

УДК 655.366.83

DOI: 10.20535/2077-7264.2(84).2024.307242

© **О. І. Бараускене**, канд. техн. наук, доц., **Л. М. Карандюк**, магістранка, **С. М. Зигуля**, канд. техн. наук, доц., КПІ ім. Ігоря Сікорського, Київ, Україна

ОЦІНКА ЯКОСТІ ГАРЯЧОГО ТИСНЕННЯ ФОЛЬГОЮ НА ПОКРИВНИХ МАТЕРІАЛАХ

У статті проведено дослідження показників якості гарячого тиснення фольгою на покривних матеріалах. Аналіз результатів здійснено за допомогою кількох методів дослідження. Проаналізовано вплив температури і часу при перенесенні текстової інформації під час гарячого тиснення.

Надано рекомендації щодо оптимальних параметрів тиснення для матеріалів з різними властивостями.

Ключові слова: гаряче тиснення фольгою; оптимальні параметри тиснення; покривні матеріали; фольга для тиснення; режими тиснення.

Постановка проблеми

Індивідуальність та яскравість — це одна з основних сучасних норм життя. Люди хочуть виділятися серед інших, нас приваблює яскрава картинка. Особливе маркування, захисні логотипи, автентичні символи — все це ми хочемо бачити на продукті, яким користуємось чи, який плануємо створити. Метод гарячого тиснення фольгою дозволяє нам реалізувати все вищезгадане. Завдяки цьому методу «продукт» отримав можливість стати презентабельним та автентичним і з'явилась можливість реалізувати найсмільвіші дизайнерські рішення. Цей метод буде актуальним завжди, адже «книгу зустрічають по обкладинці» [1].

Але, яким би не був технологічний прогрес, залишається ряд

проблем для якісного відтворення текстової або графічної інформації методом гарячого тиснення фольгою. Перш за все — це пошук оптимальних режимів таких як час, контакт кліше з матеріалом, температура та тиск. Кожен покривний матеріал має свої структурні властивості та по-різному реагує на процес гарячого тиснення.

Мета роботи

Дослідити процес гарячого тиснення фольгою на покривних матеріалах з різними характеристиками. Провести пошук оптимальних режимів експериментальним шляхом, а також проаналізувати результати методом експертного оцінювання та дослідити покривну здатність матеріалів за допомогою програмного забезпечення.



Аналіз попередніх досліджень

Сьогодні зустрічають багато видів продукції, на яких ми бачимо тиснення фольгою — це і палітурки чи обкладинки книг і журналів, листівки, етикеткова та паковальна продукція, пластикові картки тощо. Автори в роботі [2] розглянули сучасний аналіз технологій тиснення при оздобленні різних видів поліграфічної продукції, що носить аналітичний характер.

У роботі [3] авторами представлено результати експериментальних досліджень процесу гарячого тиснення фольгою на картонних пакуваннях ламінованих плівкою. При дослідженні якості здійснено оцінку за показниками: повнота заповнення плашки, міцність до стирання фольгованого шару, видільна здатність, глянець при зміні температури тиснення від 100 до 150° С. Однак, слід зазначити, що в цій роботі не представлено результати досліджень покривної здатності для шкірзаміннику.

Один з перспективних напрямів гарячого тиснення на пластику, що підтверджується роботами [4, 5]. Автори наводять експериментальні багатофакторні дослідження процесу гарячого тиснення, пропонують алгоритм для визначення оптимальних параметрів температури, часу і тиску. Однак основна увага при проведенні дослідженні зосереджена на тисненні фольгою на пластику.

Для отримання якісних відбитків при гарячому тисненні основну увагу приділяють матеріалу кліше. Саме цим дослідженням присвячено роботи [6, 7],

які висвітлюють дослідження зносостійкості штампів для тиснення.

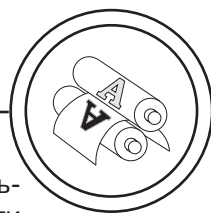
Для виготовлення поліграфічної продукції ринок постійно поповнюється новими видами матеріалів, які мають нові властивості, тому і виникає проблема в забезпеченні якості тиснення на сучасних матеріалах, що підтверджує актуальність тематики [8].

Результати проведених досліджень

Основною задачею було розглянути технологію гарячого тиснення фольгою на різних за структурою покривних матеріалах за допомогою ручного та півавтоматичного пресу.

