

УДК 686.1.027

DOI: 10.15587/2706-5448.2020.208937

## АНАЛІЗ ВПЛИВУ ПАЛІТУРНИХ КЛЕЇВ НА СТРУКТУРНУ МІЦНІСТЬ ІНТЕГРАЛЬНИХ І НАПІВЖОРСТКИХ ОБКЛАДИНОК

Палюх О. О., Киричок П. О., Дзядик Є. А.

Об'єктом дослідження є процеси склеювання конструктивних деталей інтегральних і напівжорстких обкладинок палітурними клеями із застосуванням суцільних і дискретних способів нанесення клею. Проведені експериментальні дослідження ґрунтуються на застосуванні порівняльної методики вимірювання жорсткості подвійних клеєних і подвійних без проклеювання палітурних матеріалів через визначення об'єктивних показників руйнівного тиску. Основне припущення дослідження полягає в тому, що використання різних видів палітурних клеїв, нанесених суцільними та дискретними шарами, сприятиме утворенню додаткової структурної міцності виготовлених обкладинок. Цього неможливо досягнути без аналізу та обирання клейових полімерних композицій із широко використовуваних в палітурних процесах, з врахуванням набутої після склеювання цими композиціями структурної міцності обкладинок. Запропоновано для проведення досліджень використати фрагменти інтегральних і напівжорстких обкладинок, виготовлених із високоякісних крейдованих паперів різної маси, в кількості достатній для отримання довірчих показників дослідження. В результаті проведених експериментальних досліджень клеєних зразків крейдованого паперу виявлено зростання відносних показників структурної міцності, викликане фізико-хімічним впливом різних видів клеїв. Виявлені особливості нанесення клейових полімерних композицій на клеєні фрагменти обкладинок суцільним, стрічковим і шаховим способом. Аналіз подвійних клеєних суцільним шаром фрагментів обкладинок, у порівнянні з подвійними неклеєними фрагментами, показав суттєве зростання відносної структурної міцності клеєних фрагментів в широкому розмірному діапазоні. Визначено, що дискретне розмірне відхилення отриманих показників викликане властивостями, застосованих для проведення досліджень клеїв. Порівняльний аналіз клеєних фрагментів обкладинок стрічковим і шаховим способами нанесення клею виявив суттєву відмінність отриманих експериментальних показників міцності, в сторону значної переваги шахового способу. Це, окрім забезпечення структурної міцності клеєних фрагментів обкладинок, наближеної до суцільного способу нанесення клею, сприяє суттєвому скороченню його витратної складової. Отримані результати досліджень визначення впливу вибірки палітурних клеїв, поширених в технологічних процесах виготовлення книжкової продукції, на структурну міцність інтегральних і напівжорстких обкладинок, сприятимуть плануванню ресурсозберігаючих технологічних процесів.

**Ключові слова:** *палітурний клей, зусилля продавлювання, структурна міцність, інтегральна обкладинка, напівжорстка обкладинка.*

