

ВІДГУК РЕЦЕНЗЕНТА

на дисертаційну роботу Довганич Анни Василівни
за темою: «Удосконалення технології оздоблення друкарських відбитків
методом ламінування», поданої на здобуття наукового ступеня доктора
філософії в галузі знань 18 «Виробництво та технології»
за спеціальністю 186 «Видавництво та поліграфія»

Актуальність теми

Дисертаційна робота Анни Довганич присвячена удосконаленню технології оздоблення друкарських відбитків методом ламінування. Активне поширення в останні роки цифрового друку для виготовлення продукції на різних матеріалах стимулює виробників до впровадження ефективних способів її оздоблення, серед яких особливе місце займає ламінування. Якість цього процесу визначає як естетичні, так і експлуатаційні характеристики готової продукції. Тому дослідження адгезії плівок до поверхні паперу та задрукованих відбитків з метою визначення оптимальних технологічних параметрів ламінування є актуальним і практично значущим завданням.

У межах дослідження розв'язано науково-прикладну задачу удосконалення технології гарячого ламінування друкарських відбитків шляхом встановлення взаємозв'язків між технологічними параметрами, режимними факторами та зовнішніми впливами на папір, фотопапір і картон. Такий підхід дозволяє оптимізувати технологічний процес, підвищити якість готової продукції і збільшити її експлуатаційні показники, що робить дисертаційну роботу актуальною.

Обґрунтованість наукових положень і їх достовірність

Для досягнення поставленої мети у дослідженні застосовано теоретичні та практичні дослідження, зокрема процес гарячого ламінування відбитків цифрового друку проводився на основі денситометричного та колориметричного контролю якості з використанням спектроколориметра GRETAG SPM50. Для дослідження експлуатаційних властивостей друкарських відбитків до і після ламінування використовували розривну машину РМБ-30-2М та установку УК 25-1,6. Топографія поверхні відбитків на папері, фотопапері та картоні та їх ламінатів вивчалася на 3D-мікроскопі AniCAM (Troika Systems). Для проведення оптично-мікроскопічних досліджень використано цифрові мікроскопи IntelPlay QX3 при збільшенні лінзи $\times 60$, $\times 120$, $\times 200$ та USB 1600 Digital Microscope. Термічний аналіз друкарських відбитків до і після ламінування здійснювали на дериватографі Q-1500D системи «Паулік – Паулік – Ердей».

За допомогою імітаційного та математичного моделювання здійснено оптимізацію процесу ламінування відбитків лазерного і струменевого друку. Для обчислення параметрів побудованих поліноміальних моделей використано пакет Maple і чебишовське наближення функцій багатьох змінних. Для опрацювання експериментальних даних та перевірки їх достовірності використано методи математичної статистики, програмний пакет Microsoft Office Excel 2021. Розроблена оптимізаційна модель процесу забезпечення якості ламінування при оздобленні продукції. Дослідження зміни яскравості і

насиченості кольорів СМУК на відбитках під дією денного світла проводилися з використанням денситометрії і колориметрії. Зміну блиску зображень на відбитках визначали блискоміром ZGM 1020. Для опрацювання експериментальних даних та перевірки їх достовірності використано методи математичної статистики, програмний пакет Microsoft Office Excel 2021.

Наукова новизна результатів, отриманих в дисертаційній роботі

Наукова новизна отриманих у дисертаційній роботі результатів, на мій погляд, полягає у наступному:

Вперше розроблено:

- методику визначення міцності ламінованих відбитків лазерного та струменевого друку на основі порівняння величини сили й енергії, затраченої на руйнування системи «відбиток-плівка», що дозволяє спрогнозувати тривалість використання ламінатів та забезпечити покращення якості їх експлуатаційних показників;

- виявлено за допомогою термогравіметричного аналізу межі температур, в яких відбувається інтенсивна втрата маси в друкарських відбитках струменевого друку на фотопапері під час оздоблення методом гарячого ламінування, що дозволило підібрати оптимальні температурні режими для забезпечення адгезійної міцності та покращення якісних показників продукції;

- описано математичними поліноміальними моделями зв'язок між температурою і швидкістю ламінування та експлуатаційними показниками ламінатів, параметри який обчислено з використанням чебишовського наближення функцій багатьох змінних, що дозволило оптимізувати технологічний процес оздоблення відбитків струменевого і лазерного друку методом гарячого ламінування.

