення, а працювати з дрібними, бажано штриховими сюжетами.

Друкарські властивості термохромних фарб для листового офсету близькі властивостям звичайних офсетних фарб. Тому термохромні фарби можна наносити в друкарських секціях з будь-якими типами зволожуючого апарату і при стандартних режимах друку. Для прискорення закріплення фарби на відбитку можна використовувати сикативи, але додавати допоміжні речовини слід дуже обережно, у тому числі і в зволожуючий розчин, оскільки це може привести до втрати термохромних властивостей фарби.

Оскільки структура пігментів термохромної фарби досить груба, краще не використовувати їх для запечатування великих деталей зображення, а по можливості використовувати для невеликих точково-штрихових елементів.

Для досягнення максимально можливого колірної контрасту відбитку слід використовувати носії нейтрального білого кольору. Не рекомендується використовувати для термохромного офсетного друку папір з жовтуватим або сіруватим відтінком.

Якщо термохромна фарба застосовується для друку по всмоктуючих поверхнях, то спочатку поверхню необхідно заґрунтувати фолієвими білилами, а потім друкувати фарбою. Фарби деяких серій можна піддавати наступній обробці, як і звичайні офсетні фарби, наприклад лакуванню.

При кімнатній температурі термохромні фарби безбарвні, що утрудняє оцінку якості друку. Як допоміжний засіб для контролю їх якості використовують охолоджуючі аерозолі або пакети з льодом. Інші параметри офсетного друкарського процесу не відрізняються від стандартних.

Отже, термохромні фарби - це продукти на основі термочутливих пігментів. У їх двосторонніх версіях колір тьмяніє при підвищенні температури і з'являється при охолодженні. У незворотній версії після досягнення встановленої температури колір стає видимим і залишається незворотним. Не містять у своєму складі радіоактивних і високотоксичних речовин, тому вільно використовуються людьми навіть у елементах посуду.

Такі фарби бувають двох видів:

- реверсивні (що може повернути свій колір після зниження температури);

- нереверсивні (не повертає колишній колір після термовпливу).

Найбільшою популярністю користуються реверсивні фарби. Крім того, вони часто поєднуються з додатковими фосфоресцентними відтінками. Нереверсивні термохромні фарби використовуються переважно в медицині, як пристрій контролю якості стерилізації хірургічних інструментів.

Термохромні фарби поділяються на три типи (за способом зміни кольору):

- спочатку невидимий - далі при нагріванні змінюють колір (червоний, зелений, синій, коричнево-чорний). Вони підходять тільки для трафаретного друку. Змінює колір при 50°C-60°C, а після охолодження стає безбарвним;

- кольорова фарба - колір (жовтий, червоний, синій, зелений, чорний) - після досягнення робочої температури колір стане невидимим і повернеться до свого початкового кольору. Ці фарби використовуються для трафаретного та офсетного друку. Робоча температура може бути 7°-16°, 26°, 30°, 38°, 50°, 60°;

- змінити один колір на інший і повернутися - термохромні фарби використовуються, коли на упаковці потрібно розмістити зашифровані зображення чи повідомлення, які з'являються лише при охолодженні чи нагріванні. Робоча температура має бути вище 60°.

2.2 Приклади використання друку із термохромними фарбами

Реверсивні термохромні фарби використовуються для друку продукції, автентичність і оригінальність якої необхідно гарантувати. Ці продукти включають різноманітні квитки, купони, лотереї, цінні папери, захищену від пошкоджень упаковку тощо. Маленькі маркери, надруковані термохромним чорнилом, змінюють колір під впливом певної температури, наприклад тепла людського тіла. Маркування, яке зникає під час дотику, повідомляє верифікатору, що продукт оригінальний.

Іншим способом використання термохромних реверсивних покриттів є друк маркування, що досягається або знижується шляхом використання відповідної температури. Вони використовуються для друку етикеток і упаковки для охолоджуючих напоїв, таких як алкоголь, енергетичні напої та газувана вода. Коли маркер досягне достатньо низької температури, він змінить колір на відповідний, сигналізуючи про належне охолодження. Те саме стосується ознак того, що температура була досягнута або підтримується достатньо високою.

Термохромні чорнила з реверсивними ефектами також широко використовуються в продуктах для маркетингу та різноманітних ігрових заходів. Хоча вони зазвичай наносяться тонкими шарами, покриття можна досягти, якщо на основу нанести достатню кількість фарби. Потім можна покрити фарбою малюнки, фотографії, бренди, цифри або написи на підкладці. Під впливом правильно підбраного підвищення температури фарба стає прозорою, як би оголюючи те, що під нею приховано. Це чудова можливість для творчого використання в різних іграх, інтерактивних іграх або маркетингових «фішках».

2.3 Основні етапи роботи із термохромними фарбами

Основні етапи роботи з термохромними фарбами в галузі поліграфії можуть включати наступні кроки (рис. 2.1):

- підготовка дизайну (розроблення дизайну, включаючи використання термохромних ефектів; вибір місць та елементів, де будуть застосовуватися термохромні фарби);

- підготовка друкарського шаблону (підготовка шаблону друку з урахуванням вимог і можливостей друкарського обладнання; встановлення необхідних налаштувань для друку з використанням термохромних фарб);

- підбір і нанесення термохромних фарб (вибір підходящих термохромних фарб для відповідної друкарської технології; нанесення

термохромних фарб на підготовлений шаблон друку за допомогою валика, печатки або іншої методики);



Рисунок 2.1 – Етапи роботи з термохромними фарбами

– друкування (завантаження шаблону друку на друкарське обладнання; забезпечення належних умов друку (температура, вологість, тиснення тощо); друкування матеріалу з використанням термохромних фарб);

– перевірка і контроль якості (огляд друку для перевірки наявності і правильності термохромних ефектів; контроль якості друку щодо насиченості кольору, розміщення та збереження термохромних властивостей);

– обробка та фінішування (після обробки друку (сушіння, фіксації) можуть застосовуватися додаткові процеси, такі як ламінація, фольгування або інші спеціальні покриття для збереження і підсилення термохромних ефектів);

– пакування та доставка (остаточна упаковка і пакування готового продукту для забезпечення його безпеки під час транспортування та зберігання).