Проведено експериментальне дослідження гарячого тиснення фольгою на шести зразках матеріалів на паперовій основі та шкірзаміннику шкіри з різною висотою рельєфу поверхні. Визначалась покривна здатність відбитку залежно від температури (100–120° С) і виду пресу та оцінювалась чіткість границь відбитку залежно від часу контакту штампу із матеріалом (0,5–1,5 с — для півавтоматичного пресу та 2–5 с — для ручного) при температурних режимах (100–120° С).

Фольга представлена двома видами: Luxor AB — стандартна фольга для покривних матеріалів та Luxor AFS — серія для тиснення середніх та малих плашок по гладким та структурованим поверхням зі штучної шкіри. Дає дуже чіткий відбиток при нанесенні на книжкові палітурки зі штучної шкіри та м'якого ПВХ. Згідно інформації з літературних джерел [8, 9] температура для тиснення сягає в межах 100–120°



С. Тиск тиснення набуває значень в межах 1700–2000 Н. Ширина рулону фольги обрана — 12 см.

Серія експериментальних досліджень проводиться на півавтоматичному пресі гарячого тиснення Ruiyang ML 750 та на ручному пресі для гарячого тиснення Unimark ККТ 75.2. У якості експериментальних зразків обрано матеріали наведені в табл.

Враховуючи аналітичні дослідження, визначено, що основними змінними параметрами будуть час та температура, а тиск залишиться сталим. Проаналізувавши літературні джерела [8, 9] відомо, що максимальна температура тиснення покривних матеріалів фольгою складає 120° С. Тиск тиснення набуває значень в межах 1200–3000 Н. Виходячи з цього, прийнято рішення, що температура тиснення півавтоматичним пресом буде в межах 100–120° С, а час варіюватиметься від 0,5 до 1,5 секунд, а ручним пресом: температура 100–120° С, час 2–5 секунд.

Дослідження покривної здатності відбитку

Якісна покривна здатність відбитка є тоді, коли фарбовий шар фольги повністю покриває відбиток плашки. Дослідження покривної здатності відбитку за допомогою візуального методу або методу експертного оцінювання в балах є суб'єктивним і не може бути вираженим кількісно. Саме тому для більш точного оцінювання покривної здатності використано методику, що базується на застосуванні ЕОМ [10].

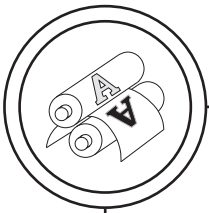
В цьому дослідженні розраховувалася повнота покриву відбит-

ка фольгою як відношення кількості пікселів з кількістю фольги на місцях зображення, до загальної кількості пікселів виділеної ділянки, що помножена на 100 %.

Зображення, що утворюється методом гарячого тиснення фольгою, полягає в створенні або плашки, або штрихового зображення. Оцінка якості покриття комплексної площі зображення представляє відчутну складність. З метою зниження трудомісткості та підвищення точності оцінки потрібно виділити макроділянку у виді прямокутника, в місці зображення, що має найбільшу імовірність до дефектності. Виділена макроділянка розбивається на мікроділянки під розмір пікселя.

Масштаб покриву визначено завдяки програмі Adobe Photoshop CS 17, попередньо відсканувавши відбитки за допомогою програмного забезпечення Magnifier&Microscope. Метод включав такі етапи:

1. За допомогою Crop Tool вирізаємо макроділянку.
2. У меню Select — команда Color Range, за допомогою якої, виділяється область, що вкрита фольгою. Параметр Fuzziness (Коефіцієнт тональності) вибирається виходячи з повного виділення тону макроділянки.
3. Після виділення потрібної області, в меню Image — команда Histogram, знаходиться значення кількості пікселів, які має дана область виділення.
4. Далі розраховується повнота покриву відбитка фольгою як відношення кількості пікселів з кількістю фольги на місцях зображення, до загальної кількості пікселів виділеної ділянки, що помножена на 100 %.



$$Q = \frac{K}{L} \cdot 100\%,$$

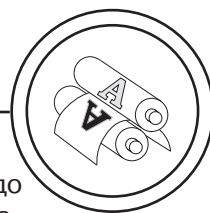
де Q — відсоток перенесеної фольги, K — кількість пікселів нанесеної фольги, L — const, кількість пікселів до нанесення фольги.

На рис. 1 представлено алгоритм виконання кількісної оцінки покривної здатності відбитку в програмному забезпеченні Photoshop CS17.

