



ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з наукової роботи
Національного університету
«Львівська політехніка»

д-р.т.н., проф.

Іван ДЕМИДОВ

«10» лютого 2023 р.

Висновок

**наукового семінару кафедри мультимедійних технологій
Навчально-наукового інституту поліграфії та медійних технологій
Національного університету «Львівська політехніка»
про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації
«Удосконалення технологічного процесу флексографічного друку гнучких паковань»
здобувачки наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю
186 Видавництво та поліграфія (галузь знань 18 Виробництво та технології)
Тетяни КУКУРИ**

1. Актуальність теми дисертації

Аналітичними дослідженнями ринку гнучких паковань підтверджено, що пакувальна індустрія виявляє виняткові темпи зростання, які обумовлені постійними інноваціями та технологічним прогресом. Результатом цих досягнень стало створення легких пакувальних рішень, які значно покращили привабливість, міцність, захист продукту та герметичність гнучких паковань. Основним способом друку, що застосовується при виготовленні гнучких паковань, є флексографія. Флексографія використовується для задруковування практично усіх відомих полімерних плівок, паперу, картону, алюмінієвої фольги – ключових матеріалів пакувальної індустрії. Окрім того, підвищення якості друку дозволило флексографії не тільки вийти на ринок етикетки, а й успішно конкурувати із традиційним плоским офсетним друком та новітніми цифровими технологіями. Зростаючий попит на більшу різноманітність і меншу довжину тиражів сприяє розвитку флексографічних технологій, спрямованих на підвищення ефективності на ринку, який все більше цифровізується. Розвиток флексографічного друку вимагає подальших досліджень: процесу фарбоперенесення, визначальними чинниками якого є анілоксовий вал, фарба, друкарська форма та задруковуваний матеріал; поверхневих властивостей фотополімерних друкарських форм; особливостей обробки задруковуваної поверхні; впливу реологічних і друкарсько-технічних характеристик фарб, які визначають можливості нанесення технологічно необхідного шару фарби на поверхню задрукованого матеріалу. Відповідно, комплексне експериментальне дослідження та математичний аналіз вагомості впливу факторів процесу на якість відбитків флексографічного друку є актуальним науково-прикладним завданням.

2. Зв'язок теми дисертації з державними програмами, науковими напрямками університету та кафедри

Тема дисертації пов'язана з тематичними напрямками наукових досліджень Навчально-наукового інституту поліграфії та медійних технологій Національного університету «Львівська політехніка», зокрема кафедри мультимедійних технологій, а також виконувалась у межах договору №300-2020 між Українською академією друкарства (правонаступник усіх прав і обов'язків – Національний університет «Львівська політехніка») та СП ТзОВ «Полі Пак» на виконання науково-технічного проекту «Дослідження поверхневих властивостей полімерних плівок».

3. Особистий внесок здобувача в отриманні наукових результатів

Усі наукові результати, викладені в дисертації, автором отримано особисто. З наукових праць, що опубліковані в співавторстві, у дисертації використано тільки ті ідеї і положення, які є результатом особистої роботи дисертанта.

4. Достовірність та обґрунтованість отриманих результатів та запропонованих автором рішень, висновків, рекомендацій

Дисертація Кукури Т.Ю. містить теоретичні та експериментальні дослідження, а також практичні пропозиції щодо удосконалення технологічного процесу флексографічного друку гнучких паковань спирторозчинними фарбами.

Наукові положення, висновки та рекомендації, сформульовані в дисертації, висвітлені в публікаціях, мають достатній рівень обґрунтування як з теоретичних, так і методичних позицій. Для досягнення поставленої мети у дисертаційній роботі використані сучасні методи дослідження, зокрема методи денситометричного та сенситометричного контролю якості друкарських відбитків з використанням спектросенситометра X-Rite eXact (X-Rite Pantone, США), методи мікрофотозйомки поверхні друкарських форм та відбитків, оцінювання поверхневої енергії полімерних матеріалів, дослідження стійкості фарбового шару на відбитку, методи аналізу поверхні анілоксових валів з використанням 3D-мікроскопа AniCAM та програмного забезпечення Anilox QC Application (Troika Systems). Імітаційне моделювання реалізовано з допомогою графічного середовища технологічних розрахунків Matlab та системи розробки Fuzzy Logic Toolbox.

Правомірність основних висновків і практичних рекомендацій автора підтверджено апробацією на науково-практичних конференціях та публікаціями у відкритому друці.