Ці етапи можуть варіюватися залежно від конкретних вимог та процесів, які застосовуються в поліграфії, але загальна послідовність зберігається.

2.4 Інструментальні засоби роботи із термохромними фарбами

Основними засобами роботи з термохромними фарбами є друкарське обладнання так як офсетний, флексографічний та сіткодрукарський прес.

Офсетний друкарський прес є одним з основних типів друкарського обладнання, яке використовується в поліграфії. Цей тип пресу базується на принципі офсетного друку, який дозволяє отримати високоякісні друковані матеріали. Основний принцип роботи офсетного пресу полягає в передачі друкарського зображення з металевієї пластини (кліше) на гумовий вал, а потім на печатний матеріал, яким може бути папір, картон, плівка тощо. Офсетний друкарський прес працює на принципі відштовхування вологи та прийняття фарби на кліше. Офсетний друкарський прес дозволяє отримувати високоякісні друковані продукти з точним передачею кольорів і деталей зображення. Його використовують у різних сферах, таких як поліграфія, видавництва, реклама та багато інших, завдяки своїм перевагам у швидкості, ефективності та якості друку.

Флексографічний друкарський прес є одним з типів друкарського обладнання, що використовується в поліграфії та інших галузях промисловості. Цей тип пресу застосовується для друку на гнучких матеріалах, таких як пластикові плівки, папір, картон, текстиль та інші рулонні матеріали. Флексографічний друкарський прес відрізняється своєю гнучкістю, швидкістю та можливістю використання різних типів фарб та кліше. Основний принцип роботи флексографічного пресу полягає у передачі друкарського зображення з валика на поверхню печатного матеріалу.

Сіткодрукарський друкарський прес є ще одним типом друкарського обладнання, що використовується для друку на різних матеріалах, включаючи текстиль, папір, пластик, скло та інші поверхні. Цей тип пресу

забезпечує високу якість друку та можливість використання різноманітних кольорів та ефектів.

Контрольно-вимірювальними приладами в процесі використання термохромних фарб є спектрофотометр та плоттер.

Спектрофотометр є приладом, який використовується для вимірювання і аналізу спектральних властивостей світла. Цей пристрій дозволяє вимірювати інтенсивність світла в залежності від його довжини хвилі в різних спектральних діапазонах. Основний принцип роботи спектрофотометра полягає в тому, що він проходить світло через зразок (такий як розчин, фарбувальний матеріал або інший об'єкт) і вимірює його спектральний склад. Це досягається за допомогою розбиття світла на його компоненти за допомогою призми або решітки, і вимірюючи інтенсивність світла на різних довжинах хвиль.

Плоттер – це пристрій для високоякісного друку, який використовується в галузі поліграфії, дизайну та інших сферах, де потрібен точний та прецизійний друк на різних матеріалах. Плотири часто використовуються для виготовлення великомасштабних зображень, наклейок, рекламних матеріалів, шаблонів та інших друкованих продуктів. Основний принцип роботи плотера полягає в тому, що він використовує керовану комп'ютером головку з рухомими ножицями або пером, щоб різати або малювати на матеріалі. Плоттер може працювати з різними типами матеріалів, такими як папір, вініл, тканина, картон тощо.

3 ОПИС ПРАКТИЧНОЇ ЧАСТИНИ

3.1 Визначення цілей і задач

Темою моєї кваліфікаційної роботи бакалавра є дослідження етапів виробництва продукції з використанням термохромних фарб. Галузі, в яких використовується такий вид фарб, досягають велику кількість різноманітної продукції. Наразі такі фарби використовують у виробництві таких товарів:

- посуд (кружки і пляшки для гарячих і холодних напоїв зі скла або кераміки);
- одяг (футболки з нанесенням);
- журнали;
- рекламні матеріали;
- дитячі товари (наприклад, іграшки, призначені для купання, в якості розваги дитини, або посуд, за допомогою якої зручно визначати температуру наливається туди рідини);
- захист для упаковки (на фармацевтичній або косметичній продукції, в цій області використовують безповоротні термостійкі речовини).

В залежності від виду виробництва, використання та нанесення таких фарб має свої відмінності.

Оскільки галузі використання термохромних фарб є дуже різноманітними, я вирішила загострити свою увагу на дослідженні використання термохромних фарб у виробництві товарів з кераміки, а саме використання термохромної фарби у виготовленні посуду. Для цього було обрано дослідження процесу виробництва, так званих, кружок-«хамелеонів». В ході дослідження було розглянуто основні принципи нанесення фарби, такі як термодеколь та сублимація, на керамічні вироби, їх особливості, а також визначено їх основні відмінності між собою та недоліки з якими можна зіткнутися в процесі виробництва таких товарів.

3.2 Технічні характеристики виробів із термочутливою фарбою

Вироби із термочутливою фарбою є цікавими технічними рішеннями, які змінюють свою зовнішню або внутрішню структуру, колір або інші параметри під впливом тепла. Ця технологія знаходить застосування у багатьох галузях, включаючи друк, електроніку, текстильну промисловість та багато інших. У цьому рефераті ми розглянемо технічні характеристики виробів із термочутливою фарбою.

Однією з основних технічних характеристик є температурний діапазон активації. Термочутлива фарба може бути спроектована для активації при певній температурі або в широкому діапазоні температур. Це дає можливість використовувати ці вироби в різних умовах та додатково контролювати процес активації.

Другою важливою характеристикою є швидкість реакції. Термочутлива фарба може реагувати на зміну температури миттєво або потребувати певного часу для зміни своїх властивостей. Ця характеристика впливає на швидкість реакції виробу і може бути налаштована відповідно до конкретних потреб та застосувань.

Третьою технічною характеристикою є стабільність термочутливої фарби. Вона повинна зберігати свої властивості і функціональність протягом тривалого часу, не піддаючись впливу зовнішніх факторів, таких як ультрафіолетове випромінювання, вологість, або хімічні речовини. Стабільність фарби впливає на тривалість і надійність роботи виробів з термочутливою фарбою.

Четвертою характеристикою є кольоровий діапазон. Термочутлива фарба може мати різні кольори та відтінки, що залежать від використаних пігментів і формули. Важливо врахувати, що кольорові властивості можуть змінюватись під впливом температури, тому вибір пігментів і формули грає важливу роль у досягненні бажаного кольорового ефекту.