У ході експерименту проведено тиснення фольгою на шес-

Зразки матеріалів для тиснення

№ з/п	Артикул	Фото	Товщина, мм	Результат тиснення на півавтоматичному пресі	Результат тиснення на ручному пресі
1	Зразок_1 Вініл на паперовій основі	 Vigor 77401	0,21		
2	Зразок_2 Вініл на паперовій основі	 Baladek 26303	0,21		
3	Зразок_3 Вініл на паперовій основі	 Balakron 26402	0,2		
4	Зразок_4 Поліестер: 5 %, Віскоза: 28 %, Поліуретан: 67 %	 Vivella 4727	0,8		
5	Зразок_5 Поліестер: 5 %, Віскоза: 28 %, Поліуретан: 67 %	 Vivella 4716	0,8		
6	Зразок_6 Поліестер: 5 %, Віскоза: 28 %, Поліуретан: 67 %	 Charme 4712	0,6		



ти зразках покривних матеріалів та шкірзамінниках з різною шорсткістю поверхні (Зразки № 1–6). Тиснення виконувалось при постійному тискові на двох різних тигельних пресах ручному та півавтоматичному. Значення тем-

ператури коливались від 100 до 120° С. Після тиснення визначалась покривна здатність відбитку. Результати дослідження зображені на графіках (рис. 2, 3).

Проаналізувавши графічні залежності (рис. 2, 3), можна зро-

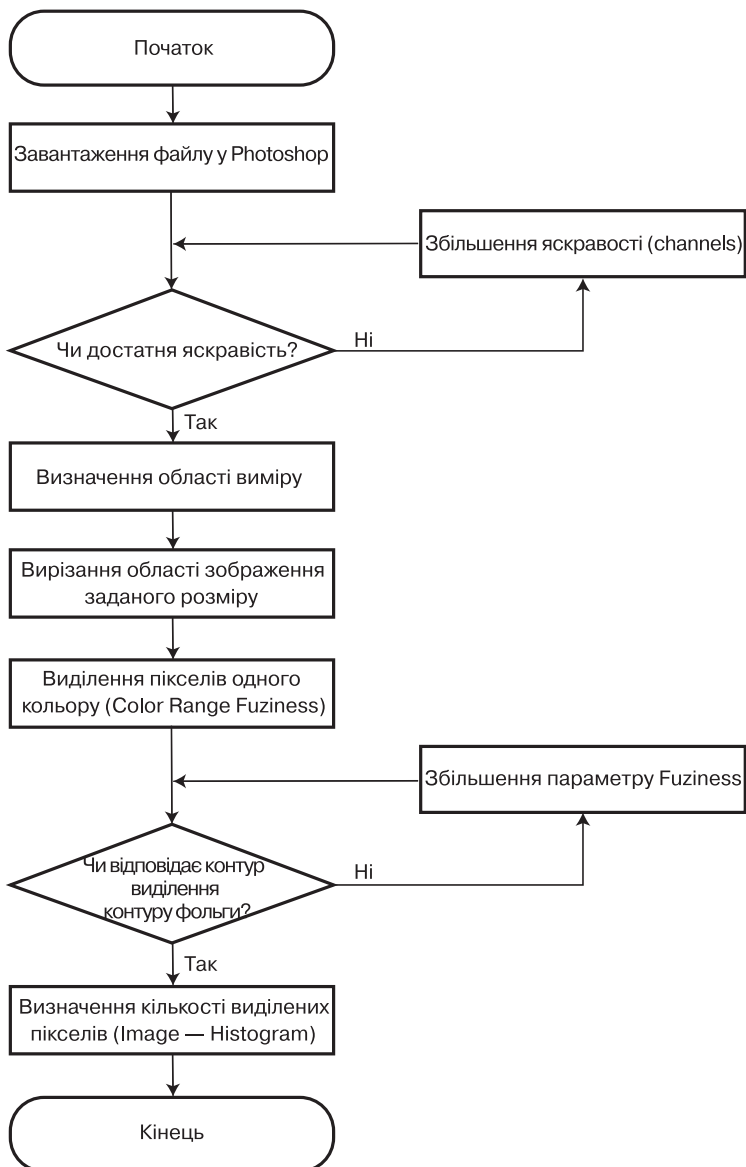


Рис. 1. Алгоритм виконання кількісної оцінки покривної здатності відбитку в програмному забезпеченні Photoshop CS17

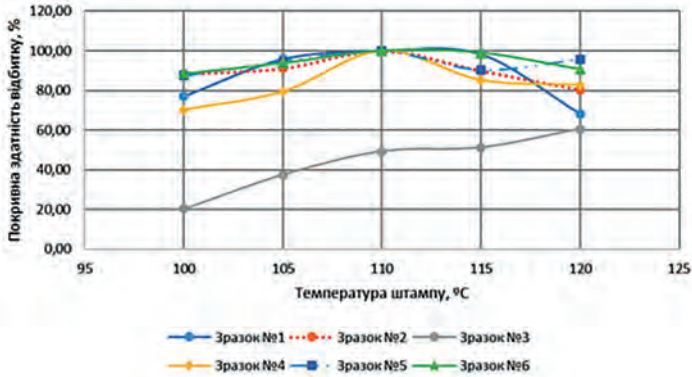
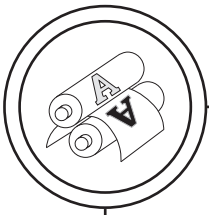