Експериментальним дослідженням, розробкам та висновкам, які представлені в дисертації Кукури Т.Ю., властива повнота та логічність викладення, системність подання, достатній рівень обґрунтованості та достовірності, наукова новизна та практичне значення.

5. Ступінь новизни основних результатів дисертації порівняно з відомими дослідженнями аналогічного характеру

У дисертаційній роботі розв'язано науково-прикладне завдання забезпечення якості флексографічного друку гнучкого пакування шляхом встановлення закономірностей впливу основних чинників технології (параметри друкарських форм, анілоксових валів, полімерних плівок та спирторозчинних фарб) на процес фарбоперенесення і якісні характеристики друкарських відбитків.

Під час виконання дисертаційної роботи отримані такі нові результати:

вперше:

- розроблено модель технологічного процесу флексографічного друку гнучких паковань, яка включає фактори процесу як сукупність елементів, що перебувають у певній взаємодії один з одним і створюють цілісну систему, що уможливило проведення аналізу процесу з точки зору наявності відповідних методів контролю, узгоджених з відповідними стандартами, і встановити пріоритетність впливу 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 вихідного параметру якості при створенні моделі прогнозування ефективності процесу очищення анілоксових валів;

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

Удосконалено:

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

Дістали подальший розвиток:

– метод визначення поверхневої енергії полімерних плівок та впливу на неї 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 валиків 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.

6. Перелік наукових праць, які відображають основні результати дисертації

Публікації у виданнях, включених до наукометричної бази Scopus:

1. Vyacheslav Repeta, Tetiana Kukura, Volodymyr Havrylyshyn, Yurii Kukura Analysis of factors and construction of prognostic quality models of flexographic printing process of packaging with solvent based inks. *Journal of Graphic Engineering and Design*. – 2023. – №14 (3). – P. 37-44. DOI: 10.24867/JGED-2023-3-037 (Особистий внесок автора: вибір факторів якості процесу флексографічного друку та встановлення їх пріоритетності).

2. Vyacheslav Repeta, Tetiana Kukura, Yurii Kukura, Ihor Myklushka, Bohdan Durniak. Assessment and Prognostic Models of the Efficiency of Anilox Rollers Cleaning Process. *CEUR Workshop Proceedings. 1st International Workshop on Advanced Applied Information Technologies (AdvAIT-2024)*.). – P. 35-44. URL: <https://ceur-ws.org/Vol-3899/paper4.pdf> (Особистий внесок автора: розробка методу аналізу ступеня очищення комірок анілоксових валів).

Публікації у наукових фахових виданнях України:

1. Кукура Ю. А., Репета В. Б., Кукура Т. Ю., Кукура В. В. Вплив режимів мікрорастворювання флексографічних друкарських форм на якість відбитків. *Наукові записки УАД*. – 2021. – №2 (63). – С. 42-51. DOI: 10.32403/1998-6912-2021-2-63-42-51 (Особистий внесок автора: одержання експериментальних залежностей і аналіз впливу матеріалу та технологій виготовлення флексографічних друкарських форм на якість відбитків).

2. Кукура Т. Ю. Дослідження впливу характеристик анілоксових валів на якісні показники відбитків флексографічного друку. *Поліграфія і видавнича справа*. – 2023. – №1 (85). – С. 145-154. DOI: 10.32403/0554-4866-2023-1-85-145-154.

3. Кукура Т. Ю., Вархоляк В. І. Адгезійна взаємодія флексографічних фарб з поверхнею фотополімерних друкарських форм. *Поліграфія і видавнича справа*. – 2024. – №1 (87). – С. 133-139. DOI:10.32403/0554-4866-2024-1-87-133-139 (Особистий внесок автора: проведення розрахунку поверхневої енергії друкарських форм і аналіз адгезійної взаємодії спирторозчинних фарб з їх поверхнею).

4. Кукура Т. Ю., Кукура В. В. Дослідження процесу очищення анілоксових валів у виробничих умовах. *Наукові записки УАД*. – 2024. – №1 (68). – С. 153-160. DOI:10.32403/1998-6912-2024-1-68-153-160. (Особистий внесок автора: отримання експериментальних залежностей та проведення аналізу впливу матеріалів та режимів очищення анілоксових валів на якість фарбоперенесення у флексографічному друку).