Крім того, інші технічні характеристики можуть включати стійкість до зношування, опір впливу вологи або високих температур, здатність до друку на різних матеріалах тощо. Конкретні характеристики будуть залежати від застосування термочутливої фарби і вимог конкретного виробу.

Загалом, технічні характеристики виробів із термочутливою фарбою включають температурний діапазон активації, швидкість реакції, стабільність фарби, кольоровий діапазон та інші властивості, які визначають функціональність та ефективність цих виробів. Розуміння цих характеристик дозволяє вибирати та використовувати термочутливі фарби в різних галузях технології з великим успіхом.

3.3 Вибір інструментальних засобів роботи

Технологія виготовлення кружок з термохромним фарбуванням має свої особливості та принципи. Для виготовлення кружок-хамелеонів застосовуються особливі технології та апаратури, які дають змогу створити цей продукт. Фарбування має декілька шарів та складається з таємного дизайну, що знаходиться під шаром термочутливої фарби, яка стає прозорою при високих температурах, що, в свою чергу, дає можливість проявитися бажаному візерунку. По мірі охолодження виріб поступово повертається до свого початкового вигляду.

Існує дві технології виготовлення таких виробів а саме за допомогою термодеколі та сублимації. У випадку деколі використовується шовкографія.

За допомогою термочутливих барвників наноситься ескіз на спеціальний трафарет, який додатково можуть покривати лаком. Шаблону із малюнком (деколем) потрібно дати час на висихання, після чого його прикріплюють до виробу. Далі предмет обпікають у печах за високих температур (500-800 градусів Цельсія). У процесі «запікання» лак згоряє, а пігмент проникає у верхні шари кераміки або геть-чисто «припаюється» до поверхні скляного посуду. Таке зображення зникає після нагрівання.

Використовуючи цю технологію, легко створити чашку з дивовижними ефектами. Достатньо лише надрукувати звичайний принт перед нанесенням шару, що зникає. У результаті підвищення температури верхня термокартинка зникає, а нижня – проявляється.

Термохромна фарба може покривати весь виріб, навіть дно та ручку. Використовувати цей пігмент можна й у домашніх умовах. Технологія проста: чорний порошок розмішую з епоксидною смолою або іншим барвником у певних пропорціях; наносять на певний фрагмент малюнка, наприклад, жовті вікна чи зірки; висушують за допомогою фена і, на завершення, наносять лак, щоб зображення було більш стійким до миючих засобів.

Технологія сублімації набагато простіше. Достатньо взяти якісний та сучасний термопрес, плівку та інші матеріали. На кухоль з покриттям «хамелеон» додати спеціальний папір, на який заздалегідь нанесений малюнок у дзеркальному відображенні. Цей відрізок бажано зафіксувати спеціальним термостійким скотчем. Потім виріб слід перемістити у відповідний відсік обладнання. Виставити температуру та час. У процесі нагрівання відбувається хімічний процес: картинка «утоплюється» у шар фарби, що зникає. Після охолодження предмет стає повністю чорним, заглиблений малюнок лише трохи проглядається під термохромною фарбою.

У технології сублімації та деколь є і свої відмінності. Для розуміння процесу виготовлення кружок з термопластичною фарбою, мало знати, як працює процес зникнення принта. Краще розібратися, чим відрізняються обидві технології виготовлення сувенірної продукції.

Особливості термодеколю:

- зображення під термочутливим шаром неможливо переглянути, оскільки він має певну товщину;
- на жаль, термощар зникає не повністю, а тому колір виробу виходить трохи затуманеним, а сам ескіз виходить не таким яскравим, як після

сублімації. Виходячи з цього, потрібно грамотно підібрати колірну гаму «нижнього» зображення;

- для цієї технології підійде будь-який посуд, навіть нестандартної форми, оскільки фахівці половину процесу роблять вручну;

- оскільки шовкографія – досить витратна справа, ніхто не виготовлятиме кружки з унікальними малюнками в одиничному екземплярі. Вироби із термодеколем резонно замовляти великими партіями. Від кількості товарів залежить кінцева вартість. Мінімальне замовлення, зазвичай, – 30 чашок чи тарілок;

- залежно від виду термохромного барвника, ілюстрація може реагувати як на високу температуру, так і на низьку;

- перед випуском продукції на ринок бажано оглянути поверхню, щоб не було сколів лакового покриття та інших дефектів. Картинка може бути блідою, але тільки не здаватися плямою. Предмет після нагрівання не повинен бути сірого відтінку.

Особливості сублімації:

- під термофарбою можна розглянути контур зображення. Найкраще виробляти чорні або сині ємності, оскільки на червоних, помаранчевих, зелених зразках принт проглядається чіткіше;

- колір карикатури залишається таким яскравим і насиченим, як на звичайних кружках. Термічний шар стає повністю прозорим, на відміну від термодеколя;

- для нанесення принта використовується спеціальна чашка стандартної форми, яка вже покрита речовиною, що зникає;

- можна зробити будь-яку кількість сувенірів, навіть у одиничному екземплярі. З таких виробів можуть вийти чудові ексклюзивні презенти.

- ефект «зникнення» відбувається лише за високих температур.

У виробництві також є свої неприємні нюанси. Кружки можуть виходити з плямами і не заявленого чорного кольору, а рудими, коричневими і навіть жовтими, а ескіз вийти нечітким. Можуть залишитися сліди від

термоскотча та інші недоліки. Виявляється, цей процес не такий і простий. Щоб посуд був чудової якості, необхідно ретельно стежити за температурою, часом запікання. Контролювати силу притиску предмета в термопресі та подачу чорнила. Важливо ретельно підбирати пігменти, обладнання з подвійною температурою та тип паперу.

3.4 Приклади робіт із термохромними фарбами

Наразі є багато галузей, де застосовують термохромні пігменти: одяг, посуд, машини, упаковочна продукція та навіть дитячі ігри.

Якщо починати із найвідоміших прикладів, то це, звісно, “чашки-хамелеони” (рис. 3.1). В інтернеті можна побачити дуже багато варіацій використання цієї техніки.



