

ВІДГУК

офіційного опонента

доктора технічних наук, професора

КРИВОПЛЯС-ВОЛОДИНОЇ ЛЮДМИЛИ ОЛЕКСАНДРІВНИ

на дисертаційну роботу

КУКУРИ ТЕТЯНИ ЮРІЇВНИ

на тему «Удосконалення технологічного процесу флексографічного друку гнучких паковань», представлену на здобуття ступеня доктора філософії в галузі знань 18 – Виробництво та технології за спеціальністю 186 – Видавництво та поліграфія

Актуальність теми дисертації.

Актуальність теми дисертаційного дослідження зумовлена стрімким розвитком флексографічного способу друку, який займає провідні позиції серед сучасних технологій виготовлення гнучкого пакування. Зростання вимог до якості поліграфічної продукції з боку споживачів, розширення асортименту друкарських матеріалів і фарб, а також необхідність точного узгодження параметрів анілоксових валів, форм та зображення обумовлюють потребу в удосконаленні технологічного процесу. У цьому контексті дослідження впливу характеристик друкарських форм, фарбових композицій та анілоксових валів, а також встановлення пріоритетних факторів, що визначають якість друку, є безперечно актуальним і практично значущим.

Оцінка обґрунтованості наукових результатів дисертації, їх достовірності та новизни.

Наукова новизна результатів дисертаційного дослідження полягає в наступному:

Вперше

– розроблено модель технологічного процесу флексографічного друку гнучких паковань, що включає фактори процесу як сукупність елементів, що перебувають у певній взаємодії один із одним і створюють цілісну систему, що уможливорює аналіз процесу із застосуванням методів контролю, які узгоджені з відповідними стандартами та встановлює пріоритетність впливу цих факторів на якість технологічного процесу;

– розроблено метод кількісного оцінювання ступеня очищення комірок анілоксового вала з реалізацією у вигляді програмного застосунку, що уможливило використання результатів для визначення вихідного параметра якості при створенні моделі прогнозування ефективності процесу очищення анілоксових валів;

– побудовано прогностичну модель процесу флексографічного друку шляхом представлення пріоритетних факторів у вигляді лінгвістичних змінних із термами оцінювання на відповідних універсальних множинах, формування функції належності, нечіткої бази знань, нечітких логічних рівнянь і проведення дефазифікації нечітких значень, що дозволило удосконалити процес флексографічного друку гнучких паковань та кількісно оцінити його якість.

Удосконалено:

– метод контролю величини енергетичної взаємодії у друкарському контакті системи «друкарська форма-фарба-полімерна плівка», що дозволило покращити фарбопередачу та забезпечити високі адгезійні й оптичні показники друкарських відбитків.

Отримали подальший розвиток:

– дослідження впливу на поверхневу енергію полімерних плівок обробки коронним розрядом, що дозволило встановити залежності між режимами обробки полімерних плівок і якісними показниками відбитків флексографічного друку і підібрати оптимальні режими обробки;

– дослідження впливу лініатури анілоксових валів і їх фарбоємності на оптичні показники друкарських відбитків, отриманих різними типами друкарських фарб та встановлено залежності впливу цих параметрів на оптичні показники друкарських відбитків, що дає можливість оперувати даними показниками за рахунок правильного вибору анілоксового вала з відповідними характеристиками.

Для досягнення поставленої мети у роботі використано сучасні методи дослідження, зокрема методи денситометричного та сенситометричного контролю якості друкарських відбитків із використанням спектросенситометра X-Rite eXact, методи мікрофотозйомки поверхні друкарських форм та відбитків, оцінювання поверхневої енергії полімерних матеріалів, методи аналізу поверхні анілоксових валів з використанням 3D-мікроскопа AniCAM та програмного забезпечення Anilox QC Application. Імітаційне моделювання реалізовано з допомогою графічного середовища технологічних розрахунків Matlab та системи розробки Fuzzy Logic Toolbox. Для опрацювання експериментальних результатів використано програмний пакет Microsoft Excel.

Отже, в дисертаційній роботі поставлене наукове завдання виконано повністю, здобувач повною мірою оволодів методологією наукової діяльності.

Оцінка змісту дисертації, її завершеність та дотримання принципів академічної доброчесності.