## 1. Вступ

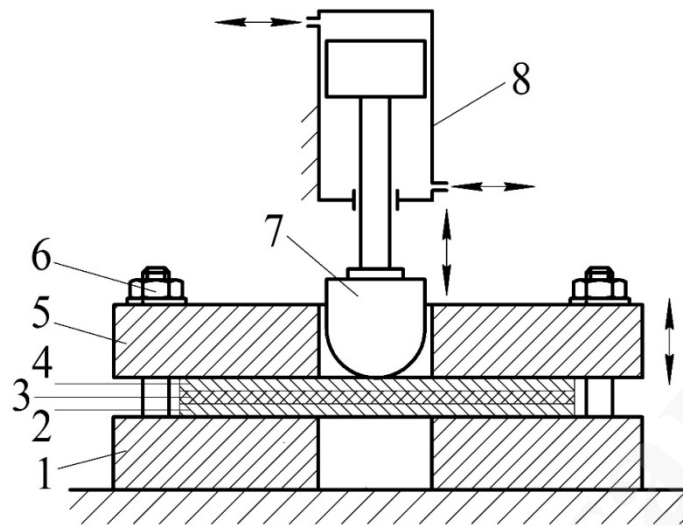
Інтегральні та напівжорсткі обкладинки складають окрему групу сучасних ресурсозберігаючих книжкових оправ, виготовлення яких потребує незначної кількості палітурних матеріалів суттєво нижчої вартості, в порівнянні з палітурками [1]. Однак слід зазначити, що застосування невеликої кількості технологічних процесів виготовлення таких книжкових оправ не обмежує широких можливостей у відтворенні дизайну та здійсненні оздоблювальних процесів [2]. А їх конструктивні особливості, які полягають у наявності крайок або клапанів, отриманих в процесі висікання розгорток, загнутих і приклеєних по контурній та площинній частині, сприяють експлуатаційній міцності та тривалому періоду використання [3]. Відповідно, по контуру цих обкладинок утворюються умовні ребра експлуатаційної жорсткості, як один із елементів суттєвої переваги перед обрізними обкладинками [4]. Використання клейових полімерних композицій різного ґатунку, для приклеювання крайок і клапанів, призводить до коливань механічної міцності, в першу чергу, контурної частини обкладинок [5]. Дана обставина пов'язана з тим, що в процесі приклеювання конструктивних деталей до основної частини обкладинок клейовими полімерними композиціями, після фальцювання та обертового пресування, утворюється композитна анізотропна структура [6]. Міцність такої структури залежить від високих адгезійних властивостей використаних палітурних матеріалів і ступеню їх стискання в процесі виготовлення обкладинок [7]. В роботах [8, 9] показано, що завдяки встановленим залежностям впливу фрактальної структури паперу на формування адгезійного шару клейового сполучення, міцність його залежить від сумарної площі взаємного контакту. Окрім того, процес формування структурної міцності визначається величиною макронерівності поверхні, кількістю та розміром пор і капілярів, глибиною проникнення в них клею [10]. При формуванні адгезійних з'єднань палітурних матеріалів для виготовлення обкладинок в контакт з поверхнею субстрату вступає високов'язка клейова маса [11]. Завдяки цьому, для опису процесу формування контакту адгезиву та субстрату, в роботі [12] визначені важливі характеристики адгезиву та умови формування контакту. Велика увага приділяється реологічним процесам, що відбуваються на межі розділу адгезив-субстрат, пов'язаних із заповненням клейовим полімером мікро дефектів поверхні [13]. Зокрема встановлено [14], що міцність клейового з'єднання найбільшою мірою визначає концентрація полімеру в клейовому розчині або в дисперсії, тому клей найбільшій концентрації застосовують в тих випадках, коли необхідна максимальна міцність склеювання. Велика концентрація сухої речовини в клеї забезпечує максимальне число молекулярних контактів між адгезивом і субстратом, малий час схоплювання та закріплення клейового шару, мінімальні витрати часу та енергії на процес сушіння [15]. Враховуючи властивості палітурних матеріалів, з яких будуть виготовлятися обкладинки, можливо розрахувати відповідні розміри крайок і клапанів, в залежності від формату видання та товщини корінцевої частини книжкового блоку. В свою

чергу, нанесення клею на розраховані крайки та клапани, їх гвинтове фальцювання, каландрування та завершальне обтискання, до повної полімеризації з'єднувального клею, відбувається в процесі швидкісного потокового переміщення. Це ускладнює дотримання жорстких допусків відхилення від прямокутної геометрії книжкових оправ. Таким чином є підстави стверджувати, що тривалу ефективність склеювання можливо досягнути за умови застосування клейових полімерних композицій, які сприятимуть збільшенню експлуатаційної міцності інтегральних та напівжорстких обкладинок. В зв'язку з цим, *об'єктом дослідження* є процеси склеювання конструктивних деталей інтегральних і напівжорстких обкладинок палітурними клеями із застосуванням суцільних і дискретних способів нанесення клею. *Метою дослідження* є експериментальне визначення впливу вибірки палітурних клеїв, поширених в технологічних процесах виготовлення книжкової продукції, на структурну міцність інтегральних і напівжорстких обкладинок.

## **2. Методика проведення досліджень**

Проведення експериментальних досліджень по визначенню структурної міцності інтегральних та напівжорстких обкладинок, здійснювалося на підставі застосування технології вимірювання жорсткості палітурних матеріалів, через визначення об'єктивних показників руйнівного тиску [16]. В основу дослідження поставлено завдання за допомогою випробувального пристрою, розробленого авторами [16], який вимірює опір продавлювання окремих видів палітурних матеріалів, визначити показники тиску, при якому досліджувані клеєні зразки руйнуються. На рис. 1 зображена схема випробувального пристрою, на якому здійснені експериментальні дослідження структурної міцності інтегральних і напівжорстких обкладинок.