Рисунок 3.1 – Покроковий процес зміни кольору на чашці

Також цікаве застосування термочутливі фарби знайшли в різних моделях одягу (рис. 3.2).

Для любителів автомобілів також присутній варіант використання такого дизайну. Оскільки у машин є деталі, що постійно нагріваються,

використання фарб створюють унікальний дизайн. Також це сприяє зменшенню “парникового ефекту”, що буває влітку в салоні авто (рис. 3.3).



Рисунок 3.2 – Куртка, що оброблена термохромною фарбою



Рисунок 3.3 – Автомобільне фарбування із термочутливою фарбою

Упаковочна продукція, на відміну від чашок, використовує фарби, що реагують на зниження температури. Наприклад, напій, що краще пити охолодженим (рис. 3.4).



Рисунок 3.4 – Упаковка содової, що змінюється при охолодженні

3.5 Вибір і обґрунтування способу друку і друкарського обладнання

Друкування термохромними фарбами є однією з цікавих технологій, що дозволяють створювати друковані матеріали, які змінюють свої кольори під впливом тепла. Ця технологія знайшла застосування в різних галузях, включаючи дизайн упаковки, рекламні матеріали, та інші сфери, де важлива взаємодія зі споживачем. У цьому рефераті ми розглянемо вибір і обґрунтування способу друку і друкарського обладнання для друку термохромними фарбами.

Перш за все, важливо визначити спосіб друку, який найкраще підходить для термохромного друку. Одним з найпоширеніших способів є офсетний друк. Він дозволяє отримати високоякісний друк на різних типах матеріалів і забезпечує довговічність зображення. Офсетний друк також забезпечує різноманітність кольорів і високу деталізацію, що особливо важливо для термохромного друку.

Для друку термохромними фарбами необхідне спеціальне друкарське обладнання. Одним з варіантів є термохромний офсетний прес. Цей прес має спеціальні системи нагріву, які дозволяють активувати термохромні фарби і змінювати колір друку. Використання термохромного офсетного пресу дозволяє отримувати якісний та стійкий друк з можливістю зміни кольору при нагріванні.

Іншим варіантом є термосублімаційний друк. Цей спосіб передбачає використання спеціальних термохромних фарб, які під дією тепла переходять з твердого стану в газоподібний і проникають в поверхню друку. Для термосублімаційного друку потрібне обладнання, яке забезпечує точне контролювання температури і тиску. Цей спосіб друку також дозволяє отримати якісні та стійкі друковані матеріали з можливістю зміни кольору.

Обґрунтування вибору способу друку і друкарського обладнання для друку термохромними фарбами базується на розглянутих нижче факторах.

Якість і стійкість друку: обидва способи друку, офсетний і термосублімаційний, можуть забезпечити високу якість і довговічність друку, але варто враховувати особливості конкретних термохромних фарб і вибирати спосіб, який найкраще підходить для певних вимог.

Технологічні особливості: вибір друкарського обладнання повинен враховувати можливості технології та наявність спеціальних систем нагріву або контролю температури, які необхідні для активації термохромних фарб.

Вартість: вартість обладнання і матеріалів для друку також є важливим фактором при виборі способу друку. Варто порівняти вартість і доступність обладнання, фарб і інших витрат, щоб знайти оптимальний варіант для конкретної ситуації.

Загалом, вибір способу друку і друкарського обладнання для друку термохромними фарбами залежить від багатьох факторів, включаючи потреби в якості друку, технологічні особливості і вартість. Після аналізу цих факторів можна зробити обґрунтований вибір та розпочати процес друку термохромних матеріалів.

3.6 Розробка маршрутно-технологічної карти виготовлення продуктів із застосування термохромних фарб

Технологічна карта – це основний документ ТПВ, де встановлюються параметри технологічної підготовки, а саме: обладнання, оснащення, розряди робіт, норми часу. Маршрутна технологічна карта – основний технологічний документ, що визначає послідовність проходження виробу по цехах і дільницях, в якій міститься перелік технологічних операцій із зазначенням обладнання, технологічного оснащення, розрядів робіт і норм часу.

Важливим етапом технологічної підготовки виробництва є проектування та виготовлення технологічного оснащення. До нього входять:

- технологічне обладнання,
- оснастка,
- інструменти,
- засоби механізації та автоматизації виробничих процесів.

Їх вибір здійснюється з урахуванням конструктивно-технологічних особливостей виробу, типу виробництва, об'ємів випуску нової продукції. Чим більший об'єм випуску продукції, тим економічніше використання спеціальної оснастки, тому що витрати швидко закуповуються за рахунок зниження трудоемності виконання операцій.

На першому, підготовчому етапі здійснюється підготовка паперу до друкування накладу, зокрема попередня підрізка, акліматизація паперу до умов в цеху, подача паперу до друкарської машини. На цьому етапі важливі характеристики паперу та механічних транспортерів.

Температура в цеху має становити 18-25°C, вологість повітря 40-50 %. Час акліматизації зазвичай може мінятися від 1-1,5 до 7-8 годин.

Підготовка фарби містить операції корегування властивостей за необхідності та організацію подачі фарби в друкарську машину. Паралельно здійснюється підготовка зволожуючого апарату, зокрема контроль рівня рН.

Підготовка безпосередньо друкарського апарату містить операції встановлення друкарських форм, налаштування фарбного апарату, перевірку якості подання фарби, налаштування балансу «фарба-рідина».

Зволоження друкарської форми має бути мінімальним і рівномірним. Приведення друкарських форм (діагональне, осьове, або окружне) контролюється по приводочних хрестах та інших мітках.

Отримання контрольних відбитків дозволяє перевірити якість друку. На цьому етапі застосовуються лупа, денситометр. Здійснюється контроль спектрофотометрії і денситометрії отриманих відбитків. Друк 300-500 контрольних відбитків дозволяє визначити оптимальний режим подачі "фарба-рідина", тиск валиків в друкарській машині, швидкість друку.

На етапі безпосереднього друку накладу відстежується стабільність роботи друкарської машини, підтримка оптимального режиму друку, стабільність режиму "фарба-рідина" та тиску між циліндрами друкарського апарату. Приймання продукції з контролем якості може бути автоматичним або напівавтоматичним. Готова продукція завантажується на піддон.