Дисертаційна робота Кукури Тетяни Юріївни за змістом, структурою та науковим спрямуванням повністю відповідає вимогам Стандарту вищої освіти України за спеціальністю 186 «Видавництво та поліграфія» та узгоджується з цілями і компетентнісними орієнтирами освітньо-наукової програми «Видавництво та поліграфія». Представлене дослідження є самостійною, завершеною науково-прикладною працею, яка демонструє ґрунтовне опрацювання актуальної проблематики удосконалення технологічного процесу флексографічного друку на гнучких пакуваннях.

Сформульовані наукові положення, практичні результати та обґрунтовані висновки свідчать про суттєвий особистий внесок здобувачки у розвиток галузі. За результатами перевірки дисертації на наявність текстових збігів встановлено, що робота є результатом оригінального авторського дослідження і не містить проявів академічної недоброчесності, зокрема фальсифікацій, фабрикацій, компіляцій чи плагіату; усі запозичення коректно оформлені з відповідними бібліографічними посиланнями.

Мова та стиль викладення результатів.

Дисертаційна робота написана українською мовою. Оформлення роботи відповідає усім необхідним вимогам, зокрема Вимогам до оформлення дисертацій (Наказ МОН України № 40 від 02.01.2017 р.). Структура дисертаційної роботи відповідає темі дисертації. Основні висновки підтверджені результатами, які наведено у розділах роботи. Анотація викладена ідентично основним положенням дисертації і в повній мірі відображає суть виконаної здобувачем дисертаційної роботи.

Короткий аналіз змісту дисертації.

Дисертація складається з вступу, 5 розділів, висновків, списку літератури та додатків. Загальний обсяг дисертації 178 сторінок.

У вступі зазначено актуальність теми дисертаційної роботи, новизну, зв'язок з науковою тематикою, яка виконувалася в рамках договору №300-2020 між Українською академією друкарства та СП ТзОВ «Полі Пак» на виконання науково-технічного проекту «Дослідження поверхневих властивостей полімерних плівок», мету, об'єкти досліджень, особистий вклад здобувачки, практичне значення і апробацію роботи.

У першому розділі дисертаційної роботи здійснено системний аналіз сучасного стану та основних тенденцій розвитку технологій і матеріалів, що використовуються у флексографічному друці. Акцентовано увагу на інноваційних підходах до виготовлення флексографічних друкарських форм,

зокрема із застосуванням цифрових та гібридних технологій формоутворення, а також розглянуто конструктивні особливості анілоксових валів та ракелів, які є ключовими елементами фарбового апарату. Окремий розділ присвячено характеристикам полімерних плівкових матеріалів, що застосовуються для виготовлення гнучких пакувань, та сучасним методам модифікації їхніх поверхонь задля покращення адгезійних властивостей. На підставі опрацювання фахової літератури й аналітичних джерел визначено ключові фактори, що впливають на якість відбитків, та окреслено технологічні операції, які підлягають контролю у процесі флексографічного друку пакувань.

У другому розділі дисертаційної роботи докладно охарактеризовано досліджувані матеріали та обґрунтовано методики проведення експериментів, спрямованих на вивчення ключових етапів технологічного процесу флексографічного друку. Зокрема, для аналізу топографії поверхні анілоксових валів застосовано сучасну технологію 3D-мікроскопії з використанням програмного забезпечення компанії Troika Systems (Велика Британія). Особливу увагу приділено розробці методу кількісного оцінювання ступеня забруднення комірок анілокса шляхом створення авторського програмного продукту AniTest, який виконує цифрову обробку зображень, отриманих на мікроскопі AniCAM. На всіх етапах експерименту якість друкарських відбитків оцінювали з використанням сучасних денситометричних і колориметричних методів, що забезпечило об'єктивність отриманих результатів.

Третій розділ дисертаційної роботи присвячено експериментальним дослідженням впливу матеріалу та технології формування мікроструктури поверхні фотополімерних флексографічних друкарських форм на якісні характеристики друкарських відбитків. Встановлено оптимальні типи мікроструктур для форм різних виробників за умов використання анілоксових валів з різною лініатурою. Проведено дослідження адгезійної взаємодії спирторозчинних фарб із фотополімерними формами, що виявило змінність рівня поверхневої енергії форм під час експлуатації та залежність цієї взаємодії від складу фарб, зокрема природи пігменту. Одержано залежності між параметрами коронної обробки полімерних плівок (потужність, швидкість транспортування) і рівнем їх поверхневої енергії, що дозволило визначити оптимальні режими для забезпечення якісних та стабільних відбитків. На підставі отриманих результатів розроблено алгоритм технологічної підготовки друкарської системи «форма–фарба–плівка» для забезпечення належної енергетичної взаємодії у зоні контакту.