Удосконалено:

- методику визначення світлостійкості відбитків цифрового друку до і після ламінування, що дозволило встановити вплив часу дії денного світла і товщини плівки на зміну кольорових характеристик надрукованих зображень;

- імітаційну модель процесу гарячого ламінування відбитків цифрового друку, яка описує механізм взаємодії елементів системи «плівка-клей-відбиток» на основі механічної та молекулярної адгезії, що дозволить забезпечити якісні оптичні та експлуатаційні характеристики ламінатів.

Отримала подальший розвиток:

- теоретичні засади системного підходу до формування якісних ламінованих відбитків цифрового друку на основі взаємозв'язку між основними компонентами процесу гарячого ламінування з врахуванням структурних, технологічних, експлуатаційних показників, що дозволить забезпечення прогнозованої якості ламінованої продукції.

Короткий аналіз змісту дисертації

У першому розділі проведено комплексний аналіз сучасних тенденцій та стану розвитку технологій оздоблення поліграфічної продукції з паперу, фотопаперу та картону методом ламінування на ринках України та світу. Представлено ключові характеристики матеріалів, обладнання та технологічних підходів до ламінування друкованих відбитків, включаючи їхні переваги та

недоліки. Крім того, розроблена класифікація дефектів, що виникають під час ламінування продукції, із зазначенням їхніх причин та ефективних методів усунення.

У другому розділі обґрунтовано вибір об'єктів дослідження — струменевих і лазерних відбитків на папері, фотопапері та картоні, як до, так і після ламінування. Проведено теоретичні та практичні дослідження гарячого ламінування цифрових відбитків із застосуванням денситометричного, колориметричного, електронно-мікроскопічного та термогравіметричного аналізів, а також визначено вплив зовнішніх факторів на характеристики ламінатів. Оптимізацію процесу ламінування здійснено за допомогою імітаційного та математичного моделювання з використанням Maple і чебишовського наближення, а достовірність даних перевірено методами математичної статистики та Microsoft Office Excel 2021.

Третій розділ представляє результати дослідження оптичних та колориметричних змін друкарських відбитків внаслідок ламінування. Було виявлено, що ламінування збільшує оптичну густину для лазерного друку, але зменшує для струменевого, а також по-різному впливає на насиченість кольорів СМУК, ймовірно через температурну чутливість барвників.

Дослідження світлостійкості показали, що ламінування покращує стабільність кольорів, причому товстіша плівка забезпечує кращі результати. Також з'ясовано, що основні кольори струменевого друку краще зберігають якість при ламінуванні. Зафіксовано високе значення блиску на ламінованих лазерних відбитках з глянцевою плівкою.

У четвертому розділі представлені дослідження топографії поверхні відбитків до і після ламінування, які показали незначне зменшення мікронерівностей. Також виявлено неоднорідність клейового шару плівки, що може впливати на адгезію. На основі мікроскопічних даних була розроблена модель механізму утворення ламінатів, яка включає механічну та адгезійну взаємодії. Термічний аналіз підтвердив втрату вологи та розклад плівки при певних температурах.

П'ятий розділ зосереджений на експлуатаційних показниках ламінованих відбитків. Встановлено, що міцність ламінатів зростає зі збільшенням товщини плівки, а їхнє руйнування відбувається послідовно: спочатку основа, потім плівка. Температура виявилася чинником, що посилює скручування ламінатів. Аналіз факторів впливу на якість ламінування показав, що ключовими є режими процесу та властивості матеріалів. Важливо, що підтверджено взаємозв'язок між параметрами ламінування та експлуатаційними властивостями ламінатів, що дало змогу провести оптимізацію процесу та створити прогнозні математичні моделі для зусиль розриву та продавлювання.

Практичне значення результатів, отриманих в дисертаційній роботі

Практичне значення одержаних результатів полягає в тому, що рекомендації автора допоможуть сформувати оптимальні режими процесу ламінування відбитків цифрового друку. Це, в свою чергу, сприятиме ефективному функціонуванню та розвитку підприємницької діяльності, забезпечуючи високу якість ламінованої продукції.

Апробація виробничих випробувань процесу ламінування друкарських відбитків на фотопапері та картоні здійснена в цифровій друкарні Еталон Прінт (м. Львів) та фірми ФОП ГАН М. М. (м. Львів).

