

УДК 686.1.057.2

DOI: 10.20535/2077-7264.4(74).2021.261117

© **О. О. Палюх**, д-р техн. наук, проф., **Є. А. Дзядик**, асп.,
В. О. Воробей, асп., КПІ ім. Ігоря Сікорського, Київ, Україна,
Д. О. Палюх, провідний інженер, ПП «Апостроф»,
Київ, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ ЗАСТОСУВАННЯ КЛЕЙОВОГО АПАРАТА ЛІНІЇ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ПІВЖОРСТКИХ ОБКЛАДИНОК

Досліджено технологічний процес виготовлення півжорстких обкладинок на фальцювально-склеювальній лінії, особливості якого полягають у дискретній непропорційній роботі живильної секції клейового апарату через непропорційні відмінності геометричних розмірів конструктивних деталей обкладинок.

Встановлено, що для скорочення часу та спрощення процедури налаштування клейової помпи клейового апарату фальцювально-склеювальної лінії, обчислення коефіцієнта швидкості обертання помпи відбувається залежно як від площини додаткових клапанів обкладинок, так і від заданого значення транспортувальної швидкості стрічкового попарно затискного транспортера.

Ключові слова: клейові полімерні композиції;
фальцювально-склеювальна лінія; клейова помпа;
півжорсткі обкладинки.

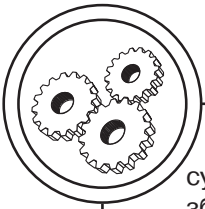
Постановка проблеми

Сучасне вдосконалення та залучення інноваційних технологій в проектування та виготовлення книжкової продукції як масовими накладками, так і обмеженою кількістю в декілька примірників, сприяє інтенсивному створенню високоякісних палітурних матеріалів із вторинної сировини. А також спрощених конструктивних макетів обкладинок, що за якісними показниками образотворчого та оздоблювального формування забезпечують конкурентну

спроможність та мінімізацію цінової складової виготовлення.

Водночас традиційне використання палітурок, як конструктивних складових побудови книги, гальмує залучення ресурсощадних технологічних процесів і палітурних матеріалів до процесів виготовлення новітніх книжкових зразків.

Важливо відзначити, що основою для створення і зміцнення нових ринків для книжкової продукції, за умови істотного підвищення вимог до її якості та здобування



суттєвих переваг, які сприятимуть збільшенню обсягів випуску, є використання книжкових оправ, розгортки яких висічені з одного листа палітурного матеріалу. А конструктивні елементи у виді крайок і клапанів приклеєні до основної частини обкладинок і утворюють подвійну композитну структуру півжорсткої обкладинки.

Виготовлення півжорстких обкладинок відбувається внаслідок застосування обмеженої кількості технологічних процесів та залучення клейових композицій з високими показниками поверхневої адгезії до палітурних матеріалів. Після приклеювання зовнішніх шарів палітурного матеріалу — конструктивних деталей розгорток, обкладинки набувають властивостей суцільних, гнучких, технологічно жорстких плоских композитних структур, за показниками міцності наближених до структури книжкових оправ у виді палітурок.

Застосування новітніх клейових полімерних композицій, технологій їх модифікування та дискретних способів нанесення суттєво поліпшує показники міцності та гнучкості півжорстких обкладинок, збільшує протидію експлуатаційним руйнівним навантаженням. Крім того, задовольняється попит на екологічну, оптимальну за функціональними та експлуатаційними показниками, помірну в ціновій категорії книжкову продукцію.

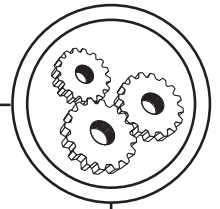
Необхідно зауважити, що процес нанесення клею на конструктивні деталі півжорстких обкладинок — різних за контурною геометрією крайок і клапанів, передбачає створення мінімального за товщиною, з точки зору

ресурсоощадності, клейового шару, але достатнього для отримання міцної цілісної композитної структури. Тому, налаштування і система управління клейовим апаратом фальцювально-склеювальної лінії має забезпечити стабільне дотримання розмірного показника товщини нанесеного клею, за умови природної зміни швидкості лінії від початково-налагоджувальної до продуктивно-тиражної.

У зв'язку з цим не можна не відзначити одну важливу обставину. Конструктивна побудова палітурок, як часткового прототипу півжорстких обкладинок, передбачає пропорційні розміри крайок обгортального аркуша стосовно форматів видання. Тобто, послідовне збільшення форматів книжкового видання тягне за собою пропорційне збільшення розмірів обгортальних крайок.

Відповідно, витрати клею, що нанесено на поверхню обгортального аркуша в процесі виготовлення палітурок, є також пропорційними зміні форматів книги. Окрім того, поліграфічне обладнання для виготовлення палітурок, через зворотно-поступальні рухи виконавчих механізмів, які працюють з динамічними навантаженнями, що зростають в точках зміни напрямів руху, забезпечує технологічні процеси обмежені за швидкістю.

Тому зміни живлення клейового апарату такого обладнання відбуваються пропорційно зміні швидкості. На відміну від цього, фальцювально-склеювальні лінії для півжорстких обкладинок забезпечують швидкісний безупинний технологічний процес виготовлення обкладинок з можливі-



стю послідовно плавного регулювання швидкості в більшу або меншу сторону. Але живлення клейового апарату, через непропорційні відмінності геометричних розмірів приклеюваних конструктивних деталей півжорстких обкладинок, має невизначений дискретний характер. Що своєю чергою відбивається на дотриманні визначеної для певного формату видання товщини нанесеного шару клею на поверхню крайок і клапанів в процесі регулювання тиражної швидкості фальцювальньо-склеювальної лінії.

