

УДК 655.3.026.32:366.7

## ДОСЛІДЖЕННЯ ЛАМІНУВАННЯ ЛИСТІВОК

© А. В. Кирилюк, магістр, О. В. Зоренко, к.т.н., доцент,  
НТУУ «КПІ», Київ, Україна

**Проанализированы технические и технологические аспекты отделочного процесса ламинирования. Разработаны классификация технологий производства открыток, алгоритм технологического процесса ламинирования открыток. Установлены оптимальные режимы ламинирования бумаг для открыток разной массы.**

**The technical and technological aspects of finishing process of laminating are analysed. Classification of technologies of production of postals, algorithm of technological process of laminating of postals, is developed. The optimum modes of laminating of papers are set for the postals of different mass.**

### Постановка проблеми

Листівка — різновид поліграфічної продукції, малоформатне та малооб'ємне друковане видання рекламно-інформаційного змісту. За допомогою якісно оформленої листівки компанія може донести потенційним покупцям будь-яку необхідну інформацію про свої послуги. Від оформлення і способу друку листівок залежить рівень зацікавленості потенційних споживачів у продукції або послуги підприємства. Рекламні листівки дають коротку інформацію про рекламний продукт і про місце його придбання і зазвичай роздаються на виставках, презентаціях, промо-акціях або використовують як флаєри (запрошення).

Друкують листівки, в основному, на крейдованому, офсетному папері або папері із фактурною поверхнею стандартних (A4, A5, A6) і нестандартних форматів. Ексклюзивні листівки відрізняються технологією виго-

товлення — зазвичай це ручна робота, різні нестандартні матеріали, інкрустація, тиснення, ручний розпис, лакування, ламінування тощо (рис. 1) [1–3].

Призначення ламінування — одного із способів оздоблення друкованої продукції — захист зображення від різних зовнішніх впливів — фізичних, механічних, хімічних, а також надання друкованій продукції додаткової насиченості, блиску, покращеного товарного вигляду, підвищення її стійкості до стирання та дії вологи, механічних пошкоджень, захисту від підробок тощо. Даний ринок містить широкий асортимент витратних матеріалів та устаткування для ламінування з різними технічними і технологічними характеристиками [4].

В процесі ламінування використовуються плівки поліетилентерефталатні, полівінілхлоридні, поліпропіленові, які відрізняються механічною і адгезійною міцністю, високим модулем