Випробувальний пристрій працює наступним чином. На нижню притискну плиту 1 поміщають фрагмент досліджуваної обкладинки, який складається із двох частин палітурного матеріалу обкладинки 2, 4, з'єднаних клейовою полімерною композицією 3. Верхня притискна плита 5 за допомогою затискаючого пристрою 6 щільно фіксує досліджуваний фрагмент обкладинки. Внаслідок поступового підвищення тиску в гідравлічному пристрої 8, елемент продавлювання 7 опускається вниз, проходить через перший отвір у верхній притискній плиті та вступає в контакт з фрагментом обкладинки. Елемент продавлювання продовжує поступово рухатися в напрямку отвору в нижній притискній плиті, поступово вигинаючи та розтягуючи досліджуваний зразок. На межі втрати структурної міцності фрагменту обкладинки, подальші деформуючі зусилля продавлювання призводять до руйнування зразка та зупинки елемента продавлювання. Зусилля руйнування фіксують за допомогою вимірювальної апаратури.



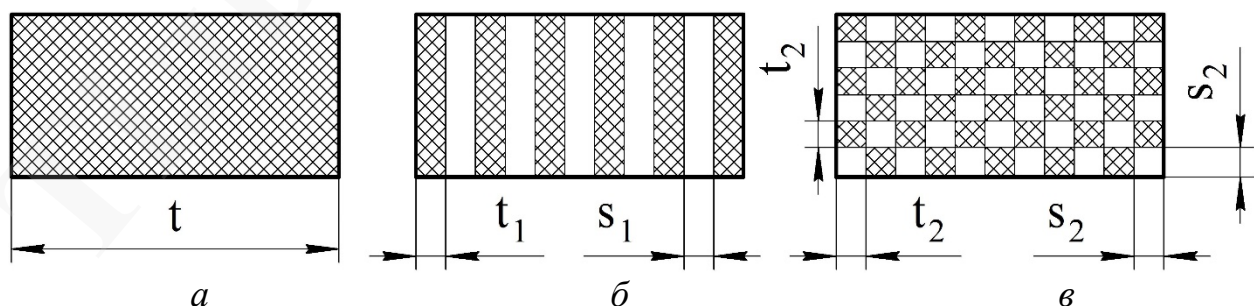
**Рис. 1.** Випробувальний пристрій для визначення опору продавлювання палітурних матеріалів: 1 – нижня притискна плита; 2, 4 – палітурний матеріал обкладинки; 3 – клейова полімерна композиція; 5 – верхня притискна плита; 6 – затискаючий пристрій; 7 – елемент продавлювання; 8 – гідравлічний засіб створення тиску

Виготовлення інтегральних та напівжорстких обкладинок, як інноваційних структурних складових конструкційної побудови книжок, передбачає застосування сучасних клейових полімерних композицій та ощадливих засобів їх нанесення [17]. На рис. 2 представлені для досліджень три основні варіанти нанесення клейових композицій на конструктивні елементи обкладинок:

1 – суцільний шар  $t$  (мм) по всій площині;

2 – дискретний стрічковий шар, у якого ширина стрічки клею  $t_1$  (мм) дорівнює ширині пробільного елемента  $s_1$  (мм) без клею;

3 – дискретний шаховий шар, у якого площа клітинок з нанесеним клеєм  $S_{gl} = t_2 \cdot t_3$  (мм<sup>2</sup>) відповідає площі пробільних елементів без клею  $S_{em} = s_2 \cdot s_3$  (мм<sup>2</sup>), тобто  $S_{gl} = S_{em}$ .



**Рис. 2.** Схеми нанесення клейових шарів на конструктивні елементи інтегральних і напівжорстких обкладинок: *a* – суцільний; *б* – дискретний стрічковий; *в* – дискретний шаховий

Також, суттєвою умовою структуризації проведених досліджень є нанесення клейових шарів однакової товщини, з відхиленнями, що суттєво не впливають на виявлення закономірностей набутої структурної міцності обкладинок. При

механізованому склеюванні конструктивних деталей обкладинок, виготовлених з пористих матеріалів з шорсткою поверхнею (паперу, картону, палітурних покривних матеріалів), технологічно визначена товщина клейового шару знаходиться в діапазоні 60–90 мкм. Для проведення експериментальних досліджень нанесені клейові шарі товщиною у 90 мкм, які є максимальними із рекомендованих. Вибір максимальної товщини клейового шару, передбачений умовами дослідження, забезпечує необхідну та достатню точність вимірювання впливу саме палітурних клеїв на структурну міцність обкладинок.