Рис. 2. Покривна здатність відбитку на півавтоматичному пресі

бити висновок, що покривна здатність відбитку на півавтоматичному пресі: Vigor 77401 — 110° C; Baladek 26303 — 110° C; Balakron 26402 — залишає бажати кращого, але найкращий показник був за температури 110° C; Vivella 4727 — 110° C; Vivella 4716 — 110° C; Charme 4712 — 110° C.

Проаналізувавши графічні залежності по ручному пресі, можна обрати такі температурні параметри: Vigor 77401 — 120° C; Baladek 26303 — 120° C; Balakron 26402 — результат знову незадовільний при всіх температу-

рах, але найкращий показник був при 120° C; Vivella 4727 — 120° C; Vivella 4716 — 120° C; Charme 4712 — 120° C.

Дослідження чіткості границь відбитку

Дослідження виконувалося на всіх зразках за допомогою алюмінієвого штампу на пресі для гарячого тиснення. Температура штампу змінювалась від 100 до 120° C з кроком 10° C. Подальше підвищення температури викликало пропали в матеріалах. Час контакту від 0,5 до 1,5 с проводився експеримент

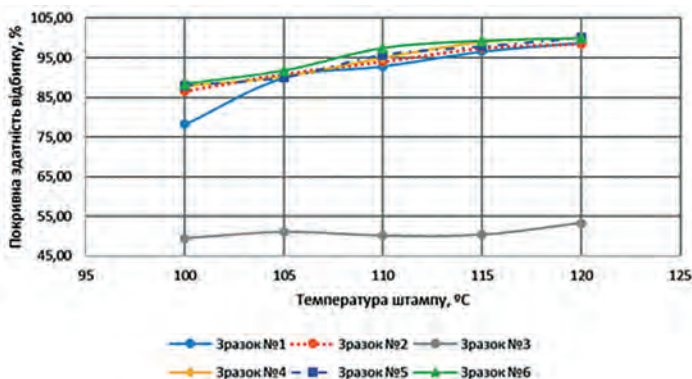


Рис. 3. Покривна здатність відбитку на ручному пресі

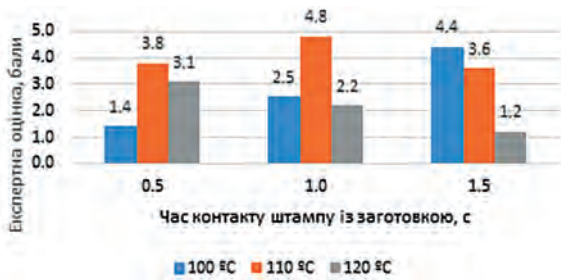
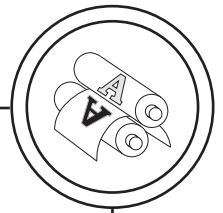


Рис. 4. Вплив часу контакту на чіткість границь відбитку залежно від температури на півавтоматичному пресі (зразок № 1)

на півавтоматичному пресі, при часі 2–5 с на ручному. У ході проведення дослідження підібрано співвідношення оптимальних технологічних режимів процесу тиснення, прийняте за оптимальне — $p = 3050 \text{ Н/см}^2$. Після цього отримані зразки надавалися для оцінювання чотирьом експертам. Їм було запропоновано оцінити кожен зі зразків за шкалою від 1 до 5 (найвищий бал — 5). Значення показників якості по кожному зразку визначалось як середньоарифметичне від показів всіх експертів, що приймали участь в опитуванні [7, 8].

Занадто висока температура штампу призводить до руйнування фольги та пропалів матеріалу. В свою чергу недостатня тем-

пература є причиною поганого переносу фольги на палітурний матеріал. Згідно літературних джерел [8] рекомендована температура контакту кліше із задрукованим матеріалом повинна бути в межах від 80 до 120° С.

На основі отриманих значень побудовано графічні залежності чіткості границь відбитків від часу контакту штампу із задрукованим матеріалом при різних температурних режимах (рис. 4–15).