Відповідний аналіз наукових джерел та патентної інформації вказує на недостатність проведених наукових досліджень стосовно удосконалення механізму клейового апарату фальцювальньо-склеювальної лінії. Відсутні дослідження процесів нанесення клейових полімерних композицій, що забезпечують отримання каліброваної мінімальної й достатньої товщини клейового шару, за умови непропорційної дискретної зміни розмірів розгортки для півжорстких обкладинок, які разом з показниками швидкості лінії впливають на продуктивність заповнення та витрат клею в клейовому апараті.

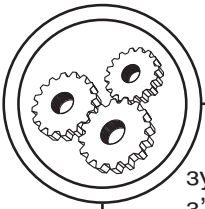
Тому, удосконалення та оптимізація технологічних режимів нанесення мінімальної і достатньої товщини клейового шару на конструктивні елементи розгортки півжорстких обкладинок клейовим апаратом фальцювальньо-склеювальної лінії є актуальною науковою задачею.

Аналіз попередніх досліджень

Результатами досліджень [1] встановлено, що запропонований експериментально визначений перелік необхідних і достатніх технологічних операцій виготовлення півжорстких книжкових обкладинок передбачає дотримання особливостей їх моделювання, які полягають у тому, що додаткові клапани як конструктивні елементи обкладинок після загинання і приклеювання до основної частини, утворюють подвійну клеєну композитну структуру з розрахованими прямокутними контурними показниками та жорсткими допусками відхилення.

На думку авторів [2], це обумовлено тим, що для створення палітурних адгезивних з'єднань передбачено такі послідовні дії: нанесення адгезиву на конструктивні поверхні приклеювання, збірка конструкції виробу, передбаченої макетом видання та полімеризація адгезиву до утворення композитної структури. Тому основна увага в перелічених дослідницьких заходах приділена аналізу методів поліпшення поверхонь та особливостей, що впливають на процес склеювання, серед яких відсутній розгляд впливу товщини нанесеного шару клею та його стабілізації в процесі тиражного виготовлення обкладинок.

З огляду на статистичний аналіз даних, наведених в роботі [3] показано як товщина нанесеної клейової полімерної композиції впливає на можливість і частоту виникнення дефектів з'єднання, так і можливість використання неруйнівного методу для прогно-



зування міцності та жорсткості з'єднань. Розроблено моделі корисні для прогнозування механічної поведінки з'єднань на основі їх дефектів.

Опис створення різновидів структурних клеєних моделей може бути знайдено у роботі [4], присвяченій саме використанню у серійному або масовому виробництві книжкових оправ найбільш популярних рішень для дозування клейових полімерних композицій, якими є ролики, щілинні розпилювальні форсунки, машини для нанесення покриттів з одним або двома валами, пневматичні або електростатичні пристрої для розпилення клею.

Метою роботи [5] є дослідження впливу структури палітурних матеріалів на міцність клейового з'єднання, а також доцільність використання методик визначення технологічних параметрів виготовлення півжорстких обкладинок для різних початкових шарів палітурних матеріалів і різних типів клейових полімерних композицій.

Доцільність використання клейових полімерних композицій для склеювання палітурних матеріалів з однорідною і відмінною структурами сприяє експлуатаційній стійкості і тривалості використання композитних з'єднань деталей із цих матеріалів, що підтверджено результатами наведених досліджень [6].

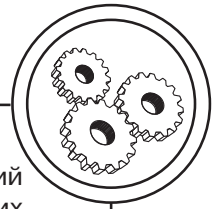
Зокрема встановлено [7], що при склеюванні розгортки півжорстких обкладинок поверхні для випаровування зв'язувальних клейових речовин в композитній тришаровій структурі відсутні, що уповільнює процес технологічної полімеризації клею і відбивається на продуктивності фаль-

цювально-склеювальної лінії. Для подолання цієї проблеми в роботі [8] проведено дослідження впливу тривалості процесу скріплення шарів палітурних матеріалів обкладинок на умови забезпечення їх сталої прямокутної геометрії впродовж транспортувальних переміщень в механізмах лінії.

З метою підвищення міцності з'єднання палітурних матеріалів, а також використання клейових сполук для складної конструкційного застосування в роботі [8] досліджено індивідуальний та комбінований вплив параметрів склеювання на показники міцності обкладинок. Результати показали послідовну значущість параметрів склеювального процесу у такому порядку: тип матеріалу, конфігурація з'єднання, типи клею та попередня обробка поверхні.

Доцільність використання клейових сполук, що продовжують залишатися кращим способом з'єднання матеріалів в поліграфічній галузі, включаючи вдосконалені конструкції, підтверджено дослідженнями [9] перерозподілу напруги та деформації для зменшення концентрації як зсуву, так і відшаровування клеєних сполук, які визначають руйнування з'єднання.

В роботі [10] наведено огляд експериментальних та модельних досліджень впливу адгезійних властивостей на міцність клейових сполук, а також матеріалів, що склеюються, які є одним з важливих параметрів, що впливають на характеристики клейового з'єднання, і його вплив слід враховувати при проектуванні клейових з'єднань.



Проведені дослідження й отримані результати в перелічених роботах спрямовані на виявлення технологічних особливостей застосування клейових полімерних композицій, методів їх нанесення та експлуатаційних показників якості отриманих композитних сполук. Враховуючи те, що виготовлення півжорстких обкладинок як ресурсощадних книжкових оправ передбачає застосування палітурних матеріалів для розгортки обкладинок, виготовлених із переробленої макулатури, а також нанесення клейових шарів мінімальною, але достатньою товщиною з точки зору міцнісних характеристик завершеного виробу, тому особливості роботи клейових апаратів фальцювально-склеювальної лінії можуть бути визначені шляхом виявлення і дослідження їх технологічних особливостей.

Таким чином, є підстави стверджувати, що через відсутність достатньої кількості підтверджених практичних результатів в наведених дослідженнях та певна дотичність визначень обумовлюють доцільність проведення досліджень у напрямі вирішення перелічених наукових завдань з виявлення особливостей застосування клейового апарату лінії для виготовлення півжорстких обкладинок.