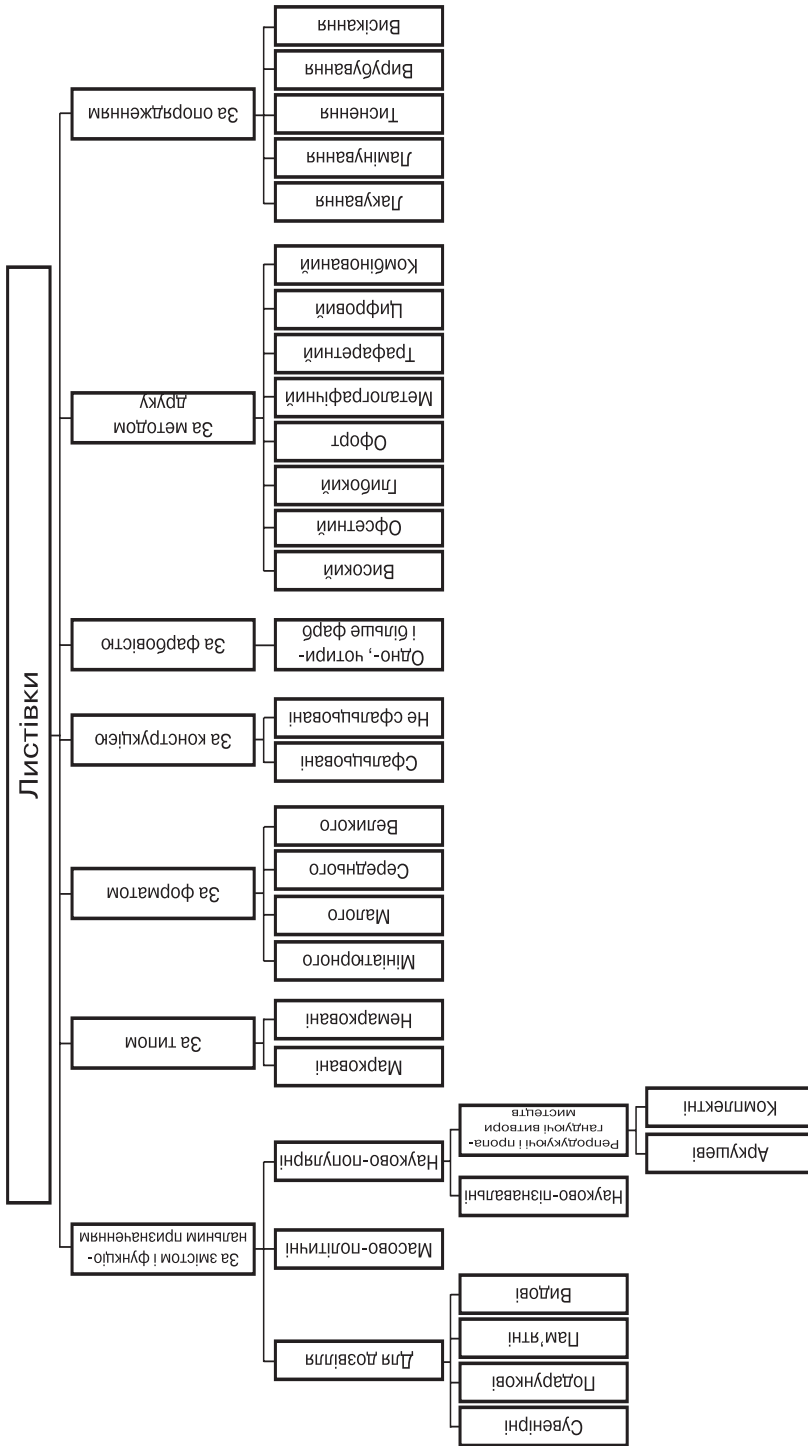
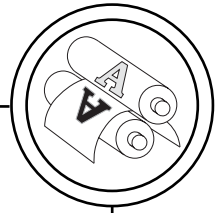
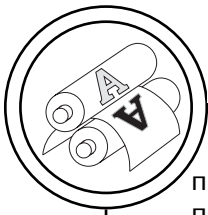


Рис. 1. Класифікація листівок



пружності; а наявність термопластичного шару робить їх придатними до термічного зварювання і з'єднання з різними матеріалами (папером, тканиною тощо) [5, 6].

Але, не зважаючи на вищезазначені переваги, при ламінуванні на виробках спостерігається поява зморщок, низька міцність з'єднання плівки і задрукованого аркуша. При використанні матової плівки добре помітний протилежний порошок, особливо на темних плашках. Також на виробництві наявні проблеми при ламінуванні крейдованого паперу масою 1 м<sup>2</sup> 115 г, який скручується.

Оскільки ламінування користується великим попитом, задля отримання якісної продукції доцільним і актуальним є узгодження відповідності витратних матеріалів з режимами ламінування.

### **Аналіз попередніх досліджень**

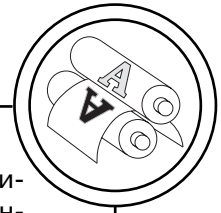
Застосовують наступні способи нанесення полімерного матеріалу на папір: клейовий — з'єднання плівки і паперу за допомогою лаків, клеїв; безклейовий — припресування плівки, один з шарів якої виконує функцію термклею; екструзійний — нанесення розплаву полімеру; безклейовий холодний — застосування самоклеїльних плівок.

Розрізняють два варіанти ламінування і пакування документів у плівку відповідного формату із застосуванням пакетних ламіраторів, і ламінування аркушів з обох боків із двох рулонних стрічок (рулонні ламінатори) з розрізанням виробів потрібного розміру.