У четвертому розділі дисертаційної роботи представлено результати комплексного дослідження впливу геометричних параметрів анілоксових валів на якісні характеристики флексографічних відбитків. За допомогою 3D-мікроскопа AniCAM та спеціалізованого програмного забезпечення Troika Systems встановлено кількісні залежності між лініатурою, об'ємом комірок анілокса та параметрами оптичної щільності відбитків і розтискування растрової точки. Проведено аналіз впливу параметрів анілоксових валів на точність кольоровідтворення, зокрема оцінено відхилення кольору за колориметричними критеріями. Окрему увагу в розділі приділено проблематиці забруднення комірок анілокса та впливу залишкових нашарувань на стабільність фарбопередачі, що є критичним чинником для забезпечення відтворюваності якості друку у промислових умовах.

У п'ятому розділі дисертаційної роботи здійснено моделювання процесу очищення анілоксових валів та прогнозування якості флексографічного друку із застосуванням методів нечіткої логіки. Побудовано базу знань і реалізовано систему нечіткого управління на основі Fuzzy Logic Toolbox у середовищі MATLAB, використовуючи алгоритм Мамдані з дефазифікацією за методом «Center of Gravity». На основі аналізу технологічних параметрів побудовано прогностичні моделі, що дозволяють кількісно оцінити ефективність очищення валів та визначити оптимальну тривалість процесу задля зниження енерговитрат. Представлено семантичну мережу факторів, що впливають на якість флексографічного друку пакувань спирторозчинними фарбами, здійснено їх ранжування за методом Парето, виділено чотири ключові фактори (70% впливу), сформовано нечіткі логічні рівняння для функцій належності, що дозволило отримати кількісну оцінку якості процесу та обґрунтовану прогностичну модель.

Висновки дисертаційної роботи містять науково обґрунтоване узагальнення отриманих результатів, які повністю відображають поставлені в дослідженні завдання. Узагальнено результати розроблення методу оцінювання очищення анілоксових валів, створення прогностичних моделей процесу флексографічного друку, а також визначення ключових факторів якості друку на основі нечіткої логіки. Висновки мають завершений характер і демонструють логічну завершеність дослідження.

У додатках наведено цифрові матеріали, які підтверджують достовірність експериментальних результатів, зокрема табличні дані, приклади зображень, фрагменти інтерфейсу авторського програмного забезпечення AniTest. Окремо подано результати впровадження досліджень,

що свідчить про прикладну цінність дисертаційної роботи. Додатки є інформативними і доповнюють основний зміст дисертації.

Оприлюднення результатів дисертаційної роботи.

За темою дисертаційної роботи опубліковано 13 наукових праць, зокрема: дві публікації у виданнях, що входять до міжнародної наукометричної бази SciVerse SCOPUS (з них 1 публікація в зарубіжному науковому виданні), чотири публікації у періодичних виданнях, що входять до міжнародної наукометричної бази Index Copernicus і наукових фахових видань України (з них 1 одноосібна), сім публікацій у матеріалах і тезах конференцій.

Наукові публікації здобувачки Кукури Т. Ю. відповідають принципам академічної доброчесності, особистий вклад дисертантки зазначено у вступі дисертаційної роботи.

Таким чином, наукові результати описані в дисертаційній роботі повністю висвітлені у наукових публікаціях здобувача.

Недоліки та зауваження до дисертаційної роботи.

Загалом, оцінюючи позитивно наукове дослідження, потрібно відзначити його наукову і практичну цінність.

Разом з тим є певні неточності, що ускладнюють системне сприйняття суті дисертаційних досліджень, а саме:

1. Попри правильне спрямування дослідження, формулювання мети охоплює надто багато змінних — властивості форм, фарб, плівок, анілоксових валів — без конкретизації, які саме характеристики оптимізуються (наприклад, стабільність фарбового шару, рівномірність нанесення тощо). Це ускладнює оцінку досяжності мети та перевірки наукової новизни.

2. У розділі 1 наведено понад 10 комерційних технологій виготовлення ФДФ (Flexcel NX, LAMS, DigiCap, Cyrel DigiFlow тощо), проте не зазначено, які з них реально аналізувалися або застосовувалися в дисертаційних дослідженнях.