Мета роботи

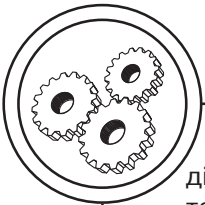
Дослідження закономірностей впливу живлення клейового апарату фальцювально-склеювальної лінії для виготовлення півжорстких обкладинок через непропорційні відмінності геометричних розмірів приклеюваних конструктивних деталей обкладинок та невизначений дискретний

характер нанесення клейових шарів розрахованої сталої товщини.

Результати проведених досліджень

Півжорсткі книжкові обкладинки за показниками міцності, зносостійкості та технологічними засобами художнього оздоблення знаходяться в серединному ряду книжкових оправ, який починається із простих обрізних обкладинок і завершується складними, за конструктивними відтвореннями, різноманітними палітурками.

Визначальною особливістю півжорстких обкладинок є побудова подвійної суцільно клеєної композитної структури, утвореної із висіченої розгортки одного аркуша палітурного матеріалу. Крім того, на клапани з різною контурною геометрією нанесено клейові полімерні композиції суцільним, або дискретним шаром. Своєю чергою, контурна геометрія клапанів визначається технологічними особливостями розташування розгортки на спусках для друкування та напрямом волокон в палітурних матеріалах, застосовуваних для виготовлення обкладинок. В процесі відгінального гвинтового фальцювання клапани з нанесеним на них клеєм загортаються до основної площини обкладинок і притискаються обертовими транспортувальними та каландрувальними валиками. Необхідно відзначити, що приклеювання клапанів здійснюється не одночасно зведенням двох площин, як це відбувається при виготовленні палітурок, а поступово, окремими послідовними



ділянками, введеними в зону технологічного притиску гвинтовим фальцювальним апаратом.

На рис. 1 зображено одну із характерних конструкцій півжорстких обкладинок з фігурними клапанами (2^1 , 2^2) на розгортці (1), які після нанесення на них клею (3), фальцювання по лініях згинів (4), приклеювання та подальшого обтискування каландрувальними валиками (7) утворюють подвійну товщину без клапанних напусків (5). Після завершення каландрування проведено бігування корінцевої частини

(6) отриманої тришарової композитної структури обкладинки.

За результатами проведених досліджень [11] відомо, що можливі конструктивні відмінності півжорстких обкладинок, серед яких, довільна просторова побудова та наявність різноманітної контурної геометрії додаткових клапанів, формують суцільну або фрагментарну конфігурацію клеєної композитної структури. А також розраховане застосування полімерних клейових композицій, визначення суцільних або дискретних способів їх нанесен-

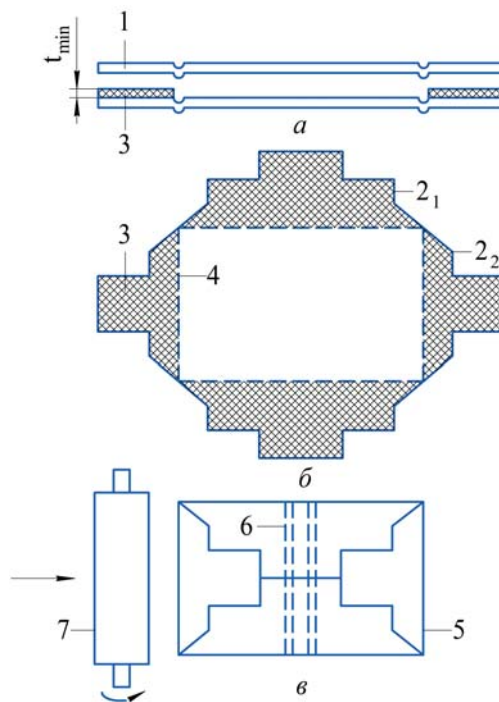
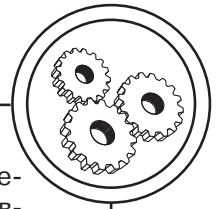


Рис. 1. Етапи склеювання півжорсткої обкладинки, а — переріз розгортки обкладинки; б — контурна геометрія розгортки із зонами нанесення клею; в — склеєна обкладинка; 1 — переріз розгортки обкладинки; 2^1 , 2^2 — горизонтальні та вертикальні клапани; 3 — зони нанесення клею; 4 — лінії контурного бігування; 5 — обкладинка з приклеєними клапанами; 6 — лінії корінцевого бігування; 7 — валик каландра; t_{\min} — мінімальна і технологічно достатня товщина клею



ня на систематизовані ділянки розгортки обкладинок. Порівняльний аналіз міцності й жорсткості виготовлених внаслідок приклеювання додаткових конструктивних елементів обкладинок сприятиме визначенню меж їх можливого застосування як книжкових оправ для блоків із повного переліку книжкових форматів видань за міжнародними стандартами [12].

Розміри міжнародних форматів книжкових видань та відповідних форматів за класифікацією поліграфічної галузі України, а також розмірні показники розгортки для півжорстких обкладинок наведено в табл. [12].

Зокрема встановлено, що виготовлення книжкових оправ за ресурсощадними технологіями, які враховують експлуатаційну ергономічність майбутнього матеріального об'єкта, передбачає зміну залежностей у міцності подвійних склеєних зразків палітурних матеріалів. Це дозволяє ствер-

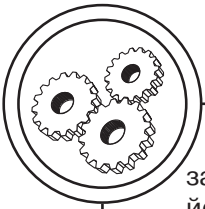
джувати про вплив роботи клейового апарата лінії для виготовлення півжорстких обкладинок в процесі нанесення клейових шарів, товщина яких має перспективу змінюватись через системну конструктивну зміну контурної геометрії додаткових клапанів. Попри практичну значущість таких тверджень, не розглянуто достатньою мірою прикладне значення впливу зміни товщини клейового шару, нанесеного клейовим апаратом у виробничому тиражному процесі, при підбиранні компонентів для виготовлення півжорстких обкладинок з каліброваними мінімізованими і достатніми витратними показниками.