Після завершення друкування виконуються очищувальні операції, зокрема демонтаж та змив друкарської форми, змив гумовотканинного полотна, очищення фарбного апарату, протирка циліндрів зволожуючого апарату.

Подальший етап містить підготовку палітурного матеріалу, паперу для обклеювання блоку, картону або ледеріну. Контролюються допустимі відхилення розмірів кришок накладу (± 1 мм), температура клею $60\pm 5^\circ\text{C}$.

Сфальцовані надруковані зошити перевіряються під час прийому на ділянку післядрукарської обробки. Візуально перевіряються зошити на відсутність брудних, пом'ятих листів і листів без друку. Контролюється наявність необхідних міток: сигнатур, нормувальних, корінцевих міток.

Комплектування зошитів відбувається на аркушепідбірній машині. Візуальний контроль здійснюється стосовно кількості зошитів в блоці, правильності їх розташування згідно корінцевих номерів та сигнатур, відповідно до зразка-еталону.

На рис. 3.5 наведено загальну схему створення продукції.

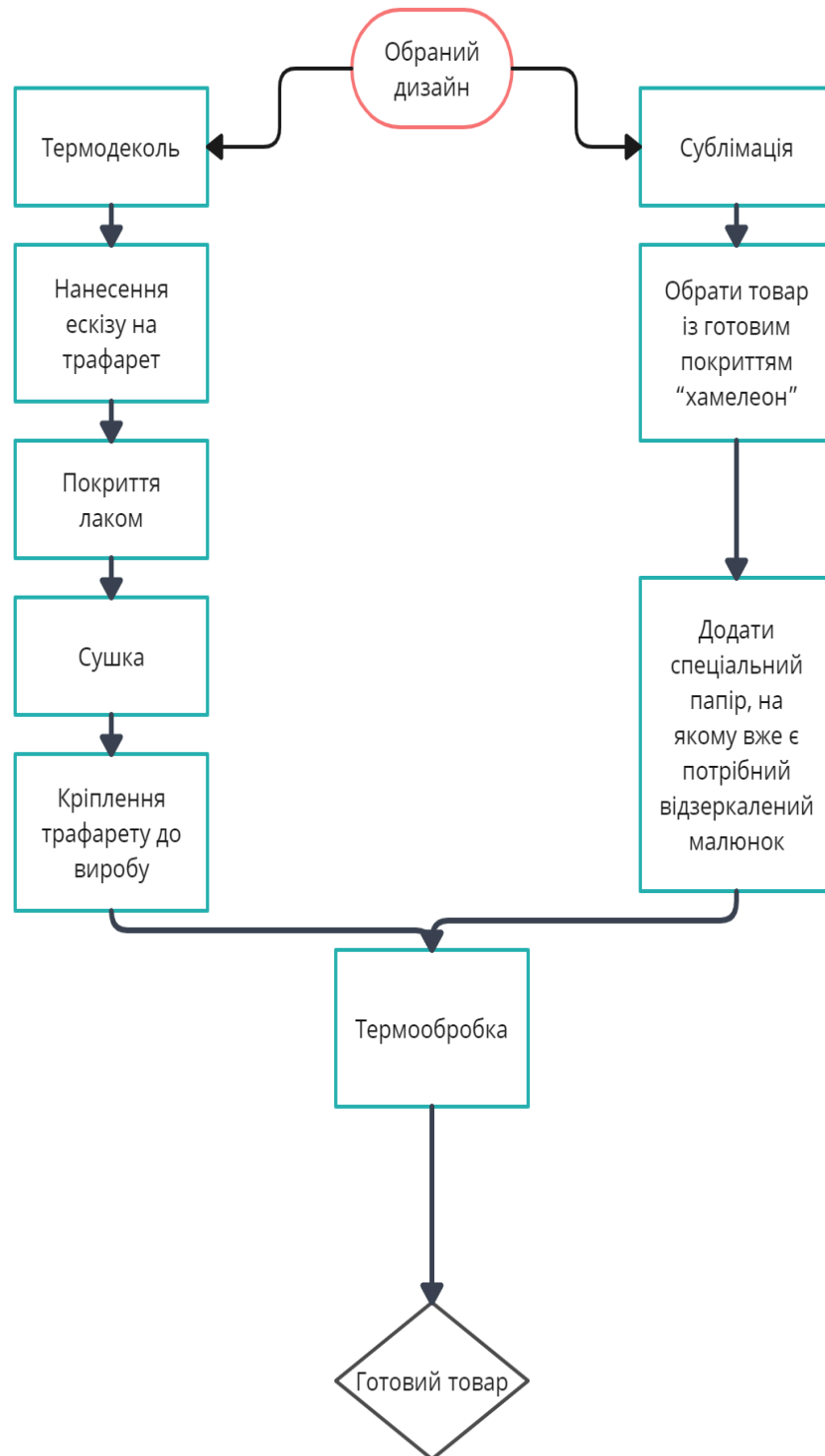


Рисунок 3.5 – Створення продукції з використанням термохромних фарб

Скріплення блоку нитками проводиться на ниткошвейному апараті, із застосуванням клею ПВА-Д. Блоки мають бути зшиті міцно, нитки стібків і петлі щільно стягнуті. Зміщення осей проколів від лінії згину не більше 1мм.

Ширина клейової полоски – 2,5 мм. Відступ клейової смужки від корінцевого згину 2 мм.

Далі виконується обтискання і заклеювання прошитих книжкових блоків. Контролюються рівномірність нанесення клейового шару; глибина заходу клею між зошитами $2 \pm 0,5$ мм; відсутність розколів між зошитами. Обріз блоку з трьох сторін виконується на різальній машині. Контролюється граничне відхилення по перекося ± 1 мм. Розмір обрізаних блоків згідно технологічної специфікації ± 1 мм. Зрізи повинні мати гладку поверхню, без тріщин і поглиблень.

Вставка блоку в палітурну кришку, оздоблення палітурної кришки, штрихування готових книг. Контролюється відсутність пухирів і складок. Не допускається перекіс корінця ± 1 мм.

