

УДК 655.3.026.32:366.7

А. В. Кирилюк, О. В. Зоренко, Т. В. Розум
Видавничо-поліграфічний інститут НТУУ «КПІ»

ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ЛАМІНУВАННЯ ЛИСТІВОК

Аналізуються технічні і технологічні аспекти оздоблювального процесу ламінування. Встановлюються оптимальні режими ламінування паперів для листівок різної маси, розробляється алгоритм даного технологічного процесу.

Ламінування, листівки, ламіратор, режими ламінування, дослідження

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 використовуються як флаєри (запрошення).

Друкують листівки, переважно, на крейдованому, офсетному папері або папері із фактурною поверхнею стандартних (А4, А5, А6) і нестандартних форматів. Ексклюзивні листівки відрізняються технологією виготовлення — зазвичай це ручна робота, різні нестандартні матеріали, інкрустація, тиснення, ручний розпис, лакування, ламінування тощо [1–2, 9].

Призначення ламінування — одного зі способів оздоблення друкованої продукції — захист зображення від різних зовнішніх впливів — фізичних, механічних, хімічних, а також надання друкованої продукції додаткової насиченості, блиску, поліпшеного товарного вигляду, підвищення її стійкості до стирання та дії вологи, механічних пошкоджень, захисту від підробок тощо. Цей ринок містить широкий асортимент витратних матеріалів та устаткування для ламінування з різними технічними і технологічними характеристиками [10].

У процесі ламінування використовуються плівки поліетилентерефталатні, полівінілхлоридні, поліпропіленові, які відрізняються механічною й адгезійною міцністю, високим модулем пружності; а наявність термопластичного шару робить їх придатними до термічного зварювання і з'єднання з різними матеріалами (папером, тканиною тощо) [3; 6].

Однак, незважаючи на вищезазначені переваги, при ламінуванні на výroбах спостерігається поява зморшок, низька міцність з'єднання плівки і задрукованого аркуша. При використанні матової плівки добре помітний противідмарювальний порошок, особливо на темних плашках. Також на виробництві наявні проблеми при ламінуванні крейдованого паперу масою 1 м² 115 г, який скручується.

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

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

Розрізняють два варіанта ламінування і пакування документів у плівку відповідного формату із застосуванням пакетних ламінаторів, 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 у 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 охайного вигляду. Деякі моделі цих ламінаторів мають нагрівальні валики для тиснення кольоровою металізованою фольгою на відбитках. Витратні матеріали для рулонних ламінаторів дешевші листових і продуктивність рулонних ламінаторів вища за пакетні. Отож рулонні ламінатори доцільніші при виконанні великих обсягів однорідної роботи, а пакетні пристрої придатні для різноманітних епізодичних робіт [6].

Ламінатори характеризуються такими параметрами: форматом; шириною ламінування; швидкістю проведення матеріалу; діапазоном товщин матеріалів; діапазоном температур нагрівання (за наявності пристрою нагрівання). На рис. 1 наведено розроблену класифікацію ламінаторів.

При виборі ламінатора, слід звернути увагу на те, щоб він був простим в обслуговуванні — вузли кріплення плівки мають бути легкодоступні 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 зі стійкого до корозії металу, наприклад зі сплавів алюмінію.

Ламінувальні валики в ідеалі мають забезпечувати однаковий тиск по всій ширині матеріалу, проте на практиці, внаслідок їх 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 намагаються компенсувати прогинання валиків

наданням їм бочкоподібної форми (діаметр посередині більший діаметрів по краях). Для хорошого якості ламінування надзвичайно важливо, щоб поверхня валиків була чистою.