Рулонні ламінатори обробляють вироби формату від А3 до А0, використовуються на підприємствах з великими обсягами ламінування документів або для виконання послуг в друкарнях. Крім того, деякі моделі ламінаторів дозволяють робити одностороннє ламінування і тиснення фольгою. Пакетні ламінатори застосовують для ламінування виробів форматів А5, А6 в охоронних бюро, режимних підприємствах, оргкомітетах виставок, яким потрібно швидко виготовляти пропуски або бейджі, а форматів А4 і А3 — в офісах, друкарнях і рекламних агентствах, де потрібно надовго зберігати документи і надати їм охайний вигляд. Деякі моделі даних ламінаторів мають нагрівальні валики для тиснення кольоровою металізованою фольгою на відбитках. Витратні матеріали для рулонних ламінаторів дешевші листових і продуктивність рулонних ламінаторів вища за пакетних. Тому, рулонні ламінатори більш доцільні при виконанні великих обсягів однорідної роботи, а пакетні пристрої придатні для різноманітних епізодичних робіт [5].

Ламінатори характеризуються такими параметрами: форматом; шириною ламінування; швидкістю проведення матеріалу; діапазоном товщин матеріалів; діапазоном температур нагрівання (при наявності пристрою нагрівання). На рис. 2 наведено розроблену класифікацію ламінаторів.

При виборі ламінатора слід звернути увагу на те, щоб він був простим в обслуговуванні — вузли кріплення плівки повинні



бути легко доступні для оператора; рулон розмотування був обладнаний пневматичним гальмом, що забезпечує сталість натягу плівки. Контроль натягу виключно важливий, оскільки значно впливає на якість ламінування. Валики стрічкопровідної системи повинні мати високу жорсткість і бути виготовлені із стійкого до корозії металу, наприклад із сплавів алюмінію.

Ламінувальні валики в ідеалі повинні забезпечувати однаковий тиск по всій ширині матеріалу, проте на практиці, внаслідок їхнього прогинання, тиск по краях і в середині полотна різний. Для мінімізації прогинання валики повинні мати більший діаметр, ніж довжину (чим більше робоча ширина ламінатора). Деякі виробники ламінаторів на-

магаються компенсувати прогинання валиків за рахунок надання їм бочкоподібної форми (діаметр посередині більший діаметрів по краях). Для хорошої якості ламінування надзвичайно важливо, щоб поверхня валиків була чистою.

Швидкість протягування матеріалу повинна вибиратися з урахуванням якості ламінування. Занадто висока швидкість може призвести до появи зморшок і складок, а також до низької міцності з'єднання плівки і відбитка. Імовірність появи останнього дефекту підвищується, якщо процес виконується при недостатньо високій температурі і/або при невисокому тиску [7].

Відповідно до типу клейового шару плівок, ламінатори бувають для гарячого (із застосуванням

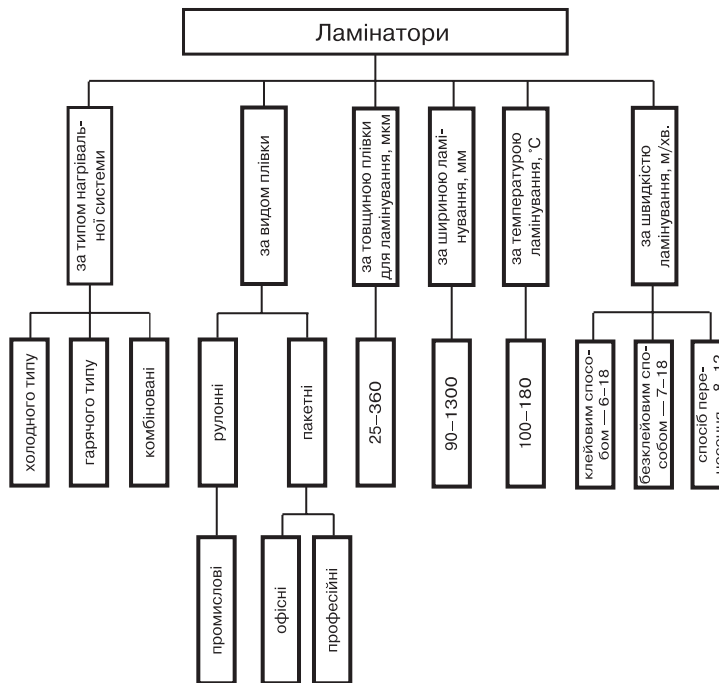
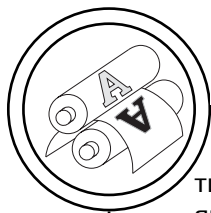