### 3. Результати досліджень та обговорення

Для виготовлення інтегральних і напівжорстких обкладинок широкого поширення набуло використання тонких картонів одностороннього або двостороннього крейдування (хром-ерзац) товщиною 0,25–0,6 мм і масою 175–420 г/м<sup>2</sup>. Тонкі картони мають суттєві переваги у вартості перед високоякісними крейдованими паперами тотожної вагової маси та товщини. Переваги вартості в сторону зменшення знаходяться в діапазоні 25–32 %. Разом з тим, з практичної точки зору, застосування високоякісного крейдованого паперу для виготовлення обкладинок залишається на одному із чільних місць. Враховуючи незначну кількість застосовуваних в поліграфічній галузі видів картону хром-ерзац, для проведення експериментів відібрані зразки високоякісного крейдованого паперу VelArt виробництва концерну «Stora Enso» (Фінляндія) масою 130, 150, 170, 200, 250, 300, 350, 400 г/м<sup>2</sup>. Лінійка палітурних клеїв, використаних для експерименту, складається із водорозчинних полімерних дисперсій: PVAD DF 51|15B (Україна), PVAD 53-P (Україна), AQUENCE GA 7232 (Німеччина), PLANATOL Emmevil 960/220 (Німеччина). Крім того з асортименту термоклеїв, поширених в поліграфічній галузі: PLANATOL HM 8010 (Німеччина), TECHNOMELT 3183 BG (Німеччина), ThermoFlex W404 (Фінляндія), Jovatherm 291.30 (Німеччина), QUICKMELT 2133 (Турція). В'язкість (ISO 3219) перелічених клеїв, по Брукфільду, коливається в межах: при 160 °C 1500–3500 мПа·с, при 150 °C 5000–7500 мПа·с.

Експериментальний масив показників руйнівних зусиль продавлювання зразків крейдованого паперу, подвійних неклеєних та подвійних клеєних суцільними та дискретними клейовими шарами, сформований для побудови графічної залежності із залученням методики статистичної обробки. Для кожного вимірювання використано по 10 зразків одного виду паперу, склеєного одним видом клею. Визначені середньоарифметичні показники, для систематизації та графічної наочності, у фіксованих зонах використаних паперів із масою 130, 150, 170, 200, 250, 300, 350, 400 г/м<sup>2</sup>. Враховуючи наочну переобтяженість початковими вимірюваннями, до статистичної обробки, початковий масив отриманих результатів не наводиться. Виготовлення інтегральних і напівжорстких обкладинок передбачає подвійну структуру застосовуваних матеріалів, що складається із основної частини обкладинки, а також із крайок та клапанів різних площинних розмірів:

$$T = 2t_m,$$

де  $T$  – товщина обкладинки;  $t_m$  – товщина крейдованого паперу.

У випадку склеювання конструктивних елементів з обкладинкою:

$$T = 2t_m + t_{gl},$$

де  $t_{gl}$  – товщина клейового шару.