У результаті аналізу зразків та отриманих значень покривної здатності відбитку рекомендовано наступні технологічні режими тиснення для півавтоматичного пресу:

— Vigor 77401: температура тиснення — 110° С, час контакту — 1 с;

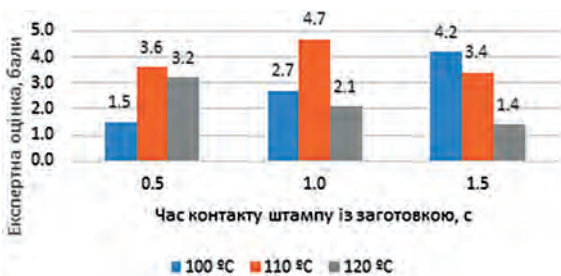


Рис. 5. Вплив часу контакту на чіткість границь відбитку залежно від температури на півавтоматичному пресі (зразок № 2)

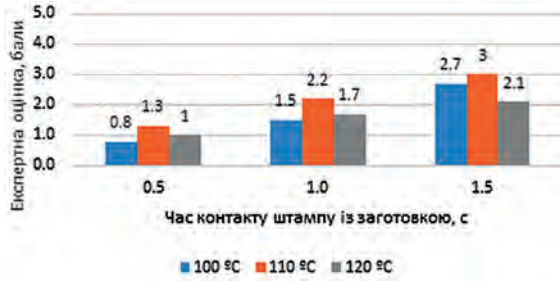
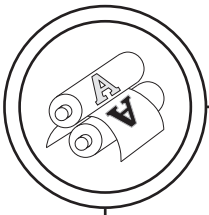


Рис. 6. Вплив часу контакту на чіткість границь відбитку залежно від температури на півавтоматичному пресі (зразок № 3)

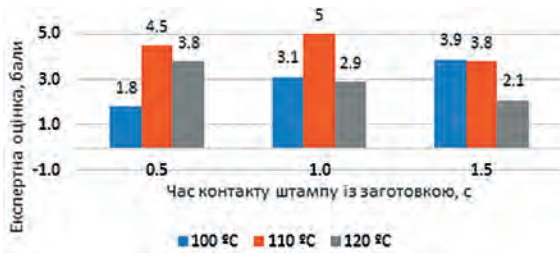


Рис. 7. Вплив часу контакту на чіткість границь відбитку залежно від температури на півавтоматичному пресі (зразок № 3)

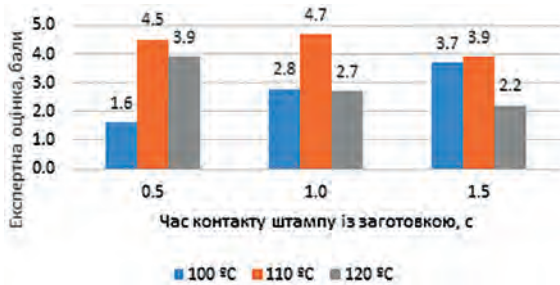


Рис. 8. Вплив часу контакту на чіткість границь відбитку залежно від температури на півавтоматичному пресі (зразок № 5)

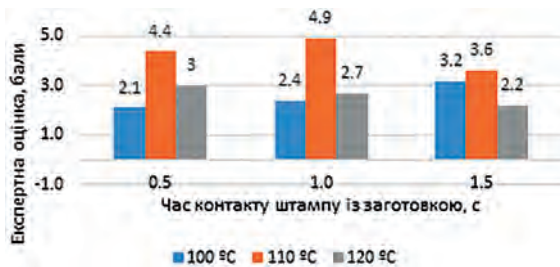


Рис. 9. Вплив часу контакту на чіткість границь відбитку залежно від температури на півавтоматичному пресі (зразок № 6)

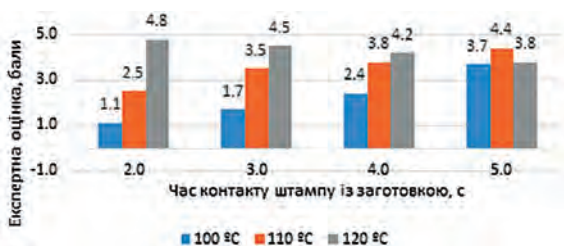
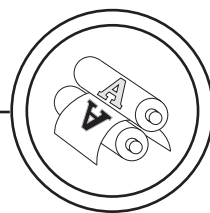


Рис. 10. Вплив часу контакту на чіткість границь відбитку залежно від температури на ручному пресі (зразок № 1)