Упаковка, приклеювання ярлика і здача в експедицію. Упаковка має бути щільною, ярлик приклеєний лентою-скотчем. Обов'язкова наявність контрольної мітки пакувальника

3.7 Особливості друку на сувенірних кухлях

Красивий і незвичайний кухоль, на якому нанесена фотографія людини, забавний напис або інше зображення, є дуже цікавим подарунком. Щоб створити таку чашку, необхідно проаналізувати принципи і особливості роботи.

Технологія нанесення зображення на поверхню кухля або іншого виробу пропонує декілька варіантів:

– гаряча деколь. Перенесення малюнка, створеного методом шовкографії, здійснюється при дуже високих температурах (більше 10 000 градусів). У процесі задіяна спеціальна термопіч, композитні матеріали;

– холодна деколь. Круговий друк виробляється на верстатах, в умовах нагріву поверхні до 2200 С. Технологія передбачає нанесення зображення безпосередньо на скло або кераміку;

– тамподрук. Задіяна технологія забезпечує максимально точно перенесення кольорів. До особливостей методу варто віднести можливість нанесення малюнка на обмежену площу;

– сублимація. Простота і саме цієї методики робить обраний варіант самим затребуваним і поширеним

Сублимаційний друк на кухлях здійснюється за допомогою спеціального устаткування, зокрема термопрес та фотопринтер. Ці апарати забезпечують швидке нанесення зображення з максимальною точністю.

Для того, щоб здійснювати цей вид роботи, потрібні:

– комп'ютер;
– встановлене графічне застосування, в якому можна робити макети картинок;

– фотопринтер, який має функцію безперервної подачі фарби і працює тільки з сублимаційними чорнилами;

– сублимаційний термопринтер для кухлів;

– термоскотч;

– спеціальний папір для сублимації;

– прихватка;

– кухоль.

За наявності усіх цих компонентів друк можна здійснити швидко і легко. Вона виконується за наступним алгоритмом.

Спочатку необхідно визначити висоту кухля. Висота картинки, що наноситься, має бути на 5 мм менше самого виробу. Ширина залежить від обхвату кухлика.

У графічному застосуванні необхідно створити файл у форматі з роздільною здатністю 300 dpi. Йому призначаються розміри по параметрах гуртки, після чого туди переноситься картинка. Файл зберігають в спеціальному режимі СМУК.

Далі відбувається процес обробки картинки. Її можна змінювати, кадрувати, додавати до неї елементи і багато що інше.

Друкувати слід тільки дзеркальне відображення картинки, вибравши високу якість друку. Картинку слід роздрукувати на папері сублімації.

Деякий час зображення сохнутиме, після чого його акуратно вирізують, залишаючи маленькі поля близько 5 мм.

Далі його кріплять на кухоль термоскотчем, який має бути абсолютно чистим, без смітинок (рис. 3.6). Папір з малюнком повинен прилягати добре і рівномірно, завдяки чому можна буде уникнути нечеткостей на малюнку при його перенесенні на поверхню чашки.



Рисунок 3.6 – Монтаж паперу на кухоль

На наступному етапі приступають до роботи з термопресом. На ній виставляється потрібний температурний режим і час нагріву. Кухоль ставлять в прес і потім затискають його (рис. 3.7). Після сигналу виріб виймають за допомогою прихватки.

Далі знімають скотч і папір, перевіряють якість друку (рис. 3.8).



Рисунок 3.7 – Обробка куклів в термопресі



Рисунок 3.8 – Відокремлення паперу від кукля

Для друку на кухлях використовується тільки сублімаційні чорнила. Також важливо пам'ятати, що картинку наносять на лицьову сторону папери, завдяки чому вона набуває красивішого вигляду.

Друк на чашках дозволяє отримувати яскраві і оригінальні вироби, які виглядають дуже привабливо. Наносити на них можна будь-які картинки, створюючи цікавий подарунок або сувенір.

3.8 Аналіз переваг запропонованої технології друку

Отже на підставі наведеного вище аналізу зробимо узагальнення недоліків та переваг друку термохромними фарбами для вибору оптимального варіанту для замовника.

Термохромна фарба – чутливе до впливу температури покриття друкованого виробу. Під час зміни температури колір вашого виробу змінюється. Це дуже ефективний і креативний спосіб виділитися серед виробників-конкурентів.

Крім цієї незаперечної переваги, можна назвати також ряд інших:

- можливість оперативно змінити тон покриття виробу;
- поліпшення терморегуляції вмісту виробу за допомогою використання світлих і темних тонів, що поглинають і відображають теплове випромінювання;
- можливість за допомогою комбінації шарів з різними температурними режимами створити неповторний колористичний ефект;
- відсутність в термохромних емалях шкідливих токсичних речовин, що негативно впливають на здоров'я людини і забруднюють навколишнє середовище. Вони повністю відповідають усім санітарним нормам і вимогам.

Поряд з вищенаведеним переліком переваг термохромні емалі мають також і ряд недоліків. Це справедливо для будь-якого виду продукції. Розглянемо для об'єктивності і негативні сторони термочутливих покриттів:

- висока чутливість до впливу ультрафіолетового випромінювання.

Для того щоб продовжити термін служби такого покриття, необхідно додатково нанести на виріб спеціальний лак;

- необхідність зберігати виріб подалі від сонячних променів;

- відносно висока вартість матеріалів;

- у випадку пошкодження покриття потрібно перефарбувати виріб заново – можливості ремонту поки не існує.

4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

У даному розділі кваліфікаційної роботи розглянемо декілька етапів виробництва з економічної точки зору, а саме розрахуємо собівартість нанесення малюнку на кружки з використанням термохромної фарби.

Для виробництва продукції з використанням термохромної фарби потрібне спеціалізоване обладнання (наприклад, термосублімаційний принтер). Вартість обладнання може коливатись залежно від якості друку, розмірів самої машини та, звісно, її можливостей.

Оптимальним обладнанням буде краплеструменевий принтер або маркіратор за рахунок невеликих розмірів, ціни і потрібного функціоналу. В таблиці 4.1 наведено чотири варіанти принтерів, які спроможні використовувати термохромні фарби.