Рис. 2. Класифікація ламінаторів



тиску і температури, діапазон якої від 90 до 160 °С), холодного (застосування тільки тиску, температура не перевищує 30 °С, використовується спеціальна плівка) ламінування та комбіновані. Гаряче ламінування оптимальне при обробці продукції надрукованої офсетним способом (карт, листівок, календарів, плакатів) та рекомендується для паперів з матовою і напівматовою поверхнею і у разі необхідності інкапсулювання, тобто двостороннього ламінування з повною герметизацією країв. Холодне ламінування рекомендується для глянцевого паперів, синтетичних матеріалів, для оздоблення відбитків з великими площами плашок. У комбінованих ламінаторах ламінування можна проводити і холодним, і гарячим методом.

За продуктивністю ламінатори бувають промислові і офісні, а також рулонні і пакетні — плівка нарізана не листами, а «пакетами», які представляють собою два аркуші, складені разом клейовим шаром один до одного і склеєні по одній стороні (як правило, вузькою). Виняток становлять плівки для холодного ламінування, нарізані у листах, оскільки вони зазвичай призначені для одностороннього ламінування [7, 8].

У сучасних ламінаторах можуть використовуватися різні за складністю системи управління: від найпростіших механічних до електронних програмованих, оснащених сенсорною панеллю. Останні дозволяють знизити час обслуговування ламінатора, але збільшують його вартість.

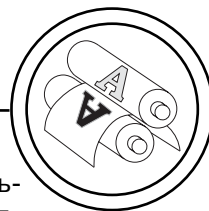
Плівка для ламінування обирається залежно від призначення, вимог до готового виробу й особливостей техніки: ламінування у глянцево, матову, текстурну, кольорову плівку, плівку з самоклеюною основою тощо.

Плівки для ламінування представляють собою композитний матеріал, що складається з клейового шару (для холодного й гарячого ламінування) та основи і залежно від типу полімеру поділяються на полівінілхлоридну, поліпропіленову, поліетилентерефталатну. Основними факторами, що визначають якість і довговічність ламінування, є товщина і жорсткість плівки. Ступінь жорсткості, у свою чергу, залежить від поліестерової основи плівки, якщо вона становить близько 50 % від складу матеріалу, плівка має високу прозорість і пружність, довговічність. Однак, якщо заламіновану продукцію згодом потрібно буде фальцювати і бігувати, то доцільніше використовувати плівки з низьким вмістом поліестеру, оскільки такі матеріали більш еластичні.

Плівки для ламінування мають різний склад, товщину 25–360 мкм, виготовляються у вигляді пакетів, рулонів різної ширини або готових форматів — від 50×90 мм до А3 [5, 6, 8].

### **Мета роботи**

Дослідити вплив параметрів процесу ламінування — температури та тиску — на якість виробів, визначити оптимальні режими при ламінуванні паперів різної маси.



### Результати проведених досліджень

При дослідженні процесу ламінування листівок у роботі розглянуто безклеювий спосіб, який має ряд переваг порівняно з клеювим — скорочення технологічних операцій, покращення умов праці, підвищення адгезійної міцності і якісних показників готової продукції.

Як ламінований папір застосовували крейдований глянце-вий Omega Gloss: маса  $1 \text{ м}^2$  — 115–350 г, оптична білизна — 95 %, непрозорість — 90–99 %, глянець — 47 %; Magno Star: маса  $1 \text{ м}^2$  — 115–350 г, оптична білизна — 98 %, непрозорість — 90–99 %, глянець — 53–58 %; плівку для ламінування COSMO на основі поліпропілену товщиною 24 мкм (глянцева), 27 мкм (матова), з температурою нанесення 75–130 °С.

Дослідження процесу ламінування листівок виконували на рулонному ламіновальнику YDFM 720 з намотуванням плівки 3000 метрів, що дозволяє витратити менше часу на її перезарядку, повторні пуски устаткування і зменшує кількість браку.