Результати досліджень впроваджено у навчальний процес Інституту поліграфії та медійних технологій під час проведення лекційних та лабораторних занять з дисциплін “Проектування поліграфічної та пакувальної продукції”, “Інженерія якості пакувальної продукції”, які забезпечує кафедра поліграфічних технологій та пакування для студентів спеціальності 186 «Видавництво та поліграфія». Дані про впровадження підтверджено відповідними документами.

Повнота викладення наукових положень, висновків та рекомендацій, сформульованих у дисертаційному дослідженні та опублікованих у працях

Результати дисертаційного дослідження знайшли своє відображення в 21 науковій праці, з них 1 публікація у періодичному виданні, що входить до міжнародних наукометричних баз Scopus; 1 публікація у зарубіжному науковому виданні; 5 публікацій у наукових фахових виданнях України; 14 публікацій у матеріалах і тезах конференцій.

Зазначені публікації повною мірою висвітлюють основні наукові положення дисертації як на вітчизняному, так і на міжнародному рівнях.

Оформлення дисертації та стиль викладення результатів

Дисертаційна робота Довганич А. В. оформлена згідно вимог, зокрема Вимогам до оформлення дисертацій (Наказ МОН України № 40 від 02.01.2017 р.). Побудова дисертаційної роботи відповідає принципам логічності та послідовності. Завершення кожного розділу супроводжується висновками, які адекватно узагальнюють здобуті наукові результати. Анотація знаходиться у повній відповідності з ключовими положеннями дисертації та комплексно представляє зміст дослідницької роботи здобувача. Під час перевірки дисертації не було встановлено фактів плагіату або неправомірного використання наукових досягнень інших авторів без відповідних посилань.

Зауваження до дисертаційної роботи

Не зважаючи на загальну позитивну оцінку дисертаційної роботи, слід зазначити наступні зауваження:

1. Аналіз літературного огляду показав, що автор оминула увагою технологію безсольвентного ламінування флексографічних відбитків, яка на сьогодні широко застосовується у виробництві гнучких пакувань.

2. У таблицях 2.1 і 2.4 маса одного квадратного метра матеріалу помилково трактується як показник щільності. Крім того, у таблиці 2.4 товщина подана в одиницях «міс» замість мікрометрів, а в одиницях дін/см вимірюється не коронація, а поверхнева енергія плівок як результат обробки коронним розрядом.

3. Якщо йдеться про струменевий друк, то зображення створюється за допомогою пігментних або барвникових чорнил. Натомість на стор. 127 автор використовує термін «фарба», що є некоректно у цьому контексті.

4. Із міркувань, наведених на стор. 147, незрозуміло, яким чином збільшення густини плівки та паперу призводить до підвищення температури

ламінування. Можливо, автор мала на увазі збільшення маси одного квадратного метра матеріалів?

5. Дисертаційна робота завершується оптимізацією технологічного процесу на основі чебишовського наближення функцій багатьох змінних, якому в методичній частині присвячено лише два речення з відповідними посиланнями. З огляду на те, що саме цей методичний підхід став ключовим для реалізації оптимізації, його слід було подати у більш розгорнутому вигляді з чітким описом послідовності етапів.

Зазначені зауваження не впливають на загальну позитивну оцінку докторської дисертації Довганич А. В. і не знижують наукову та практичну цінність результатів та висновків роботи.

Загальні висновки щодо дисертаційної роботи

Згідно з обґрунтованою науковою новизною, теоретичною та практичною цінністю одержаних результатів, рецензована дисертаційна робота Довганич А. В. на тему «Удосконалення технології оздоблення друкарських відбитків методом ламінування» є завершеною науковою працею. На підставі детального аналізу представленої роботи можна зробити висновок, що дисертація відповідає вимогам, які сформульовані вимогам чинного законодавства України, що передбачені в п. 6–9 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44.

Здобувач Довганич Анна Василівна заслуговує на здобуття ступеня доктора філософії за спеціальністю 186 «Видавництво та поліграфія» галузі знань галузі знань 18 «Виробництво та технології».

Офіційний рецензент:

доктор технічних наук, професор,
професор кафедри мультимедійних
технологій Інституту поліграфії
та медійних технологій
Національного Університету
«Львівська політехніка»

Вячеслав РЕПЕТА

Підпис професора Репети В. В. завіряю
Проректор,
канд. техн. наук, доцент



Микола ЛОГОЙДА