Таблиця 4.1 – Параметри принтерів, що працюють з термохромними фарбами

Назва	Швидкість друку (м/с)	Висота символів (мм)	Ємність чорнильної системи (л)	Витрати електроенергії	Ціна (грн.)
Markem-Imaje 9029	до 4,4 м/с	від 1,8 до 8,7 мм	2 картриджі по 0,8 л кожен.	100-120 В або 200-240 В із автоматичним переключенням; 50/60 Гц; потужність 34 Вт	160 000 грн.
Videojet 1280	до 2.7 м/с	Від 2 мм до 10 мм	0.75 л	100-120 / 200-240 В змінний струм, 50/60 Гц, 70 Вт	114 000 грн.
BestCode Model 88	7.8 м/с	1.5-19 мм	2 л	100–240 VAC, Частота: 50–60 Гц, споживана потужність: 50 Вт	200 500 грн.
Markem-Imaje 9018	до 3 м/с	от 1,8 до 8,7 мм	2 картриджі по 0,75 л кожен	100-120 В; 50/60 Гц; потужність 34 Вт	120 000 грн.

На жаль, точних даних про кількість фарби, яку використовують вищезазначені апарати, дистриб'ютори не надають. Але, проаналізувавши інформацію про схожі пристрої, можна сказати, що краплеструменеві принтери використовують один літр фарби на 60 - 110 млн. символів. Оскільки взяті нами машини є середніми по характеристикам, скажемо, що вони друкують 80 млн. символів на літр. Виходячи з вирахованих показників, в таблиці 4.2 розрахуємо, скільки витрачає фарби кожен апарат за одну годину. Для цього перерахуємо швидкість друку для всіх чотирьох машин в міліметри в годину.

Таблиця 4.2 – Швидкість друку машин

Назва принтеру	Markem-Imaje 9029	Videojet 1280	BestCode Model 88	Markem-Imaje 9018
Швидкість м/с	4,4 м/с	2.7 м/с	7.8 м/с	3 м/с
Швидкість м/год	1584 м/год	972 м/год	2808 м/год	1080 м/год
Швидкість мм/год	1584000 мм/год	972000 мм/год	2808000 мм/год	1080000 мм/год

Знаючи розміри шрифту, якими можуть друкувати принтери, розраховуємо кількість символів, які кожна з машин може надрукувати в годину – табл. 4.3.

Таблиця 4.3 – Швидкість друку машин (у символах)

Назва принтеру	Markem-Imaje 9029		Videojet 1280		BestCode Model 88		Markem-Imaje 9018	
Розмір символу (мм)	1,8	8,7	2	10	1,5	19	1,8	8,7
Кількість символів в годину	880 000	182 069	486 000	97 200	1 872 000	147 789	600 000	124 137,9

Тепер визначимо приблизну кількість фарби, яку витрачає принтер за годину часу – табл. 4.4.

Таблиця 4.4 – Середні витрати фарби

Назва принтеру	Markem-Imaje 9029		Videojet 1280		BestCode Model 88		Markem-Imaje 9018	
Кількість символів в годину	880 000	182 069	486 000	97 200	1 872 000	147 789	600 000	124 137,9
Витрати фарби (мл)	11,00	2,28	6,08	1,22	23,40	1,85	7,50	1,55
Середні витрати фарби (мл)	6.64		3.6		12.6		4.5	

Також потрібно розрахувати витрати на електроенергію для кожної з чотирьох машин, враховуючи, що з 01.06.2023 року тариф на електроенергію складає 2,64 грн/кВт-год (табл. 4.5).

Таблиця 4.5 – Споживана електроенергія

Назва принтеру	Markem-Imaje 9029	Videojet 1280	BestCode Model 88	Markem-Imaje 9018
Витрати електроенергії, кВт/год	0,034	0,070	0,050	0,034
Вартість витраченої електроенергії, грн/год	0,09	0,18	0,13	0,09

Виходячи з отриманих даних виберемо принтер Markem-Imaje 9029 для подальших розрахунків, оскільки він має найкраще співвідношення ціни та якості, відносно невеликі витрати фарби та витрати на оплату електроенергії.

Розрахуємо витрати на електроенергію в місяць, якщо середня тривалість роботи обладнання – 10 годин на день:

$$0.09*10*30= 27 \text{ (грн.)}$$

Для подальших розрахунків потрібно розуміти значення цін на термохромні фарби. В залежності від виробника ціни на такі фарби коливаються від 8000 у фірми Colorless до 25000 гривень за літр у фірми Lumi-Light.

Для розрахунків візьмемо усереднену вартість таких фарб в 13000,00 грн, як у фірми Tricolor. Виходячи з даної ціни, один мілілітр фарби буде коштувати 13,00 грн. Таким чином, розрахуємо середні витрати на фарбу за годину і за місяць для вибраного принтера:

$$6,64*13=86.32 \text{ (грн.)},$$

$$86.32*10*30=25896 \text{ (грн.)}$$

Процес виробництва товарів з використанням таких принтерів не потребує великої кількості співробітників. Буде достатньо двох працівників, які будуть працювати по 35 годин на тиждень по черзі. Середня зарплата працівників поліграфічних підприємств складає від 12000,00 до 16000,00 грн. В такому випадку також візьмемо усереднене значення – 14000,00 грн в місяць для одного працівника. Також врахуємо додаткову заробітну плату в обсязі 20 % від основної заробітної плати.

$$14000*0,2= 2800 \text{ (грн.)}$$

ЄСВ складає 22 % фонду заробітної плати і дорівнює:

$$((14\ 000,00 + 2800,00) * 2) * 0,22 = 7392,00 \text{ грн.}$$

Оскільки обладнання не займає багато місця, для оренди можна розглядати невелике приміщення в 15-20 м². Середня ціна оренди такого приміщення складає 3000,00 грн на місяць.

Також у собівартості виробництва слід врахувати амортизаційні відрахування, виходячи з вартості принтера та часу його корисного використання. Визначимо цей час як 36 місяців (3 роки).

$$160\,000,00 / 36 = 4444,44 \text{ грн/міс.}$$

Якщо взяти кружки як основну продукцію, яка буде вироблятися за допомогою даного обладнання, потрібно також врахувати вартість не лише фарб, а й кружок без малюнку. Середня ціна на такі кружки складає приблизно 20,00 грн за штуку. Для розрахунку припустимо, що за одну годину можна нанести малюнок максимум на 10 кружок. Тоді за місяць роботи вийде приблизно 3000 кружок. Отже, на сировину у вигляді кружок без малюнку в місяць потрібно буде заплатити 60000,00 грн.