Методика проведення експериментальних досліджень та їх результати

Доцільність використання та пошук оптимального управління клейовим апаратом лінії виготовлення півжорстких обкладинок, виявлення особливостей

Вибірка міжнародних форматів книжкових видань та сумісних розмірів розгортки півжорстких обкладинок

Міжнародний формат видання	Формат видання в Україні	Обрізний формат (мм)	Обрізний формат (дюйм)	Формат півжорсткої обкладинки (мм)
Metric Crown 8vo	84×108/32	186×123	$7\frac{3}{8} \times 4\frac{7}{8}$	784×155
Metric Large Crown 8vo	84×108/32	198×129	$7\frac{3}{4} \times 5\frac{1}{8}$	832×160
Metric Demy 8vo	60×90/16	216×138	$8\frac{1}{2} \times 5\frac{3}{8}$	964×170
Metric 8vo	70×100/16	234×156	$9\frac{1}{4} \times 6\frac{1}{8}$	976×190
Metric Crown 4to	84×108/16	246×189	$9\frac{3}{8} \times 7\frac{3}{8}$	1024×220
Metric Large Crown 4to	84×108/16	258×210	$10\frac{1}{8} \times 7\frac{7}{8}$	1072×240
Metric Demy 4to	70×100/8	276×219	$10\frac{7}{8} \times 8\frac{3}{8}$	1144×250



застосування різних видів клейових полімерних композицій в процесі їх сполучення з палітурними матеріалами дозволяє моделювати варіанти їх достатнього та мало витратного поєднання, систематизує вибір додаткових конструктивних елементів в процесі макетування обкладинок.

На перший погляд, виготовлення розмаїтих конструкцій півжорстких обкладинок передбачає лише висікання розгорток обкладинок з аркушів палітурних матеріалів, геометричні параметри яких складаються, в першу чергу, із площин першої й другої сторінок обкладинок, за форматом видання, та фігурних клапанів, приклеєних до основи обкладинок.

На показники міцності подвійних клеєних обкладинок, у такому випадку, конфігурація додаткових клапанів, щільно припасованих за зовнішніми контурами, не впливає і геометрична пос-

лідовність попередніх заготовок для розгорток таких обкладинок має системний поступово збільшувальний характер (рис. 2).

Однак, зміна конфігурації пар горизонтальних та вертикальних клапанів в обкладинках одного формату, обумовлена застосуванням палітурним матеріалом та розкладці на друкарському аркуші, передбачає регулювання клейового апарата лінії виготовлення півжорстких обкладинок для стабілізації товщини нанесеного клею, що, своєю чергою, передбачає тотожне живлення клейового апарату лінії відповідно до змін конфігурації клапанів. Окрім того, порівняльне дослідження розмірів заготовок для розгорток обкладинок в сусідніх позиціях вибірки форматів для обкладинок, наведеної в табл., демонструє непропорційну розбіжність (рис. 3).

Непропорційна розбіжність площин заготовок для розгорток півжорстких обкладинок, за од-

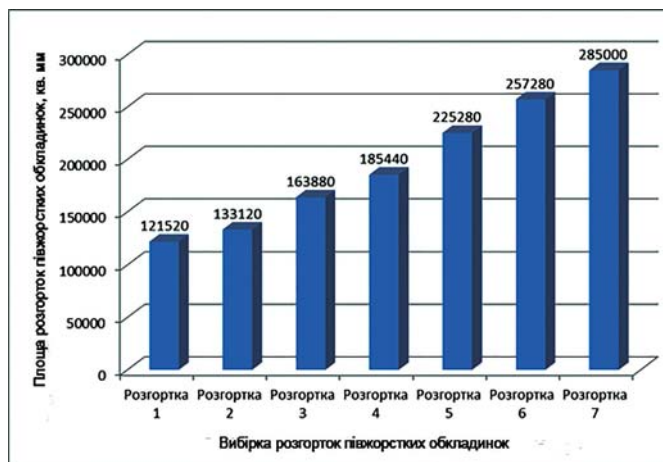
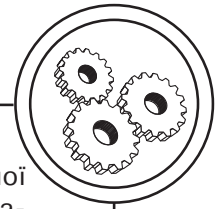


Рис. 2. Діаграма послідовної розмірності площин розгорток вибірки півжорстких обкладинок



накової тиражної швидкості фальцювально-склеювальної лінії, передбачає непропорційне живлення клейового апарату, закономірності регулювання якого мають бути встановлені для дотримання мінімальної і достатньої товщини нанесеного клею t_{\min} (рис. 1).

Дані обставини пов'язані з тим, що зміна товщини нанесеного клейового шару на конструктивні клапани обкладинок і подальше їх приклеювання впливає на міцність виготовлених обкладинок і, відповідно, на термін їх експлуатаційного використання. Окрім того, при плануванні технологічного процесу виготовлення обкладинок в технічний паспорт внесено розраховану витратну кількість клейової полімерної композиції, визначену мінімальною і достатньою. Що, у випадку відсутності розрахованих закономірностей регулювання клейового апарату, призведе до перевищення витрат клею. Або, ще у гіршому випадку, клей буде нанесено тоншим від розрахованого шаром, що неодмінно вплине на зменшен-

ня міцності та експлуатаційної стійкості виготовлених обкладинок.

На рис. 4 зображено клейовий апарат фальцювально-склеювальної лінії для виготовлення півжорстких обкладинок в позиції початку нанесення регульованого ракеlem 1 шару клею $T_{cl}(gl)$ на вузькі клапани 14 розгортки обкладинки 18, транспортування якої здійснюється стрічковим транспортером 9 зі швидкістю переміщення порівняно з обертальною швидкістю і продуктивністю клейового апарату.