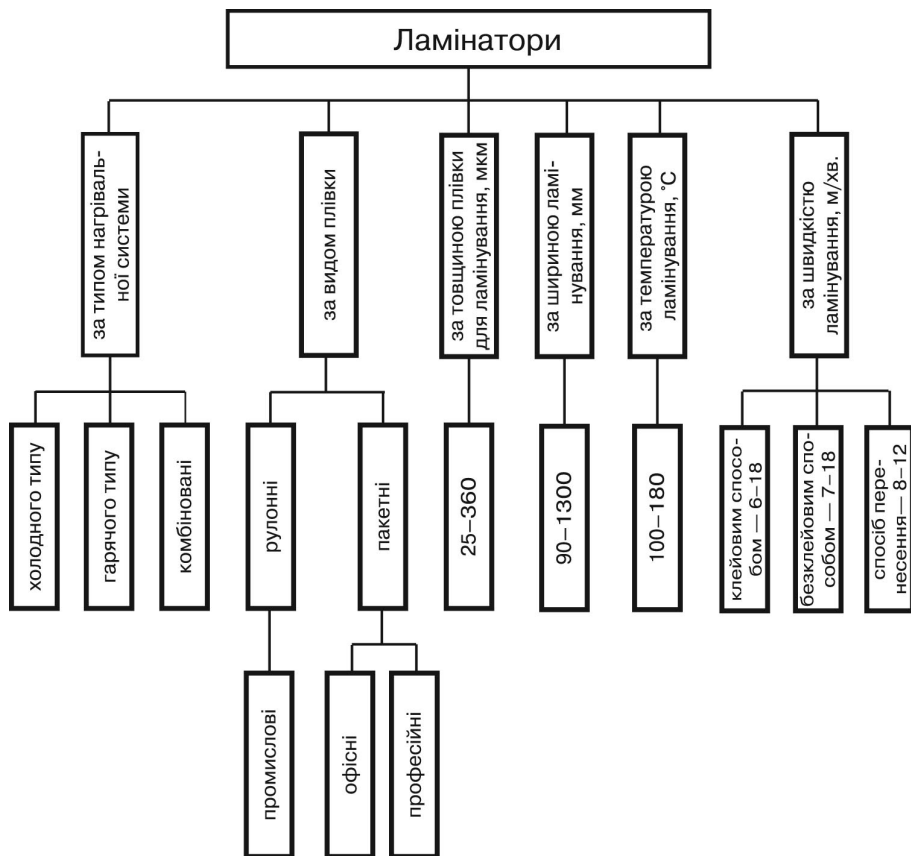


Рис. 1. Класифікація ламінаторів

Швидкість протягування матеріалу повинна вибиратися з урахуванням якості ламінування. Надто 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 [11].

Відповідно до типу клейового шару плівок, ламінатори бувають для гарячого (із застосуванням тиску і температури, діапазон якої від 90 до 160°C), холодного (застосування тільки тиску, температура не перевищує 30 °C, 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 поверхнями і за потреби 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 методами.

За продуктивністю ламінатори бувають промислові й офісні, а також рулонні і пакетні — плівка нарізана не листами, а «пакетами», які являють 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, 11].

У сучасних ламінаторах можуть використовуватися різні за складністю системи управління: від найпростіших механічних до електронних програмованих, оснащених сенсорною панеллю. Останні дають можливість 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 являють 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 чинниками, що визначають якість і довговічність ламінування, є товщина і жорсткість плівки. Ступінь жорсткості, своєю чергою, 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 еластичніші.

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 [3, 6–7].

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

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

Як ламінований папір застосовували крейдований гляцевий **Omega Gloss: маса 1 м² — 115–350 г, оптична білизна — 95 %, непрозорість — 90–99 %, глянець — 47 %; Magno Star: маса 1 м² — 115–350 г, оптична білизна — 98 %, непрозорість — 90–99 %, глянець — 53–58 %; плівку для ламінування COSMO на основі поліпропілену товщиною 24 мкм (гляцева), 27 мкм (матова), з температурою нанесення 75–130°C.**

Дослідження процесу ламінування листівок виконували на рулонному ламінації YDFM 720 з намотуванням плівки 3000 метрів, що дає можливість 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, вдавлення адгезиву (клею або лаку), що перебуває у рідкому стані, в заглиблення і пори поверхні паперу, забезпечує достатню щільність і міцність ламінування. Що більшими є сила і тиск, то вищою буде 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, пластичність склеюваних матеріалів та зменшується в'язкість адгезиву, що сприяє підвищенню міцності закріплення, щільності ламінування і гладкості лицьової поверхні полімерної плівки. Одночасно з підвищенням температури каландра лінійно зростає усадження полімерної плівки у готовій продукції, що спричиняє її скручування і короблення [4];

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 потрібно 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 проковзуватиме по плівці, оскільки не зможе компенсувати силу натягу плівки, зумовлену 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 разів 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 підвищення пластичності матеріалів, повніше 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/м³) 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 багатофарбові 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 [4].

У табл. 1 наведено властивості витратних матеріалів і досліджувані режимні параметри процесу ламінування листівок. На рис. 2–4 відповідно до отриманих експериментальних даних побудовано графічні залежності змінюваних режимів технологічного процесу ламінування від маси паперу.