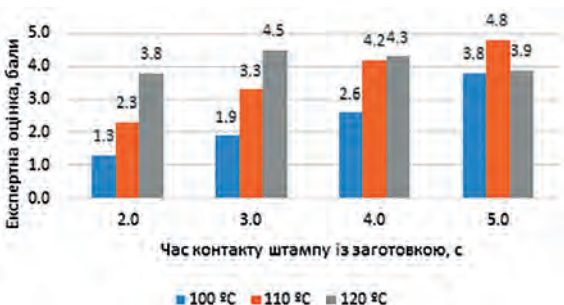


Рис. 11. Вплив часу контакту на чіткість границь відбитку залежно від температури на ручному пресі (зразок № 2)

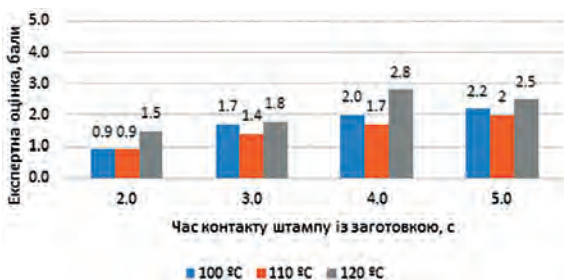


Рис. 12. Вплив часу контакту на чіткість границь відбитку залежно від температури на ручному пресі (зразок № 3)



Рис. 13. Вплив часу контакту на чіткість границь відбитку залежно від температури на ручному пресі (зразок № 4)

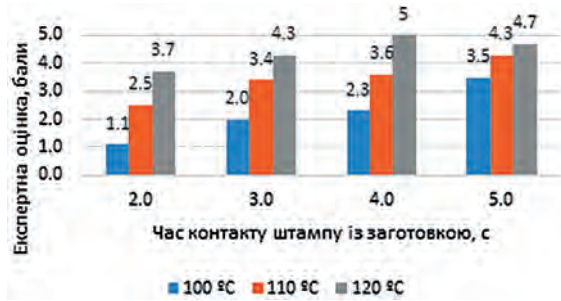
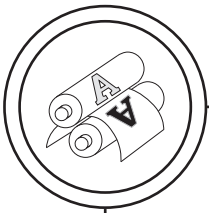


Рис. 14. Вплив часу контакту на чіткість границь відбитку залежно від температури на ручному пресі (зразок № 5)

- Baladek 26303: температура тиснення — 110° C, час контакту — 1 с;
- Balakron 26402: температура тиснення — 110° C, час контакту — 1,5 с;
- Vivella 4727: температура тиснення — 110° C, час контакту — 1 с;
- Vivella 4716: температура тиснення — 110° C, час контакту — 1 с;
- Charme 4712: температура тиснення — 110° C, час контакту — 1 с.

Для ручного пресу:

- Vigor 77401: температура тиснення — 120° C, час контакту — 2 с;

- Baladek 26303: температура тиснення — 110° C, час контакту — 5 с;
- Balakron 26402: температура тиснення — 120° C, час контакту — 4 с;
- Vivella 4727: температура тиснення — 120° C, час контакту — 5 с;
- Vivella 4716: температура тиснення — 120° C, час контакту — 4 с;
- Charme 4712: температура тиснення — 110° C, час контакту — 4 с.

Оптимальні технологічні режими встановлено з використанням методу знаходження найкращої альтернативи, відповідно до якого

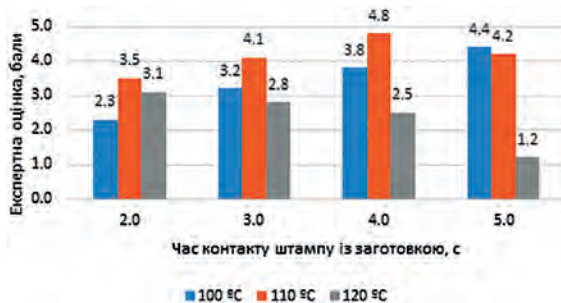
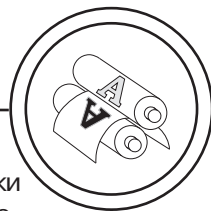


Рис. 15. Вплив часу контакту на чіткість границь відбитку залежно від температури на ручному пресі (зразок № 6)



для порівняння різних альтернатив та вибору найкращої з них спочатку обирають певну сукупність властивостей оцінюваних альтернатив і будують їх кількісну міру (оцінку), за значеннями якої можна порівнювати альтернативи між собою і обирати найкращу.

Висновки

1. Проведено серію експериментальних досліджень гарячого тиснення фольгою на шкірзамінниках та матеріалах на паперовій основі з різною висотою рельєфу поверхні. Проводилося визначення основних показників якості та їх залежність від технологічних чинників процесу тиснення, через експериментальний підбір технологічних режимів процесу тиснення.