Після відгинального гвинтового фальцювання вузьких клапанів і приклеювання їх до основи обкладинок, після каландрувальних валиків і поворотного рольганга, розгортка обкладинки транспортується в інший клейовий апарат для приклеювання широких клапанів. Другий клейовий апарат тотожний і побудований на зразок наведеного на рис. 4, лише валики для нанесення клею збільшені у поздовжніх розмірах.

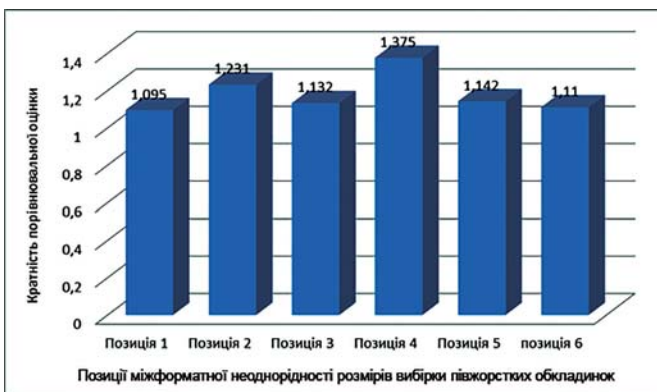
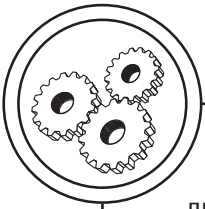


Рис. 3. Діаграма міжформатної неоднорідності розмірів вибірки півжорстких обкладинок



Враховуючи наведене, можливо відзначити, що за умови пропорційного надходження клею в клейовий резервуар 4 (рис. 4) фальцювальньо-склеювальної лінії, що забезпечує пристрій дискретної подачі клею (рис. 5), є можливим дотримання визначеної мінімальної і достатньої товщини клейового шару перед склеюванням конструктивних деталей обкладинок. На рис. 5 зображено пристрій дискретної подачі клею в клейовий апарат

фальцювальньо-склеювальної лінії та блок-схему регулювального пристрою.

За допомогою клейової помпи (4) з бункера-живильника з розмішувачем (5) клейова полімерна композиція транспортується через трубопроводи подачі клею (3) і щільний канал подачі клею (1), висота підйому якого регулюється (2) в резервуар для клею (4) клейового апарату лінії (рис. 4). Послідовність, інтенсивність та регульованість

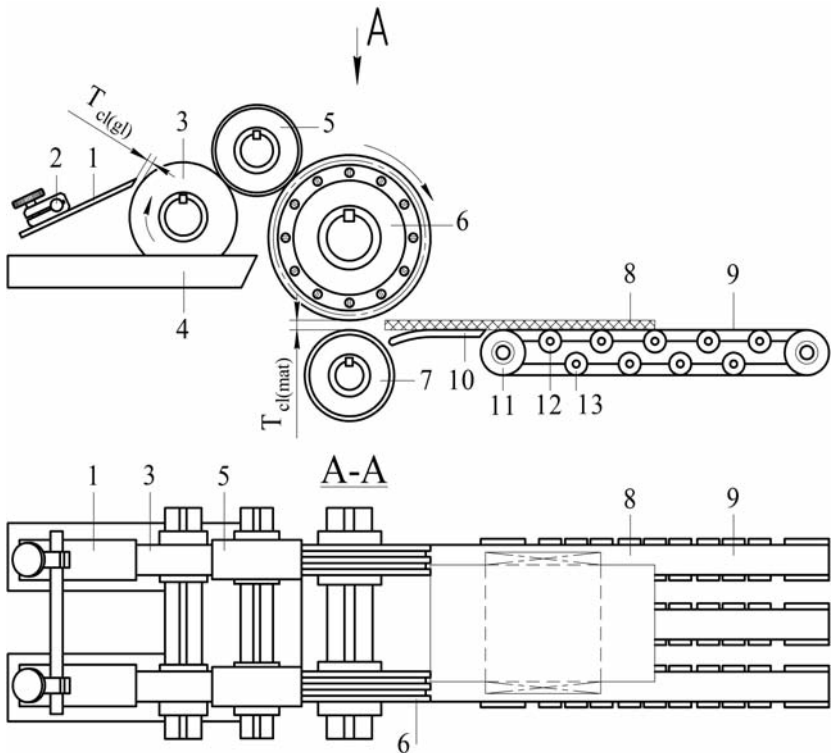
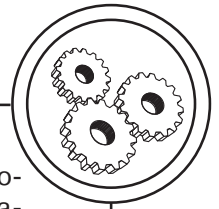


Рис. 4. Клейовий апарат, 1 — ракель регулювання шару клею; 2 — затискач ракеля; 3 — клейовий вал-живильник; 4 — резервуар для клею; 5 — передавальний клейовий вал; 6 — профільний вал нанесення клею; 7 — регулювальний вал; 8 — розгортка обкладинки; 9 — стрічковий транспортер; 10 — напрямні; 11 — приводний вал стрічкового транспортера; 12, 13 — підтримувальні ролики транспортера; 14 — краї розгортки; 15 — клапани розгортки



технологічного використання пристрою дискретної подачі клею здійснюється блоком управління на підставі розробленого для пристрою застосунку.

Слід зазначити, оскільки кількість клею, яку потрібно нанести на додаткові клапани — невід’ємну складову клеєних півжорстких обкладинок, змінюється залежно від дискретних змінних розмірів клапанів, щілинний канал подачі клею 1 (рис. 5) клейового механізму лінії і вимагає зміни швидкості обертання клейової помпи (4) для контролю кількості клею, що подається в щілинний канал. У цьому випадку товщина клею, що наноситься на поверхню додаткових клапанів змінюється залежно від зміни швидкості стрічкового транспортувального пристрою, навіть якщо кількість клею, що подається щілинним каналом однакова.