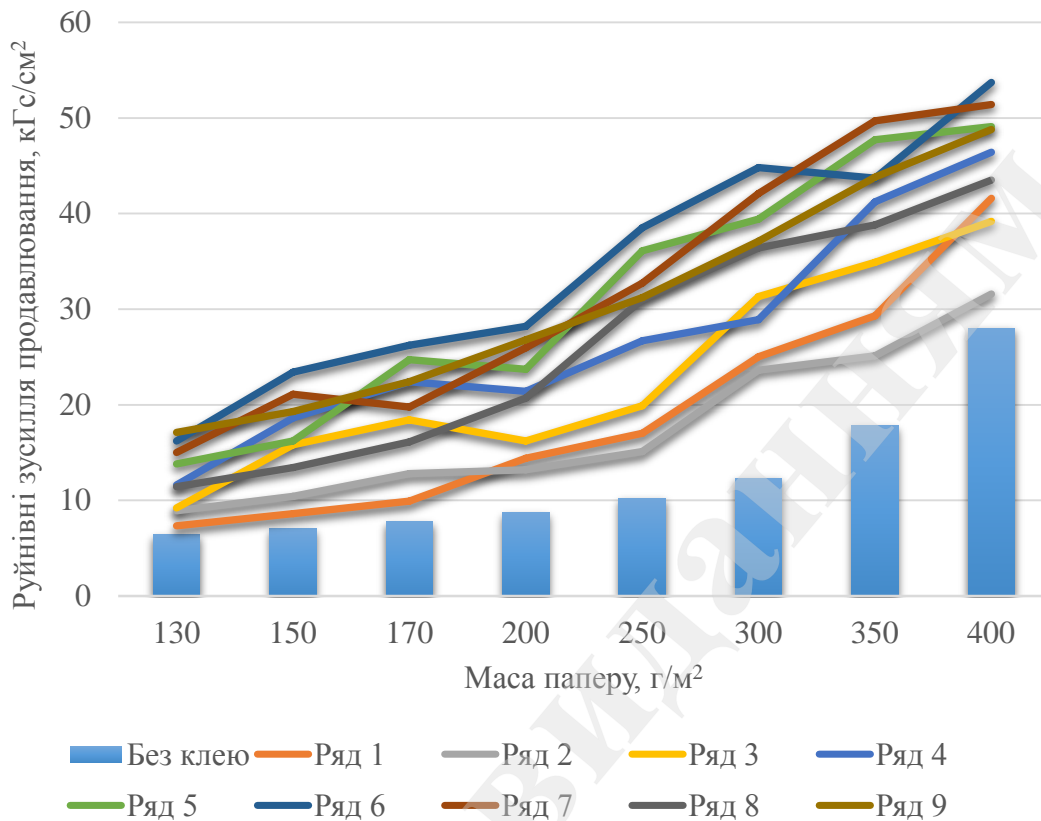
Для порівняльного аналізу впливу палітурних клеїв на структурну міцність інтегральних і напівжорстких обкладинок проведені спочатку вимірювання руйнівних зусиль продавлювання подвійних неклеєних зразків. А потім подвійних зразків, клеєних 9 видами (табл. 1) найбільш поширених в палітурних процесах клеїв, нанесених суцільним шаром. Результати експериментальних досліджень занесені до табл. 1.

**Таблиця 1**

Показники руйнівних зусиль продавлювання зразків крейдованого паперу клеєних суцільним клейовим шаром

№	Марка клею	Маса крейдованого паперу							
		130 г/м <sup>2</sup>	150 г/м <sup>2</sup>	170 г/м <sup>2</sup>	200 г/м <sup>2</sup>	250 г/м <sup>2</sup>	300 г/м <sup>2</sup>	350 г/м <sup>2</sup>	400 г/м <sup>2</sup>
–	Без клею	6,4	7,0	7,33	8,67	10,2	12,3	17,8	28,0
1	PVAD DF 51 15B	7,33	7,87	9,9	14,4	17,0	25,0	29,3	33,3
2	PVAD 53-P	6,82	7,26	9,2	12,9	15,8	23,6	27,1	31,56
3	AQUENCE GA 7232	9,2	12,6	15,8	18,2	19,9	25,8	34,9	39,16
4	PLANATOL Emmevil 960 220	11,6	14,4	18,6	21,4	26,7	28,9	41,2	46,4
5	PLANATOL HM 8010	13,8	15,6	18,1	23,7	32,1	39,4	47,7	49,1
6	TECHNOMELT 3183 BG	16,2	23,4	26,2	28,2	38,5	44,8	43,8	53,7
7	ThermoFlex W404	15,0	17,15	19,75	25,95	34,3	41,1	49,7	51,4
8	Jovatherm 291.30	11,42	13,41	16,1	20,68	26,0	32,4	38,8	43,5
9	QUICKMELT 2133	17,1	19,3	22,4	26,8	31,2	37,1	43,8	48,8

Аналіз отриманих результатів (табл. 1), представлених у вигляді графічних залежностей на рис. 3, виявив максимальне зростання відносних показників структурної міцності клеєних зразків паперу (клей TECHNOMELT 3183 BG) із масою 150, 170, 200, 250, 300, 400 г/м<sup>2</sup>. Ці зразки паперу, при застосуванні термоклею TECHNOMELT 3183 BG, виявили зростання відносних показників структурної міцності відповідно до маси паперу, 3,34; 3,57; 3,25; 3,77; 3,64 1,92, в порівнянні з неклеєними зразками. Для паперу із масою 130 г/м<sup>2</sup>, при застосуванні термоклею QUICKMELT 2133, відносний показник структурної міцності – 2,67. Для паперу 350 г/м<sup>2</sup> (клей ThermoFlex W404) – 2,79.