При ламінуванні основними режимами є:

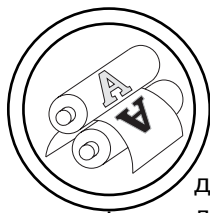
— Сила притиску, що реєструється нанометрами у гідравлічній системі каландра і забезпечує певний тиск у пресовій парі, потрібний для згладжування вершин макронерівностей паперу, приведення у контакт дотичних поверхонь полімерної плівки та паперу, вдавлювання адгезиву (клею або лаку), що знаходиться у рідкому стані, в заглиблення і пори поверхні паперу, забезпечує достатню щільність

і міцність ламінування. Чим більша сила і тиск, тим вища гладкість поверхні, щільність ламінування і міцність закріплення плівки, але разом з тим лінійно зростають деформація розтягнення плівки за її машинним напрямом та ймовірність скручування готової продукції.

— Температура каландра — встановлюється згідно з температурою розм'якшення сухого лаку або середньої температури плавлення термостатичного полімеру (адгезиву). З підвищенням температури каландра підвищується і температура лицьового шару плівки, адгезиву і паперу, і пластичність склеюваних матеріалів та зменшується в'язкість адгезиву, що сприяє підвищенню міцності закріплення, щільності ламінування і гладкості лицьової поверхні полімерної плівки. Разом з підвищенням температури каландра лінійно зростає усадження полімерної плівки у готовій продукції, що викликає її скручування і короблення [9].

— Швидкість ламінування — визначає продуктивність обладнання, час контакту лицьового шару з теплоносієм і час силового впливу на склеювані матеріали у каландрі. З підвищенням швидкості збільшується змінна продуктивність обладнання, але зменшується кількість теплоти, що отримується склеюваними матеріалами і температура. Це зменшує усадження лицьового шару і скручування, але зменшується і міцність склеювання.

Для ламінування на великих швидкостях необхідно забезпечити швидке прогрівання плівки



до температури, необхідної для якісного припресування і забезпечити достатні сили тертя між ламінувальним валиком і плівкою. У разі, якщо сили тертя будуть недостатніми — нагрівальний валик буде проковзувати по плівці, так як не зможе компенсувати силу натягу плівки, викликану інертністю бобіни.

Технологічні чинники ламінування:

— Товщина паперу визначає його жорсткість, опір вигинанню і величину абсолютної залишкової деформації поверхневих шарів. Якщо товщина паперу в 5–10 р. перевищує товщину полімерної плівки, папір не скручується, не коробиться; для згладжування його поверхні зазвичай потрібна менша температура і сила притиску у каландрі, ніж при роботі з тонким папером.

— Гладкість паперу — папір низької гладкості (80–300 с) має на поверхні значні заглиблення, пори, макронерівності. Менш гладкий папір потребує збільшення температури і сили притиску каландра, що забезпечує підви-

щення пластичності матеріалів, більш повне згладжування вершин макронерівностей паперу, більшу глибину проникнення адгезиву у папір.

— Об'ємна маса паперу — папір з високою об'ємною масою (0,9–1,2 г/м<sup>3</sup>) потребує підвищеної температури і сили притиску каландра для щільного контакту.

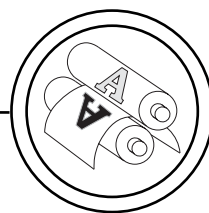
— Фарбовий шар на папері і спосіб друку — впливають на міцність закріплення плівки на відбитку. Фоновий друк і багаточисельні відбитки погіршують змочування задрукованої поверхні клеєм і розплавом, зменшують щільність ламінування і міцність. Такі відбитки потребують підвищення температури і сили притиску каландра для щільності і міцності ламінування [9].

В табл. 1 наведено властивості витратних матеріалів і досліджувані режимні параметри процесу ламінування листівок. На рис. 3–5 виходячи з отриманих експериментальних даних побудовано графічні залежності

Таблиця 1

Характеристика витратних матеріалів та досліджувані режими ламінування

№ зразків	Маса 1 м <sup>2</sup> паперу, г (m)	Температура ламінування, °C (t)	Тиск між валиками, кН (P)	Вологість паперу, %	Швидкість ламінування, м/хв (V)
1	115	74	28	30–40	4
2	130	76	28		4,5
3	150	77	27		5
4	170	80	26		5,5
5	200	80	25		6
6	250	82	24		6,5
7	300	84	23		7
8	350	85	22		8



змінюваних режимів технологічного процесу ламінування від маси паперу.