Таблиця 1

**Характеристика витратних матеріалів
та досліджувані режими ламінування**

№ зразків	Маса 1 м ² 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	30–40	4,5
3	150	77	27	30–40	5
4	170	80	26	30–40	5,5
5	200	80	25	30–40	6
6	250	82	24	30–40	6,5
7	300	84	23	30–40	7
8	350	85	22	30–40	8

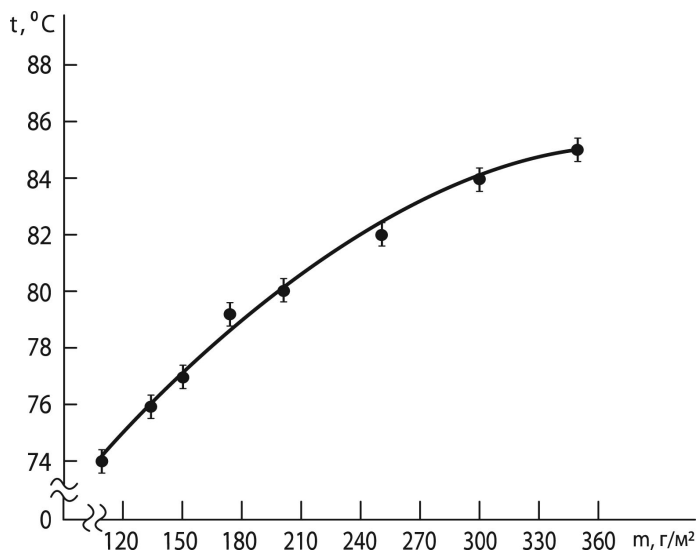


Рис. 2. Залежність температури ламінування від маси паперу

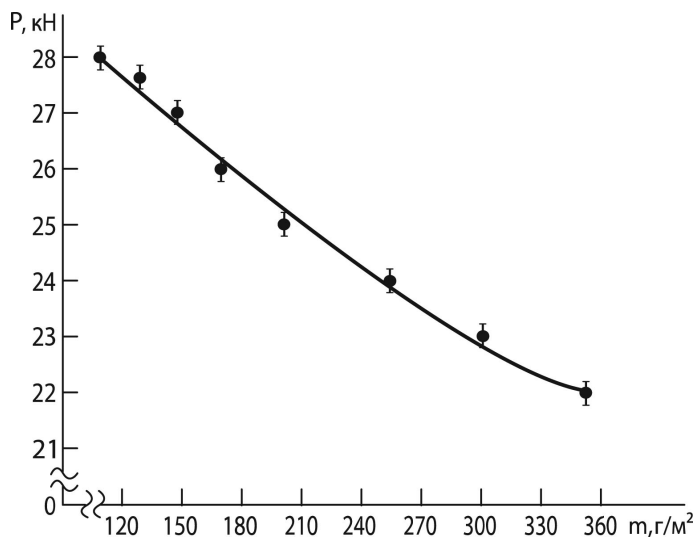


Рис. 3. Залежність тиску між валиками від маси паперу

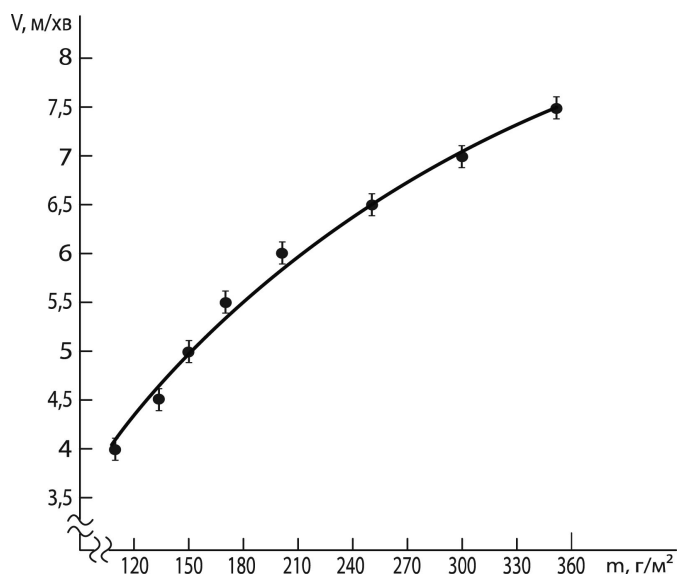


Рис. 4. Залежність швидкості ламінування від маси паперу

Відповідно до проведених досліджень ламінування листівок (рис. 2–4), оптимальними режимними параметрами при роботі з обраним задрукованим матеріалом масою 1 м² 115–350 г є: 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) [5–6].