**Рис. 3.** Порівняльні характеристики руйнівних зусиль продавлювання клеєних суцільним шаром і неклеєних зразків крейдового паперу

Однак, слід зазначити, що для виготовлення інтегральних і напівжорстких обкладинок визначальним, для вибору оптимальних технологічних процесів, є застосування в цих процесах ергономічних і ресурсозберігаючих факторів. Завдяки цьому можливо забезпечити суттєве скорочення витратної складової виготовлення книжкової продукції. До таких технологічних факторів можливо віднести дискретні способи нанесення клейових полімерних композицій (стрічкові та шахові) для склеювання конструктивних деталей інтегральних і напівжорстких обкладинок. Результати експериментальних досліджень дискретних способів нанесення клею на зразки крейдового паперу виготовлення обкладинок занесені до табл. 2. Види та маса паперів в табл. 2 і в табл. 1 є тотожними.

Використання стрічкового дискретного способу нанесення клею на експериментальні зразки крейдованих паперів виявило наступні показники зростання відносної структурної міцності утвореної композитної структури. Зростання максимальної відносної структурної міцності (табл. 2, рис. 4), для паперів масою 130, 150 г/м<sup>2</sup> (термоклей QUICKMELT 2133), складає 1,84; 1,88. Для паперу 170 г/м<sup>2</sup> (термоклей PLANATOL НМ 8010) – 2,47. Для паперів 200, 250, 300, 350, 400 г/м<sup>2</sup> (термоклей TECHNOMELT 3183 BG) – 2,12; 2,29; 2,24; 1,85; 1,46.

Використання шахового дискретного способу нанесення клею, за обставин наведених в попередньому абзаці, виявило зростання максимальної відносної структурної міцності (табл. 2, рис. 5), для паперів масою 130, 150, 170 г/м<sup>2</sup>

(термоклей QUICKMELT 2133), – 2,5; 2,59; 2,88. Для паперів 200, 250, 300, 350, 400 г/м<sup>2</sup> (термоклей TECHNOMELT 3183 BG) – 3,4; 3,36; 3,3; 2,54; 1,8.