Виходячи з проведених досліджень ламінування листівок (рис. 3–5), оптимальними режимними параметрами при роботі з обраним задрукованим матеріалом масою  $1 \text{ м}^2$  115–350 г е: температура каландра 75–85 °С, швидкість ламінування 5–7 м/с, тиск між циліндрами 20–30 кН.

Отже, найбільший вплив на якість ламінованого відбитка мають фізико-хімічні та структурно-механічні властивості матеріалів — паперу, плівки, фарб, їх взаємна адгезія, а також параметри процесу ламінування — температура, тиск між валиками, час контакту (швидкість) [5, 10].

Збільшення температури, порівняно з оптимальною (75–85 °С, рис. 2), спричиняє зростання напружень всередині полімерної плівки і викликає деформування ламінатів, яке виявляється в їх скручуванні і розшаруванні. Збільшення тиску призводить до збільшення міцності ламінування при незначному збільшенні лінійної дефор-

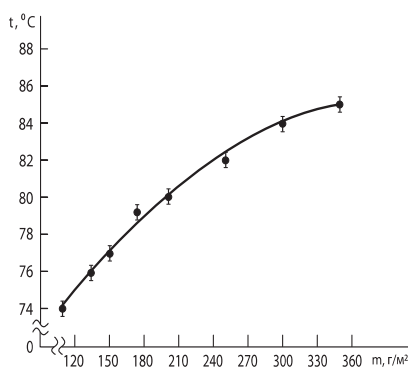


Рис. 3. Залежність температури ламінування від маси паперу

мації. Зменшення часу контакту, тобто збільшення швидкості ламінатора призводить до зменшення міцності припресування плівки при одночасному значному збільшенні внутрішніх напружень. Також на якість ламінування впливає товщина фарбового шару, насиченість відбитка. Багатофарбові відбитки повинні мати фарбові шари мінімальної товщини.

В процесі ламінування також необхідно здійснювати оцінку якості продукції. Після налагодження ламінатора і отримання якісної продукції, оператор за-

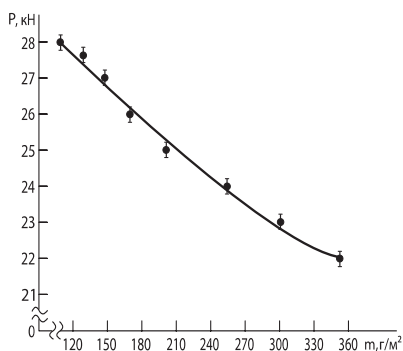


Рис. 4. Залежність тиску між валиками від маси паперу

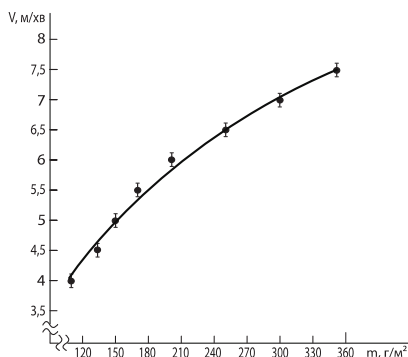
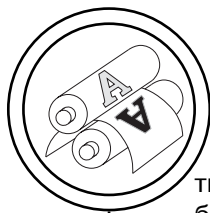


Рис. 5. Залежність швидкості ламінування від маси паперу





тверджує один екземпляр відбитка у майстра, цей відбиток є еталоном при контролі якості продукції в процесі виготовлення накладу. Впродовж зміни оператор, майстер ділянки періодично (кожні 1,5–2 год.) контролюють якість за такими по-

казниками: гладкість поверхні; щільність ламінування плівки (відсутність пухирів, смуг, зморщок, блискіток); міцність ламінування; відсутність скручування і короблення; прозорість плівки на відбитку; відповідність колірної гама еталону [9, 11].