Визначимо загальну собівартість продукції на весь обсяг (3000 кружок) та на одиницю, враховуючи всі витрати розраховані вище:

$$\begin{aligned} 28000,00 + 5600,00 + 7392,00 + 27,00 + 25896,00 + 3000,00 + 4444,44 + \\ + 60000,00 = 134359,44 \text{ грн,} \\ 134359,44 / 3000 = 44,79 \text{ грн.} \end{aligned}$$

Розраховуємо суму прибутку від реалізації продукції (виходячи з рівня рентабельності 30 %):

$$134359,44 * 0,3 = 40307,83 \text{ грн.}$$

Розрахуємо вартість продукції без податку на додану вартість (ПДВ):

$$134359,44 + 40307,83 = 174667,27 \text{ грн.}$$

Розраховуємо суму ПДВ (20 % від ціни без ПДВ):

$$174667,27 * 0,2 = 34933,45 \text{ грн.}$$

Розрахуємо вартість 3000 одиниць продукції з ПДВ:

$$174667,27 + 34933,45 = 209600,73 \text{ грн.}$$

Ціна одиниці продукції з урахуванням ПДВ:

$$209600,73 / 3000 = 69,87 \text{ грн.}$$

Результати розрахунків наведено у таблиці 4.6.

Таблиця 4.6 – Розрахунок вартості виготовлення товару з використанням термохромних фарб

Стаття витрат	Сума витрат на місяць, грн
Основна заробітна плата	28000,00
Додаткова заробітна плата	5600,00
Єдиний соціальний внесок (ЄСВ)	7392,00
Витрати на електроенергію	27,00
Оренда приміщення	3000,00
Амортизаційні відрахування	4444,44
Фарба	25896,00
Сировина (кружки)	60000,00
Собівартість продукції	134359,44
Прибуток	40307,83
Ціна без ПДВ	174667,27
Податок на додану вартість (ПДВ)	34933,45
Ціна з урахуванням ПДВ	209600,73

Отже, собівартість одиниці продукції з використанням термохромної фарби складає 44,79 грн. Очікуваний прибуток з кожної одиниці реалізованої продукції дорівнюватиме 13,44 грн. Ціна з урахуванням ПДВ – 69,87 грн, що є достатньо конкурентоспроможним показником на ринку.

ВИСНОВКИ

У процесі написання кваліфікаційної роботи за темою "Дослідження етапів виробництва продукції з використанням термохромних фарб" були розглянуті основні аспекти та перспективи застосування цих фарб у виробництві. Виявлено, що термохромні фарби відкривають широкі можливості для створення унікальних ефектів та функціональності в різних галузях, включаючи поліграфію, упаковку, текстильну та машинну промисловість, електроніку та інші.

Під час написання було виконано наступну роботу: аналіз завдання дипломної роботи; огляд технології друку; дослідження інструментів, що використовуються при роботі з термохромними фарбами; наведені приклади використання фарб зі змінним пігментом.

Вивчення етапів виробництва продукції з використанням термохромних фарб виявило значний потенціал цих матеріалів у створенні інтерактивних елементів, які реагують на зміни температури та забезпечують новий рівень взаємодії з продуктом. Застосування термохромних фарб у виробництві також має позитивний аспект з точки зору безпеки, оскільки вони не містять шкідливих або радіоактивних компонентів, що дозволяє їх використання навіть у виробах для дітей.

Практична частина зосереджувалась на дослідженні властивостей термохромних фарб та визначенні їх можливостей за допомогою різних методів. Це дозволило отримати уявлення про технології виробництва продукції з використанням цих фарб, а також процеси, що відбуваються на кожному етапі. Результати дослідження підтвердили потенціал термохромних фарб для створення інноваційних продуктів, які задовольняють потреби споживачів та сприяють зростанню конкурентоспроможності підприємств.

Також розвиток та удосконалення технологій виробництва продукції з використанням термохромних фарб є важливим завданням, що вимагає

досліджень, інновацій та співпраці між різними галузями індустрії. Це відкриває нові перспективи для розширення можливостей дизайну, функціональності та взаємодії з продуктом, що сприяє зростанню конкурентоспроможності підприємств та задоволенню потреб споживачів.

Загалом, дослідження етапів виробництва продукції з використанням термохромних фарб підкреслює важливість впровадження інноваційних матеріалів та технологій у виробництво. Це сприяє розширенню можливостей дизайну, функціональності та взаємодії з продуктом, що є ключовими факторами у задоволенні потреб споживачів та забезпеченні успіху підприємств.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Види термохромних фарб та їх застосування. URL: <https://splinx.pl/en/rozwiazania-artykuly-blog/blog-splinx/zastosowania-farb-termochromowych/> (дата звернення: 15.05.2023).
2. Термохромна фарба. URL: <https://color-city.com.ua/Termohromnye-kraski-2.html> (дата звернення: 15.05.2023).
3. PrintPlanet Forums. URL: <https://www.printplanet.com/forums> (дата звернення: 15.05.2023).
4. Кружка-хамелеон та секрети її оригінальності. URL: <https://www.myvin.com.ua/news/13550-kruzhka-khameleon-ta-sekrety-ii-oryhinalnosti> (дата звернення: 15.05.2023).
5. Тканини з термочутливими фарбами. URL: <https://fashion723112365.wordpress.com/> (дата звернення: 15.05.2023).
6. Yiping Ma, Beirong Zhu. Research on the preparation of reversibly thermochromic cement based materials at normal temperature. 2017.
7. Tang H., MacLaren D., White M.A. New insights concerning the mechanism of reversible thermochromic mixtures // Can. J. Chem. 2010. № 88. P. 1063-1070.
8. Han Y., Yan X., Zhao W. Effect of Thermochromic and Photochromic Microcapsules on the Surface Coating Properties for Metal Substrates // Coatings 2022. № 12. P. 1642.
9. Бізюк А.В., Грицеєнко С.Д. Властивості термохромної фарби для оздоблення пакування // Поліграфічні, мультимедійні та web-технології: тези доповідей VII Міжнар. наук.-техн. конф., 17-21 травня 2022 р. Харків : ХНУРЕ, 2022. Т. 1. С. 18-19.