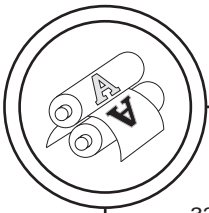
2. Використано методику оцінки покривної здатності відбитку за допомогою EOM та метод експертних оцінок при дослідженні чіткості границь відбитку, що дало змогу визначити оптимальні технологічні режими та параметри тиснення для обраних матеріалів на півавтоматичному та ручному пресах.

3. При дослідженні покривної здатності зразків гарячого тиснення фольгою оптимальне значення температури на автоматичному пресі 110° С, а на ручному пресі — 120° С.

4. При дослідженні впливу часу контакту на чіткість границь найвищої експертної оцінки отримало оптимальне значення температури на автоматичному пресі 110° С при часі контакту 1 с, а на ручному пресі — 120° С при часі контакту 4–5 с.

Список використаної літератури

1. Маїк В. З. Теоретичні основи процесів тиснення поліграфічної продукції / В. З. Маїк // Квалілогія книги. 2008. № 2. С. 43–62. Режим доступу: https://nbuv.gov.ua/UJRN/Kk_2008_2_9.
2. Звінська Т. С. Тенденції розвитку технології тиснення у оздобленні поліграфічної продукції / Т. С. Звінська, Р. А. Хохлова // IV Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів. Актуальні задачі сучасних технологій. Тернопіль 25–26 листопада 2015. Том 1. С. 16–17. Режим доступу: https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/123456789/10872/2/ConfATMT_2015v1_Zvinska_T_S-Trends_of_using_stamping_16-17.pdf.
3. Мартинюк М. С. Дослідження якості тиснення фольгою на картонних пакуваннях ламінованих ОПП плівками / М. С. Мартинюк, Н. Д. Лотошинська, Ю. Рожко // Поліграфія і видавнича справа. 2012. № 3(59). С. 100–103.
4. Лотоцька О. І. Дослідження впливу технологічних факторів для оцінювання якості гарячого тиснення фольгою на пластикових матеріалах / О. І. Лотоцька // Технологія і техніка друкарства. 2016. (2(52)). С. 20–29. [http://doi.org/10.20535/2077-7264.2\(52\).2016.68320](http://doi.org/10.20535/2077-7264.2(52).2016.68320).
5. Киричок Т. Ю. Багатофакторне дослідження технологічного процесу тиснення фольгою на пластику / Т. Ю. Киричок, А. М. Мережинська // Вісник ЖДТУ. 2011. № 3. С. 48–55.
6. Маїк В. З. Вплив матеріалів штампів для тиснення на стійкість їх до зношування / В. З. Маїк, Г. М. Іванчишин // Квалілогія книги. 2007. № 1. С. 64–72.
7. Маїк В. З. Зносостійкість фотополімерних штампів для тиснення / В. З. Маїк, М. Й. Кулак, Д. М. Медяк, Н. В. Ярка // Поліграфія і видавнича справа. 2013. № 1–2(61–62). С. 72–80. URL: <https://pvs.uad.lviv.ua/static/media/1-2-61-62/11.pdf>.



8. Хмілярчук О. І. Оцінка якості гарячого тиснення фольгою на шкірі та заміниках шкіри / О. І. Хмілярчук, К. О. Чепурна, Ю. В. Екгардт // Технологія і техніка друкарства. 2012. № 3. С. 87–96. [http://doi.org/10.20535/2077-7264.3\(37\).2012.32403](http://doi.org/10.20535/2077-7264.3(37).2012.32403).

9. Киричок Т. Ю. Вплив температури на перенесення зображення під час гарячого тиснення / Т. Ю. Киричок, Ю. П. Маневич // Технологія і техніка друкарства. 2008. No 1(19). С. 54–57. [http://doi.org/10.20535/2077-7264.1\(19\).2008.60620](http://doi.org/10.20535/2077-7264.1(19).2008.60620).

10. Волошин О. Ф. Моделі та методи прийняття рішень: навч. посібник / О. Ф. Волошин, С. О. Мащенко. К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2006. 336 с.

References

1. Maik, V. Z. (2008). Teoretychni osnovy protsesiv tysnennia polihrafichnoi produktsii [Theoretical foundations of embossing processes for printing products]. *Kvalilohiia knyhy*, 2, 43–62. Retrieved from https://nbuv.gov.ua/UJRN/Kk_2008_2_9 [in Ukrainian].