Відповідно, враховуючи не тільки конструктивно змінювану

парну площину вертикальних і горизонтальних клапанів обкладинок, але й швидкість транспортування обкладинок транспортувальним пристроєм, слід контролювати швидкість обертання клейової помпи. Крім того, оскільки палітурні матеріали, що використовуються для виготовлення півжорстких обкладинок, мають різну якість і товщину, всмоктуваність і змочуваність, гладкість і шорсткість, а різні види клейових полімерних композицій мають різні характеристики, товщину клею, що наноситься на клапани обкладинок слід визначити, враховуючи й ці обставини.

Ця частина проблеми може бути вирішена шляхом розробки процедури тестового випробування клейового апарату фальцювально-склеювальної машини з фіксацією результатів випробувальних операцій і складання таблиці швидкості обертання клейової помпи пристрою дискретної подачі клею. Однак підготовка

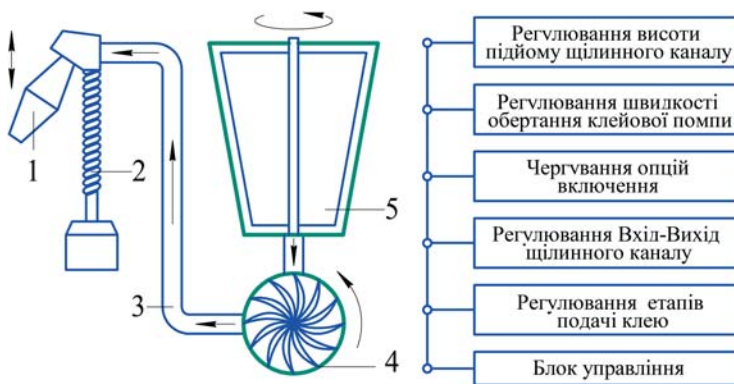
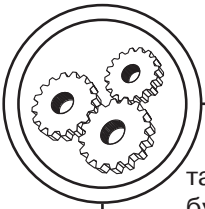


Рис. 5. Схема пристрою дискретної подачі клею в клейовий апарат фальцювально-склеювальної лінії, а — схема пристрою; б — блок управління пристроєм; 1 — щілинний канал подачі клею; 2 — механізм регулювання висоти підйому щілинного каналу; 3 — трубопровід подачі клею; 4 — клейова помпа; 5 — бункер-живильник клею із розмішувачем



таблиці за результатами випробувань досягається фактично шляхом змін комбінацій контурної геометрії додаткових клапанів півжорстких обкладинок, швидкості обертання клейової помпи й швидкості транспортування розгортки обкладинок через клейовий апарат. Комбінації різних варіантів залучення перерахованих факторів для отримання інтегрованих показників мінімізації достатньої товщини клейового шару вимагають тривалого часу та чималих зусиль.

Для скорочення часу та спрощення процедури налаштування клейової помпи клейового апарату фальцювально-склеювальної лінії, обчислення коефіцієнта швидкості обертання помпи відбувається залежно як від площини додаткових клапанів обкладинок, так і від заданого значення транспортувальної швидкості стрічкового попарно затискного транспортера. Причому коефіцієнт кутової швидкості обертання клейової помпи представляє відсоткова зміна кутової швидкості обертання помпи щодо еталонної кутової швидкості обертання помпи.

$$k_{\Sigma} = \frac{1}{S_0} S, \quad (1)$$

де k_{Σ} — загальний коефіцієнт швидкості обертання; S_0 — початкова площа клапанів розгортки обкладинки (визначається умовно, виходячи із технічних можливостей клейового апарата лінії); S — площа клапанів розгортки обкладинки за зростальним переліком форматів видання.

$$k_{\Sigma 1} = \frac{S_1}{S_0} n_1, \quad (2)$$

де $k_{\Sigma 1}$ — коефіцієнт швидкості обертання помпи для S_1 ; n_1 — показник корегувального збільшення площі клапанів для S_1 ;

$$k_{\Sigma 2} = \frac{S_2}{S_0} n_2, \quad (3)$$

де $k_{\Sigma 2}$ — коефіцієнт швидкості обертання помпи для S_2 ; n_2 — показник корегувального збільшення площі клапанів для S_2 ;

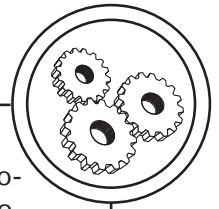
$$\begin{aligned} n &= \frac{k_{\Sigma 2} - k_{\Sigma 1}}{S_2 - S_1} = \\ &= \frac{n_2 S_2 - S_1 n_1}{S_0 (S_2 - S_1)}, \end{aligned} \quad (4)$$

де n — показник корегувального збільшення площі клапанів для загального випадку, враховуючи порівнювальні площі S_0 , S_1 , S_2 ;

$$k_{\Sigma} = \frac{n_2 S_2 - S_1 n_1}{S_0 (S_2 - S_1)} S + f, \quad (5)$$

де f — constanta для визначення коефіцієнта швидкості обертання помпи у загальному випадку, яка дорівнює:

$$f = \frac{S_1 S_2 (n_1 - n_2)}{S_0 (S_2 - S_1)}. \quad (6)$$



Визначення коефіцієнта швидкості обертання клейової помпи для загального випадку у межах технічних можливостей фальцювально-склеювальної лінії:

$$k_{\Sigma} = \frac{(n_2 S_2 - S_1 n_1) S + S_1 S_2 (n_1 - n_2)}{S_0 (S_2 - S_1)}. \quad (7)$$

Крім того, встановлене значення швидкості обертання клейової помпи розраховується на основі як коефіцієнта швидкості обертання, так і опорної швидкості обертання. А потім початкове налаштування швидкості обертання клейової помпи автоматично виконується блоком управління відповідно до заданого значення частоти обертання помпи. Додатково встановлюється взаємозв'язок зі швидкісними показниками переміщення транспортувального пристрою.