3. Методи дослідження полімерних плівок, за розділом 2, є репрезентативні, але інтерпретовані без конкретики. Методика визначення поверхневої енергії плівок (тестовими чорнилами AFS) — коректна для швидкого контролю, проте: не згадується температурна стабільність значень, що критично для флексодруку; не оцінено зміни енергії в часі після обробки плівок (ефект старіння поверхні після коронування); відсутній кількісний зв'язок між отриманою поверхневою енергією і якісними показниками фарбового шару — що саме покращується: адгезія, глянець, стійкість?

4. За розділом 2, описані методики, мають частково фрагментарний характер, оскільки відсутня цілісна, логічно узгоджена структура експериментального дослідження. Не визначено залежні та незалежні змінні, не сформульовано вибіркового плану, не зазначено кількості повторень дослідів, а також бракує опису статистичних критеріїв обробки результатів.

5. У п. 3.1. не пояснено особливості та відмінності між різними режимами мікрорастрівання для пластин DPR та ACE (табл. 3.1). Експериментальні результати досліджень впливу параметрів мікрорастрівання друкарських форм на якість відбитків (п. 3.1) доцільно було б доповнити аналізом для пластин LUX ITP. Не обґрунтовано вибір оптичної щільності як головного критерію оцінювання ефективності фарбоперенесення, без врахування інших суттєвих параметрів, зокрема розтискування растрової точки, глянцевої плашки та колористичних характеристик відбитка.

6. У розділі 3 не представлено взаємозв'язки між параметрами «анілокс – форма – субстрат». Незважаючи на згадку різних анілоксів валів, фотополімерів і плівок, відсутній аналіз їхньої комбінованої взаємодії у процесі друку. Проте, ефективність фарбоперенесення визначається саме взаємодією всіх трьох компонентів друкарського контакту, а не їх окремими характеристиками.

7. У розділі 4 наведено дослідження лінійності і об'єму окремо, що обмежує можливість комплексної оптимізації. Доцільно було б дослідити їхню комбінацію як інтегральний параметр, наприклад, через співвідношення глибини до ширини, що згадується, але не використовується як аналітичний інструмент у побудові моделей.

8. За результатами ознайомлення з розділом 5, виявлено, що метод ранжування факторів із залученням семантичної мережі наведено без пояснення. Чому обрано саме ці фактори як базові? Не подано методику експертного опитування або статистичної перевірки коректності вагових коефіцієнтів. Доцільно було б забезпечити побудовані моделі математико-статистичною верифікацією їх достовірності та адекватності, зокрема шляхом аналізу похибки, коефіцієнта детермінації (R^2), середньоквадратичного відхилення (RMSE) або інших показників.

9. Формально висновки охоплюють основні напрямки дослідження, однак потребують кращої структурної прив'язки до цілей, акцентування на науково-практичній новизні. Це посилює б завершеність роботи та її інженерну значущість для галузі.

Вважаю, що висловлені зауваження не є визначальними і не зменшують загальну наукову новизну та практичну значимість результатів та не впливають на позитивну оцінку дисертаційної роботи.

Висновок про дисертаційну роботу

Вважаю, що дисертаційна робота здобувачки ступеня доктора філософії Кукури Тетяни Юріївни на тему «Удосконалення технологічного процесу флексографічного друку гнучких паковань» виконана на високому науковому рівні, не порушує принципів академічної доброчесності та є закінченим науковим дослідженням, сукупність теоретичних та практичних результатів якого розв'язує наукове завдання, що має істотне значення для галузі 18 – Виробництво та технології. Дисертаційна робота за актуальністю, практичною цінністю та науковою новизною повністю відповідає 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.

Здобувачка Кукура Тетяна Юріївна заслуговує на присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 18 – Виробництво та технології за спеціальністю 186 – Видавництво та поліграфія.

Офіційний опонент:

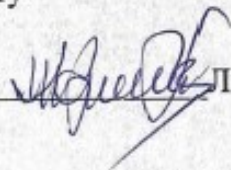
Завідувачка кафедри мехатроніки
та пакувальної техніки

Інженерно-технічного інституту

Національного університету

харчових технологій,

д-р техн. наук, професор



Людмила КРИВОПЛЯС-ВОЛОДИНА

30.06.2025р.

Підпис д. т. н., професорки Кривопляс-Володіної Л.О. засвідчую:



Людмила Юріївна,
професорка НУХТ