7. Апробація основних результатів дослідження на конференціях, симпозіумах, семінарах тощо

1. Кукура Ю.А., Кукура Т.Ю. Поліетилентерефталатні плівки у виробництві гнучкої упаковки // *Науково-технічна конференція професорсько-викладацького складу, наукових*

працівників і аспірантів (у режимі онлайн) (18 лютого – 21 лютого 2022 р.) тези доповідей / Українська академія друкарства. Львів, 2020. С.43.

2. Репета В.Б., Шибанов В.В., Кукура Т.Ю. Фотополімеризаційноздатний адгезив для «холодного» тиснення фольгою на флексографічних відбитках // Тези доп. *International Scientific Online Conference «Modern Advances in Organic Synthesis, Polymer Chemistry and Food Additives» in honor of Prof. Stanislav Voronov, dedicated to the 80th anniversary of birth (7-8 грудня 2021 р.)*. Львів: НУ«ЛП». – 2021. – С. 21.

3. Репета В. Б., Кукура Т. Ю. Прогнозування міграції шкідливих компонентів УФ-фарби при експлуатації віддрукованих паковань // *Якість та безпечність товарів: матеріали VI Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та студентів*, 13 травня 2022 р., Луцьк. – 2022. – С.47-49.

4. Кукура Ю.А., Кукура Т.Ю. Дослідження властивостей поліетиленових плівок // *Науково-технічна конференція професорсько-викладацького складу, наукових працівників і аспірантів (у режимі онлайн) (07 лютого – 11 лютого 2022 р.) тези доповідей / Українська академія друкарства. Львів. – 2022. – С.64.*

5. Кукура Т. Ю. Репета В. Б. Фактори якості процесу флексографічного друку паковань спиртовими фарбами // *Поліграфічні, мультимедійні та web-технології : тези доповідей VII Міжнародної науково-технічної конференції (17-21 травня 2022 р.)*. – Харків : ХНУРЕ, 2022. – Т.1. – С.36-37.

6. Кукура Т.Ю. Дослідження властивостей термозбіжних поліетиленових плівок// *Науково-технічна конференція професорсько-викладацького складу, наукових працівників і аспірантів (у режимі онлайн) (6-10 лютого 2023 р., Львів): тези доповідей / Українська академія друкарства. Львів. – 2023. – С.64.*

7. Кукура Т.Ю. Дослідження поверхневих властивостей друкарських елементів форм флексографічного друку // *Науково-технічна конференція професорсько-викладацького складу, наукових працівників і аспірантів (у режимі онлайн) (05 лютого – 9 лютого 2024 р.) : тези доповідей / Українська академія друкарства. Львів. – 2024. – С.76.*

8. Наукове значення виконаного дослідження із зазначенням можливих наукових галузей та розділів програм навчальних курсів, де можуть бути застосовані отримані результати

Результати досліджень також впроваджено у навчальний процес підготовки студентів спеціальності 186 *Видавництво та поліграфія* першого (бакалаврського) рівня вищої освіти ОПП «Мультимедійні видавничо-поліграфічні технології» для дисциплін «Матеріали і технології флексографічного друку», «Видавничо-поліграфічні і пакувальні матеріали».

9. Практична цінність результатів дослідження із зазначенням конкретного підприємства або галузі народного господарства, де вони можуть бути застосовані

Практичне значення одержаних наукових результатів спрямоване на формування на основі аналізу отриманих результатів практичних рекомендацій щодо ефективного використання:

- досліджуваних друкарських форм у друкарських процесах флексографічного друку шляхом підбору оптимальних режимів їх виготовлення та експлуатації;
- анілоксових валів у технологічних процесах флексографічного друку шляхом підбору оптимальних режимів їх експлуатації та режимів і матеріалів очищення;
- полімерних плівок, шляхом підбору ефективних режимів обробки їх поверхні коронним розрядом;
- друкарських фарб, шляхом раціонального регулювання їх в'язкості в процесі друкування, що в комплексі дозволить забезпечити якість відбитків флексографічного друку на гнучких пакуваннях.

Зокрема, для підвищення ефективності процесу очищення анілоксових валів розроблено комп'ютерну програму «AniTest», яка проводить додаткову обробку цифрових зображень,

отриманих на 3D-мікроскопі AniCAM. Побудовані у роботі прогностичні моделі впливу параметрів друкарської форми, анілоксового вала, в'язкості друкарської фарби та поверхневої енергії на якість відбитків дають змогу спрогнозувати у цілому якість процесу флексографічного друку гнучкого пакування, що має безпосереднє практичне значення. Апробація розробленого у роботі застосунку «AniTest» та його впровадження у виробничий процес здійснене в умовах підприємства СП ТЗОВ «Полі Пак» (м. Львів).