Висновки

Досліджено технологічний процес виготовлення півжорстких обкладинок на фальцювально-склеювальній лінії, особливості якого полягають у дискретній непропорційній роботі живильної секції клейового апарату через непропорційні відмінності геометричних розмірів конструктивних деталей обкладинок.

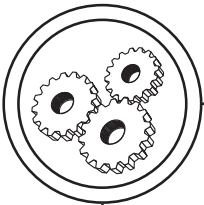
Встановлено чинники впливу на процес нанесення клею на конструктивні деталі півжорстких обкладинок — різних за контурною геометрією крайок і клапанів, який передбачає створення мінімального за товщиною, з точки зору ресурсоощадності, клейового шару, але достатнього для отримання міцної цілісної композитної структури.

За результатами аналізу проведених досліджень сформульовано рекомендації з налаштування системи управління клейовим апаратом фальцювально-склеювальної лінії, що має забезпечити стабільне дотримання розмірного показника товщини нанесеного клею на клапани обкладинок, за умови природної зміни швидкості лінії від початково-налагоджувальної до продуктивно-тиражної.

Оскільки кількість клею, яку потрібно нанести на додаткові клапани — невід'ємну складову клеєних півжорстких обкладинок, змінюється залежно від дискретних змінних розмірів клапанів, щільний канал подачі клею клейового механізму лінії вимагає зміни швидкості обертання клейової помпи та технологічного контролю кількості клею, що подається в щільний канал.

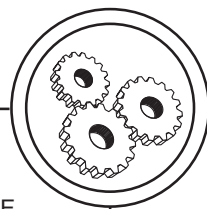
У цьому випадку товщина клею, що наноситься на поверхню додаткових клапанів змінюється залежно від зміни швидкості стрічкового транспортувального пристрою, навіть якщо кількість клею, що подається щільним каналом однакова.

Встановлено, що для скорочення часу та спрощення процедури налаштування клейової помпи клейового апарату фальцювально-склеювальної лінії, обчислення коефіцієнта швидкості обертання помпи відбувається залежно як від площини додаткових клапанів обкладинок, так і від заданого значення транспортувальної швидкості стрічкового попарно затискного транспортера.



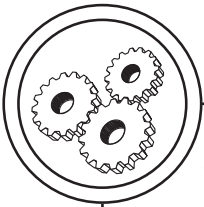
Список використаної літератури

1. Paliukh O. Defining technological features in the manufacture of semi-hard book covers / O. Paliukh, P. Kyrychok, R. Trishchuk, M. Korobka, E. Dziadyk // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2020. 4/1(106). pp. 80–90. DOI: 10.15587/1729-4061.2020.208798.
2. Anna Rudawska. Surface Treatment in Bonding Technology / A. Rudawska // Academic Press an imprint of Elsevier. 2019. pp. 7–46. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-817010-6.00002-3>.
3. Rosanna Tamborrino. Assessment of the effect of defects on mechanical properties of adhesive bonded joints by using non destructive methods / R. Tamborrino, D. Palumbo, U. Galletta, P. Aversab, S. Chiozzi, V. A. M. Luprano // Composites Part B: Engineering. 2016. Volume 91. 15 April. pp. 337–345. <https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2016.01.059>.
4. Yasuyuki Kusaka. Mechanisms of Adhesive Micropatterning of Functional Colloid Thin Layers / Y. Kusaka, A. Takei, T. Fukasawa, T. Ishigami, N. Fukuda // ACS Appl. Mater. Interfaces. 2019. 11. 43. pp. 40602–40612. <https://doi.org/10.1021/acscami.9b13467>.
5. О. П. Старченко Влияние неоднородности структуры поверхностей материалов на качество склеивания в технологии послепечатных процессов / О. П. Старченко, И. В. Марченко // Технологія і техніка друкарства. Київ: НТУУ «КПІ імені Ігоря Сікорського», 2016. Вип. 3(53). С. 26–34. DOI: [https://doi.org/10.20535/2077-7264.3\(53\).2016.73162](https://doi.org/10.20535/2077-7264.3(53).2016.73162).
6. Kuan Neng Chen. Encyclopedia of packaging materials, processes and mechanics. Set 1: Interconnect and Plate Technology / K. N. Chen, C. S. Tang. 2019. World Scientific connecting Great Minds. https://doi.org/10.1142/9789811209680_0001.
7. Petro Kyrychok. Simulation of Deformation of the Adhesive Layer of the Spine of the Book Back of the Thread-Stitched Book Block / P. Kyrychok, O. Paliukh // Mechanika. 2020. Volume 26(2): 114–119. <http://mechanika.ktu.lt/index.php/Mech/article/view/25854>.
8. Vivek K. Tiwary. Adhesive bonding of similar/dissimilar three-dimensional printed parts (ABS/PLA) considering joint design, surface treatments, and adhesive types / V. K. Tiwary, A. Padmakumar, V. Malik // Proc. IMechE Part C: J Mechanical Engineering Science. 2022. Vol. 0(0). 1–12. DOI: 10.1177/09544062221089849.
9. S. Kumar. Strength and Performance Enhancement of Bonded Joints by Spatial Tailoring of Adhesive Compliance via 3D Printing / S. Kumar, B. L. Wardle, M. F. Arif // ACS Appl. Mater. Interfaces. 2017. 9. 1. pp. 884–891. <https://doi.org/10.1021/acscami.6b13038>.
10. Mariana D. Banea. Influence of adherend properties on the strength of adhesively bonded joints / M. D. Banea // MRS Bulletin. August 2019. Volume 44. Issue 8: Joining of Dissimilar Lightweight Materials. pp. 625–629. DOI: <https://doi.org/10.1557/mrs.2019.180>.
11. Палюх О. О. Дослідження впливу дискретного нанесення клею на міцність півжорстких книжково-журнальних обкладинок / О. О. Палюх // Зб. наук. праць «Технологія і техніка друкарства». К., 2019. № 3(65). С. 25–42. DOI: [https://doi.org/10.20535/2077-7264.3\(65\).2019.199727](https://doi.org/10.20535/2077-7264.3(65).2019.199727).
12. Палюх О. О. Експериментальне визначення технологічних особливостей виготовлення півжорстких книжково-журнальних обкладинок / О. О. Палюх // Зб. наук. праць «Технологія і техніка друкарства». К., 2018. № 2(60). С. 22–32. DOI: [https://doi.org/10.20535/2077-7264.2\(60\).2018.145378](https://doi.org/10.20535/2077-7264.2(60).2018.145378).