Таблиця 2

Проблеми при ламінуванні та методи їх вирішення

№ п/ч	Дефект	Причина	Спосіб усунення
1	Морщення плівки	Низький натяг полотна	Збільшити натяг полотна
		Неправильне проведення полотна	Перевірити правильність шляху проведення полотна
		Неправильна установка валиків	Перевірити правильність установки валиків
		Недостатньо висока температура (при роботі з термоплівкою)	Переконатися, що ламінатор нагрівся, при необхідності збільшити температуру або використовувати плівку, яка потребує меншої робочої температури
2	Морщення паперу	Лист нерівно уводиться в ламінатор (передній край аркуша не паралельний осям ламінувальних валиків)	Переконатися, що лист має плоску форму, при необхідності розгладити його
3	Бульбашки між відбитком і плівкою	Низький натяг полотна	Збільшити натяг полотна
		Недостатньо висока температура (при роботі з термоплівкою)	Переконатися, що ламінатор нагрівся, при необхідності збільшити температуру або використовувати плівку, яка вимагає меншої робочої температури
		Недостатній тиск ламінування	Збільшити тиск ламінування
		Неправильне проведення полотна	Перевірити правильність шляху проведення полотна
		Неправильна установка валиків	Перевірити правильність установки валиків
4	Регулярно повторювані дефекти на плівці	Забруднення ламінувальних валиків	Очистити валики
5	Хвилястість плівки	Занадто висока температура нагрівання	Перевірити, чи увімкнена система охолодження, зменшити температуру нагрівання валиків
		Неправильна установка валиків	Перевірити правильність установки валиків

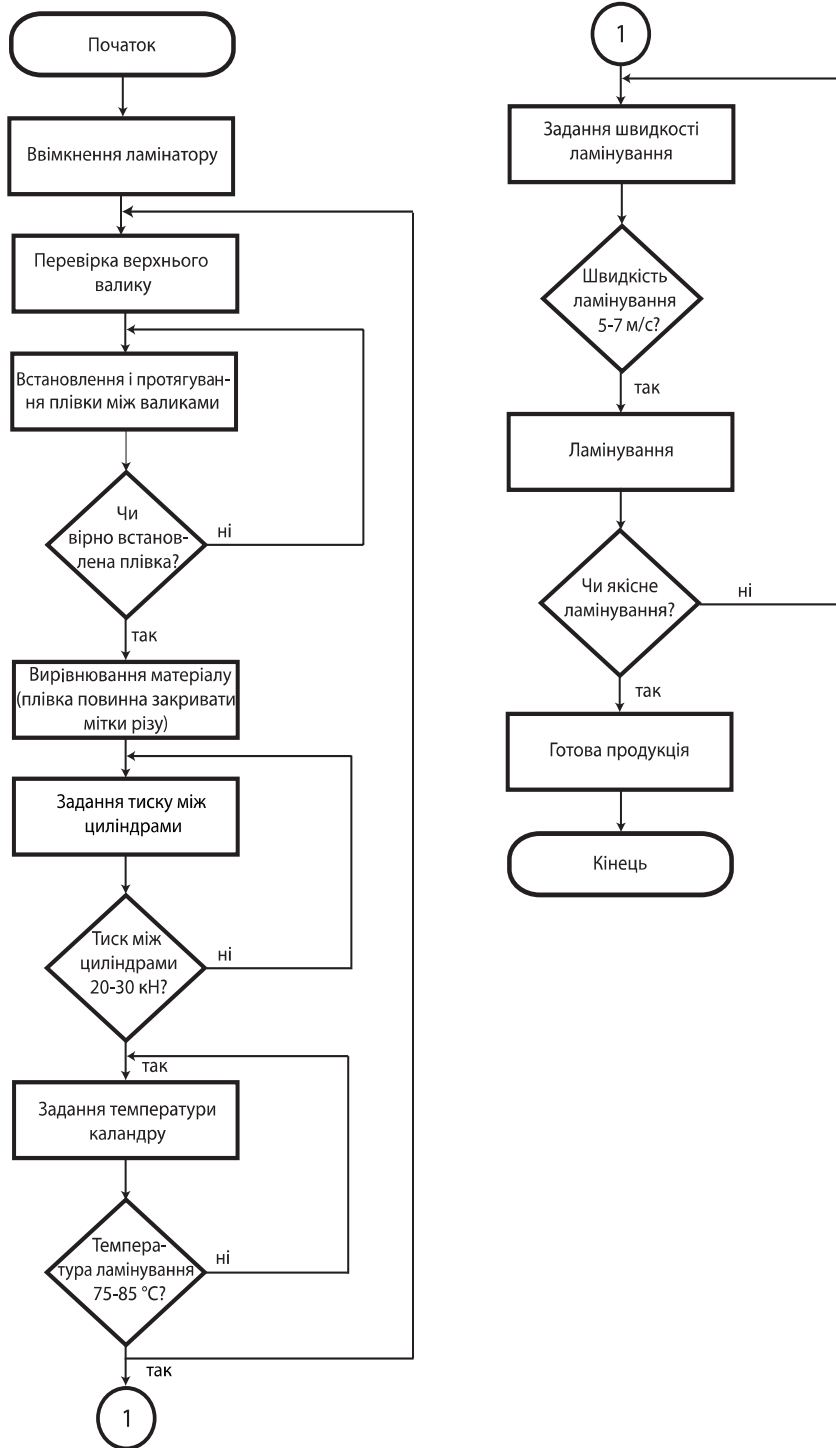
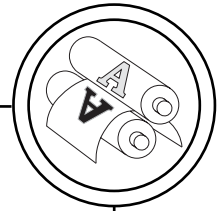
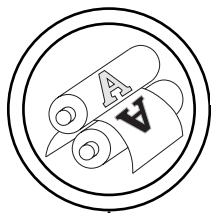