10. Оцінка структури дисертації, її мови та стилю викладення

Дисертація складається з вступу, п'ятих розділів, висновків, списку використаних літературних джерел та додатків. Дисертація за структурою, мовою та стилем викладення відповідає вимогам МОН України.

У ході обговорення дисертаційної роботи до неї не було висунуто жодних зауважень щодо самої суті роботи.

11. З урахуванням зазначеного, на кафедральному науковому семінарі Навчально-наукового інституту поліграфії та медійних технологій ухвалили:

11.1. Дисертація Кукури Тетяни Юріївни «Удосконалення технології флексографічного друку гнучких пакувань» є завершеною науковою працею, у якій розв'язано актуальне науково-прикладне завдання удосконалення технології флексографічного друку гнучких пакувань спиртовими фарбами шляхом дослідження впливу режимів мікрорастрівання поверхні друкуючих елементів фотополімерних форм на якісні показники відбитків з встановленням оптимального режиму; дослідження адгезійної взаємодії на двох етапах друкарського контакту; розроблення методу оцінювання ступеня очищення комірок анілоксових валиків різної лінійності; дослідження впливу характеристик анілоксових валиків на якість друкарських відбитків; визначення факторів і пріоритетності їх впливу на якість технологічних процесів вимивання анілоксових валів і флексографічного друку пакувань та побудови прогностичних моделей, що уможливило обґрунтоване використання методів якісного друкування гнучких пакувань з забезпеченням енергоефективності і ресурсоощадливості.

11.2. Основні наукові положення, методичні розробки, висновки та практичні рекомендації, викладені у дисертаційній роботі, логічні, послідовні, аргументовані, достовірні, достатньо обґрунтовані. Дисертація характеризується єдністю змісту.

11.3. У 13 наукових публікаціях повністю відображені основні результати дисертації, з них: 4 статті у наукових фахових виданнях України категорії «Б»; 1 стаття у наукометричному журналі, який індексується в базі SciVerse SCOPUS, 1 стаття в матеріалах конференції, яка індексується в базі SciVerse SCOPUS і 7 публікацій у збірниках за матеріалами конференцій, що засвідчують апробацію матеріалів дисертації.

11.4. Дисертація відповідає вимогам наказу МОН України № 40 від 12.01.2017 р. «Про затвердження вимог до оформлення дисертації», Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії (Постанова Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44, зі змінами).

11.5. Дисертація є результатом самостійних досліджень, не містить елементів фальсифікації, копіювання, плагіату та запозичень, що констатує відсутність порушення академічної доброчесності. Використання текстів інших авторів мають належні посилання на відповідні джерела.

11.6. З урахуванням наукової зрілості та професійних якостей Кукури Тетяни Юріївни дисертація «Удосконалення технологічного процесу флексографічного друку гнучких паковань» рекомендується для подання до розгляду та захисту у спеціалізованій вченій раді.

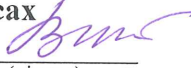
За затвердження висновку проголосували:

за - 25,

проти - немає,

утримались - немає.

**Головуючий на науковому семінарі
кафедри мультимедійних технологій
Національного університету
«Львівська політехніка»,
професор кафедри комп'ютерних технологій
у видавничо-поліграфічних процесах**
д.т.н., професор


(підпис)

Всеволод СЕНЬКІВСЬКИЙ
(прізвище та ініціали)

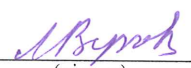
Рецензенти:

д.т.н., професор, професор кафедри
мультимедійних технологій


(підпис)

Богдан КОВАЛЬСЬКИЙ
(прізвище та ініціали)

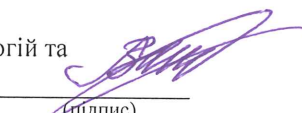
д.т.н., професор, зав. кафедри
комп'ютерних технологій
у видавничо-поліграфічних процесах


(підпис)

Михайло ВЕРХОЛА
(прізвище та ініціали)

Відповідальний у ІПМТ за атестацію PhD

к.т.н., доцент
доцент кафедри поліграфічних технологій та
паковань


(підпис)

Валерій ЖИДЕЦЬКИЙ
(прізвище та ініціали)

« 25 » лютого 2025 р.