References

1. Paliukh, O., Kyrychok, P., Trishchuk, R., Korobka, M., & Dziadyk, E. (2020). Defining technological features in the manufacture of semi-hard book covers. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4/1 (106), 80–90. DOI: 10.15587/1729-4061.2020.208798 [in English].
2. Rudawska, A. (2019). Surface Treatment in Bonding Technology. *Academic Press an imprint of Elsevier*, 7–46. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-817010-6.00002-3> [in English].
3. Tamborrino, R., Palumbo, D., Galiettia, U., Aversab, P. Chiozzi, S., & Luprano, V. A. M. (2016, 15 April). Assessment of the effect of defects on mechanical properties of adhesive bonded joints by using non destructive methods. *Composites Part B: Engineering*, Vol. 91, 337–345. <https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2016.01.059> [in English].
4. Kusaka, Y., Takei, A., Fukasawa, T., Ishigami, T., & Fukuda, N. (2019). Mechanisms of Adhesive Micropatterning of Functional Colloid Thin Layers. *ACS Appl. Mater. Interfaces*, 11, 43, 40602–40612. <https://doi.org/10.1021/acsami.9b13467> [in English].
5. Starchenko, O. P., & Marchenko, Y. V. (2016). Vliyanye neodnorodnosti struktury poverkhnosti materialov na kachestvo skleyvaniya v tekhnolohyyi poslepechatnykh protsessov. *Tekhnolohiia i tekhnika druzkarstva*, 3(53), 26–34. DOI: [https://doi.org/10.20535/2077-7264.3\(53\).2016.73162](https://doi.org/10.20535/2077-7264.3(53).2016.73162).
6. Chen K. N., Tang, C. S. (2019). Encyclopedia of packaging materials, processes and mechanics. Set 1: Interconnect and Plate Technology. *World Scientific connecting Great Minds*. https://doi.org/10.1142/9789811209680_0001 [in English].
7. Kyrychok P., & Paliukh, O. (2020). Simulation of Deformation of the Adhesive Layer of the Spine of the Book Back of the Thread-Stitched Book Block. *Mechanika*, Vol. 26(2): 114–119. Retrieved from <http://mechanika.ktu.lt/index.php/Mech/article/view/25854> [in English].
8. Tiwary, V. K., Padmakumar, A., & Malik, V. (2022). Adhesive bonding of similar/dissimilar three-dimensional printed parts (ABS/PLA) considering joint design, surface treatments, and adhesive types. *Proc. IMechE Part C:J Mechanical Engineering Science*, Vol. 0(0), 1–12. DOI: 10.1177/09544062221089849 [in English].
9. Kumar, S., Wardle, B. L., & Arif, M. F. (2017). Strength and Performance Enhancement of Bonded Joints by Spatial Tailoring of Adhesive Compliance via 3D Printing. *ACS Appl. Mater. Interfaces*, 9, 1, 884–891. <https://doi.org/10.1021/acsami.6b13038> [in English].
10. Banea, M. D. (2019, August). Influence of adherend properties on the strength of adhesively bonded joints. *MRS Bulletin*, Vol. 44, Issue 8: Joining of Dissimilar Lightweight Materials, 625–629. DOI: <https://doi.org/10.1557/mrs.2019.180> [in English].
11. Paliukh, O. O. (2019). Doslidzhennia vplyvu dyskretnoho nanesennia kleiu na mitsnist pivzhorstkykh knyzhkovo-zhurnalnykh obkladnyok [Investigation of the Influence of Discrete Adhesive Application on the Strength of Semi-Rigid Book-Magazine Covers]. *Tekhnolohiia i tekhnika druzkarstva*, 3(65), 25–42. DOI: [https://doi.org/10.20535/2077-7264.3\(65\).2019.199727](https://doi.org/10.20535/2077-7264.3(65).2019.199727) [in Ukrainian].
12. Paliukh, O. O. (2018). Eksperymentalne vyznachennia tekhnolohichnykh osoblyvostei vyhotovlennia napivzhorstkykh knyzhkovo-zhurnalnykh obkladnyok [Experimental Determination of Technological Features of Production of Semi-Rigid Book-Magazine Covers]. *Tekhnolohiia i tekhnika druzkarstva*, 2(60), 22–32. DOI: [https://doi.org/10.20535/2077-7264.2\(60\).2018.145378](https://doi.org/10.20535/2077-7264.2(60).2018.145378) [in Ukrainian].



The process of manufacturing semi-hard covers, which occurs as a result of the use of a limited number of technological processes and the involvement of adhesive compositions with high indicators of surface adhesion to binding materials, has been studied. After gluing the outer layers of the binding material — the structural parts of the covers, the covers acquire the properties of solid, flexible, technologically rigid flat composite structures, according to the strength indicators of the structure of book frames in the form of bindings.

It was established that in order to reduce the time and simplify the procedure for setting up the glue pump of the glue machine of the folding-gluing line, the calculation of the pump rotation speed coefficient depends both on the plane of the additional cover valves and on the set value of the transport speed of the belt pair clamp conveyor.

Keywords: adhesive polymer compositions; folding and gluing line; glue pump; semi-hard covers.

Надійшла до редакції 08.12.21