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

У процесі ламінування також потрібно здійснювати оцінку якості продукції. Після налагодження ламінатора й отримання якісної продукції, оператор затверджує один екземпляр відбитка у майстра, цей відбиток є еталоном при контролі якості продукції у процесі виготовлення накладу. Впродовж зміни оператор, майстер ділянки періодично (кожні 1,5–2 год) контролюють якість за такими показниками: гладкість поверхні; щільність

ламінування плівки (відсутність пухирів, смуг, зморшок, блискіток); міцність ламінування; відсутність скручування і короблення; прозорість плівки на відбитку; відповідність колірної гами еталону [4; 8].

У табл. 2 наведено можливі проблеми при ламінуванні та способи їх розв'язання [12].

Таблиця 2

Проблеми при ламінуванні та методи їх розв'язання

№ 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, за потреби 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, за потреби 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, за потреби збільшити температуру або використовувати плівку, яка потребує 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	Надто висока температура нагрівання	Перевірити чи увімкнена система охолодження, зменшити температуру нагрівання валиків
		Неправильна установка валиків	Перевірити правильність установки валиків

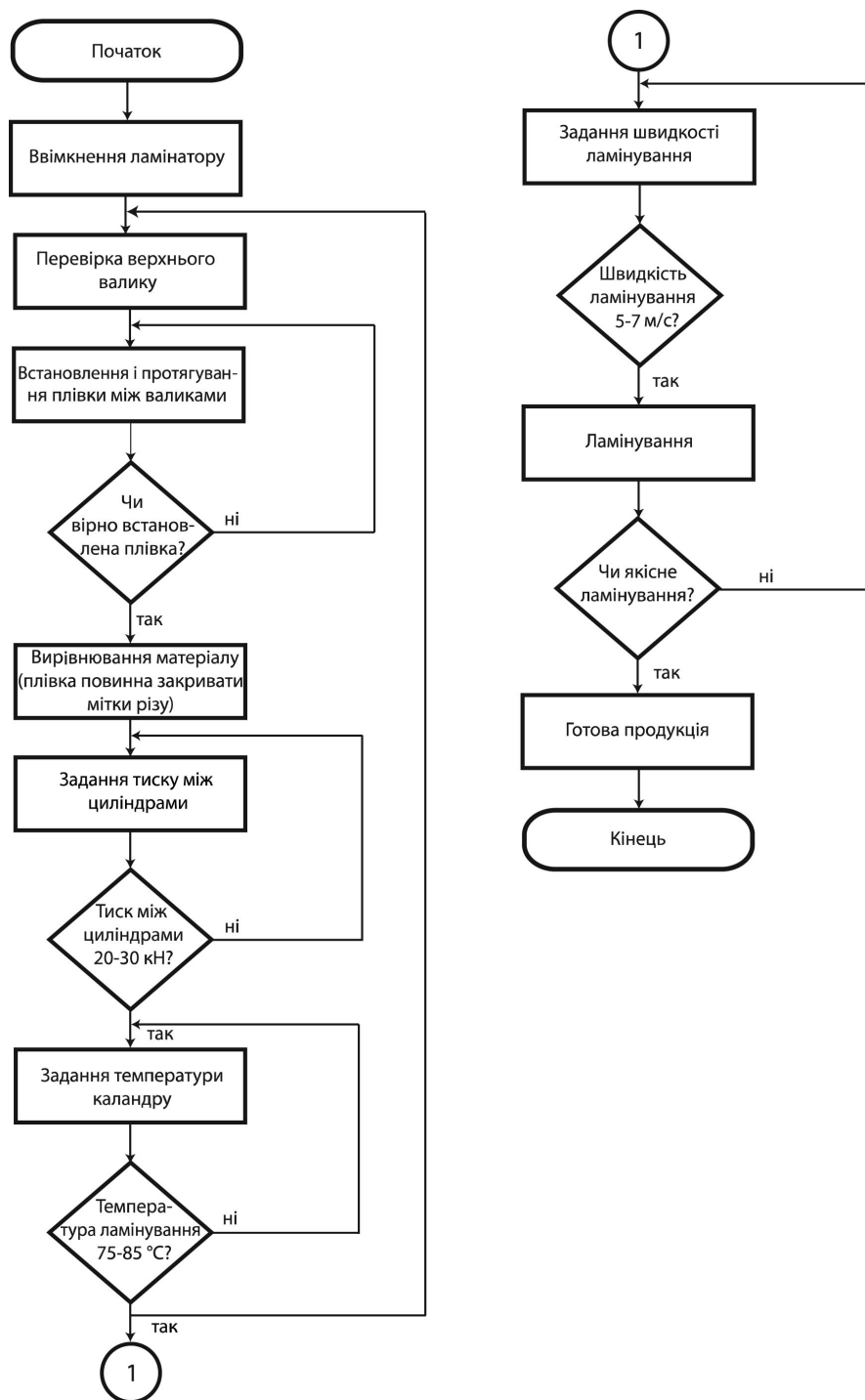


Рис. 5. Алгоритм ламінування листівок

Враховуючи визначені оптимальні режими ламінування, відповідно до обраних у праці задрукованих матеріалів, розроблено алгоритм ламінування листівок (рис. 5) та 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 цього технологічного процесу.

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

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЛАМИНИРОВАНИЯ ОТКРЫТОК

Проанализированы технические и технологические аспекты отделочного процесса ламинирования. Установлены оптимальные режимы ламинирования бумаг для открыток разной массы, разработан алгоритм данного технологического процесса.

TECHNOLOGICAL FEATURES OF LAMINATING OF POSTALS

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

Стаття надійшла 08.12.2011

УДК 621.8.034:655.1/3

*В. Ф. Кохан**Українська академія друкарства*

МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ УЛЬТРАЗВУКОВИХ КОЛИВАНЬ В ІНТЕНСИФІКАЦІЇ ПРОЦЕСІВ ПОЛІГРАФІЧНОГО ВИРОБНИЦТВА