Рис. 6. Алгоритм ламінування листівок



В таблиці 2 наведено можливі проблеми при ламінуванні та способи їх вирішення [12].

Враховуючи визначені оптимальні режими ламінування відповідно до обраних в роботі задрукованих матеріалів, розроблено алгоритм ламінування листівок (рис. 6).

### Висновки

Проаналізовано сучасні тенденції матеріалів і устаткування, чинники впливу на якість ламінування. Встановлено оптимальні режими ламінування паперів для листівок різної маси, з урахуванням яких розроблено алгоритм даного технологічного процесу.

1. Листівки та методи їх виготовлення. [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://kub.biz.ua/listovka.html>. 2. Д. Булахова. Листівки: історія та сучасність / Д. Булахова // Printplus: бумага и полиграфия. — 2008. — № 4. — С. 60—63. 3. Вакуліч Д. А. Листівки: історія, філософія, дизайн, технологія виготовлення / Д. А. Вакуліч, Е. Т. Лазаренко, П. Б. Петрик. — Львів : УАД, 2006. — 60 с. 4. Увенчиков К. Ламинирование или лакирование — что лучше? / К. Увенчиков // Компьюарт. — 2008. — № 9. — [Електронний ресурс]. — Режим доступу : [www.compuart.ru](http://www.compuart.ru). 5. С. Ф. Гавенко. Технологія ламінування друкарських відбитків / С. Ф. Гавенко, М. С. Мартинюк : навч. посібник. — Л. : Вид-во УАД, 2008. — 80 с. 6. Величко О. М. Пластикові картки : науково-технічні аспекти поліграфічного оформлення / О. Величко, І. Кириченко, В. Саражинська, І. Синяков. — Київ : ВПЦ «Київський університет», 2010. — 156 с. 7. Харатян А. Выбор широкоформатного рулонного ламинатора / А. Харатян // Компьюарт. — 2008. — № 11. — [Електронний ресурс]. — Режим доступу : [www.compuart.ru](http://www.compuart.ru). 8. Григорян М. Защитный экран: пленки для ламинирования / Григорян М. // Компьюарт. — 2005. — № 8. — [Електронний ресурс]. — Режим доступу : [www.compuart.ru](http://www.compuart.ru). 9. Воробьев Д. В. Технология послепечатных процессов : учебник. — М. : Изд-во МГУП, 2000. — 393 с. 10. С. Гавенко. Оздоблення друкованої продукції: технологія, устаткування, матеріали / С. Гавенко, Е. Лазаренко, Б. Мамут та ін. : навч. посібник. — Київ–Львів : Ін-т «Україна», УАД. — 2003. — 180 с. 11. А. К. Дорош. Контроль якості технологічних процесів та устаткування флексографічного способу друку / А. К. Дорош, Т. В. Розум. — К. : НТУУ «КПІ», 2007. — 202 с. 12. Широкоформатные ламинаторы // Компьюарт. — 2005. — № 7. [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <http://www.compuart.ru>.

Рецензент — О. М. Величко,  
д.т.н., професор, НТУУ «КПІ»

Надійшла до редакції 30.11.11