2. Zvinska, T. S., & Khokhlova, R. A. (2015). Tendentsii rozvytku tekhnolohii tysnennia u ozdoblenni polihrafichnoi produktsii [Trends in the development of embossing technology in the decoration of printed products]. *Proc. Zbirnyk tez dopovidei IV Mizhnarodnoi naukovo-tekhnichnoi konferentsii molodykh uchenykh ta studentiv 'Aktualni zadachi suchasnykh tekhnolohii' TNTU*, Vol. 1, 16–17. Retrieved from http://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/123456789/10872/2/ConfATMT_2015v1_Zvinska_T_S-Trends_of_using_stamping_16-17.pdf [in Ukrainian].

3. Martyniuk, M. S., Lotoshynska, N. D., & Rozhko, Yu. (2012). Doslidzhennia yakosti tysnennia folhoiu na kartonnykh pakovanniakh laminovanykh OPP plivkamy [Study of foil stamping quality on cardboard packages laminated with OPP films]. *Polihrafiia i vydavnycha sprava*, 3(59), 100–103 [in Ukrainian].

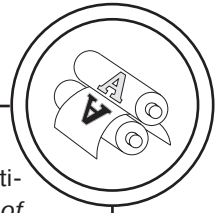
4. Lototska, O. I. (2016). Doslidzhennia vplyvu tekhnolohichnykh faktoriv dlia otsiniuvannia yakosti hariachoho tysnennia folhoiu na plastykovykh materialakh [Research of the Influence of Technological Factors for Evaluating the Quality of Hot Stamping Foil on Plastic Materials]. *Tekhnolohiia i tekhnika drukarstva – Technology and Technique of Typography*, 2, 20–29. [http://doi.org/10.20535/2077-7264.2\(52\).2016.68320](http://doi.org/10.20535/2077-7264.2(52).2016.68320) [in Ukrainian].

5. Kyrychok, T. Yu., & Merezhyńska, A. M. (2011). Bahatofaktorne doslidzhennia tekhnolohichnogo protsesu tysnennia folhoiu na plastyku [A multifactorial study of the technological process of embossing with foil on plastic]. *Visnyk ZhDTU*, 3, 48–55 [in Ukrainian].

6. Maik, V. Z., & Ivanchyshyn, H. M. (2007). Vplyv materialiv shtampiv dlia tysnennia na stiiikist yikh do znoshuvannia [Influence of stamping die materials on their wear resistance]. *Kvalilohiia knyhy*, 1, 64–72 [in Ukrainian].

7. Maik, V. Z., Kulak, M. Y., Mediak, D. M., & Yarka, N. V. (2013). Znosostiikist fotopolimernykh shtampiv dlia tysnennia [Wear resistance of photopolymer stamps for embossing]. *Polihrafiia i vydavnycha sprava*, 1–2(61–62), 72–80. Retrieved from <https://pvs.uad.lviv.ua/static/media/1-2-61-62/11.pdf> [in Ukrainian].

8. Khmiliarchuk, O. I., Chepurna, K. O., & Ekhardt, t Yu. V. (2012). Otsinka yakosti hariachoho tysnennia folhoiu na shkiri ta zaminnykakh shkiry [Asses-



sment of quality of hot stamping by foil on the leather and the leather substitutes]. *Tekhnolohiia i tekhnika drukarstva – Technology and Technique of Typography*, 3, 87–96. [http://doi.org/10.20535/2077-7264.3\(37\).2012.32403](http://doi.org/10.20535/2077-7264.3(37).2012.32403) [in Ukrainian].

9. Kyrychok, T. Yu., & Manevych, Yu. P. (2008). Vplyv temperatury na perenesennia zobrazhennia pid chas hariachoho tysnennia [Effect of temperature on image transfer during hot embossing]. *Tekhnolohiia i tekhnika drukarstva – Technology and Technique of Typography*, (1(19), 54–57. [http://doi.org/10.20535/2077-7264.1\(19\).2008.60620](http://doi.org/10.20535/2077-7264.1(19).2008.60620) [in Ukrainian].

10. Voloshyn, O. F., & Mashchenko, S. O. (2006). *Modeli ta metody pryiniattia rishen [Models and methods of decision making]*. Kyiv: Vydavnycho-polihrafichnyi tsentr 'Kyivskiy universytet', 336 p. [in Ukrainian].

The article studies the quality indicators of hot-foil blocking on covering materials. The results were analysed using several research methods. The influence of temperature and time during the transfer of text information during hot stamping is analysed. Recommendations are given on optimal stamping parameters for materials with different properties.

Keywords: hot-foil blocking; optimal stamping parameters; covering materials; stamping foil; stamping modes.

Надійшла до редакції 28.11.23