Аналізуються ультразвукові хвилі, що забезпечують інтенсифікацію хімічно-технічних процесів для очищення поверхні від різних видів забруднення

Ультразвукові коливання, інтенсифікація процесів, поліграфічне виробництво

Як відомо, звукові коливання, зокрема ультразвукові, забезпечують інтенсифікацію таких хімічно-технічних процесів, як очищення при видаленні забруднень у вигляді твердих або рідких плівок різного походження і складу, рослинних, мінеральних або тваринних жирів, вуглеводнів, органіки, мазуту, смолянистих речовин, продуктів коксування, мила, жирних кислот, пігментів, захисних і антикорозійних покриттів. Така технологія дає можливість замінити ручну працю, прискорюючи тим самим процес очищення, отримати високий рівень чистоти поверхні, практично виключити використання пожежо-небезпечних і токсичних розчинників [7–10].

Метою дослідження є аналіз різних хімічних процесів, які відбуваються у рідинах і речовинах при дії звукових та ультразвукових коливань.

Аналізуючи літературні джерела, слід зазначити, що акустична кавітація утворює в рідині пульсуючі бульбашки — порожнини, заповнені паром, газом або їх сумішшю — при проходженні звукової хвилі високої інтенсивності. В інтенсивній звуковій хвилі під час напівперіодів розрідження з'являються бульбашки кавітацій, які різко закриваються після переходу в зону підвищеного тиску, породжуючи сильні гідродинамічні збурення в рідині й інтенсивне випромінювання акустичних хвиль і, спричиняючи руйнування поверхонь твердих тіл, що межують з кавітаційною рідиною [7–10].

Акустичні коливання з частотою понад 20 кГц умовно називають ультразвуковими, у межах 15–20 кГц — звуковими, а нижче 15 Гц — інфразвуковими. Хімічна дія акустичних коливань характеризується значною різноманітністю її проявів. Звукові й ультразвукові хвилі можуть прискорювати певні хімічні реакції через:

- емульгування деяких рідких компонентів;
- диспергування твердих компонентів реакції або каталізаторів;
- дегазації, запобігання осадженню або коагуляції продуктів реакції;
- інтенсивного перемішування тощо [3, 6].

Одним з основних завдань звукохімії є дослідження хімічних реакцій, які виникають під дією акустичних коливань (звукохімічних реакцій), і за відсутності акустичних хвиль не відбуваються або відбуваються, але повільно. Отож значна увага приділяється звукохімічним реакціям [1, 5, 7].