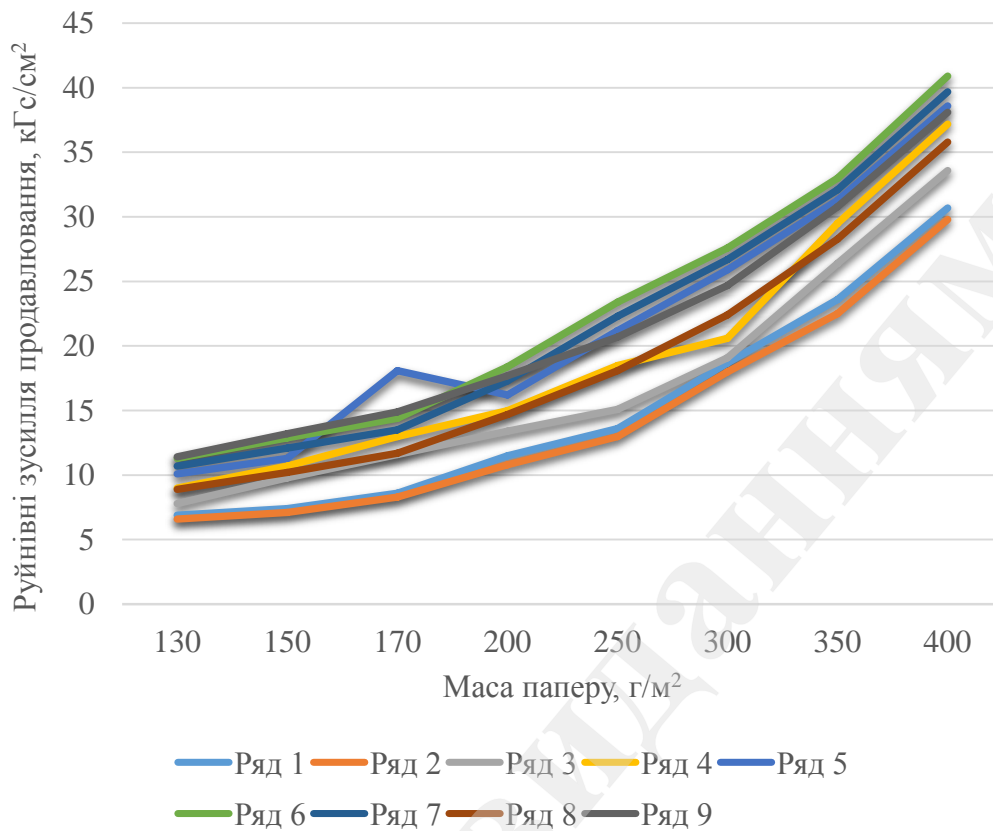
**Таблиця 2**

Показники руйнівних зусиль продавлювання зразків крейдового паперу, склеєних дискретними клейовими шарами

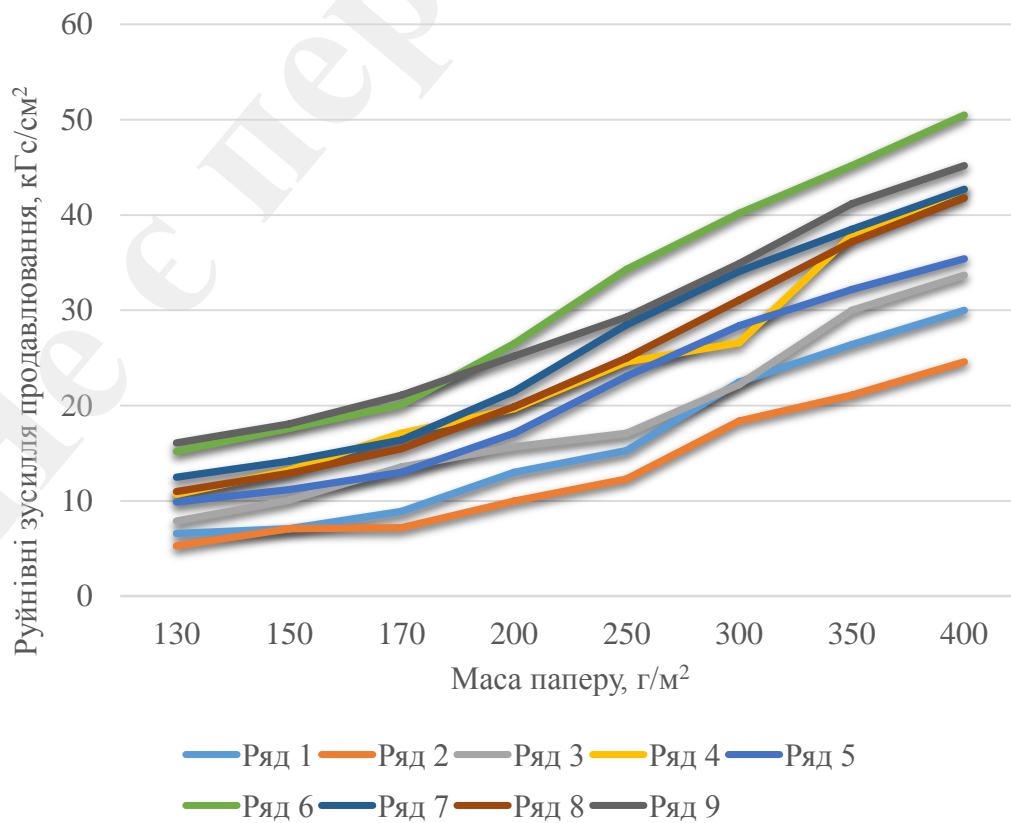
Маса (г/м <sup>2</sup> )	Клейовий шар	Марки клею								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
130	стрічковий	6,9	6,6	7,8	9,0	10,1	11,3	10,7	8,9	11,8
	шаховий	6,6	5,3	7,9	10,7	9,9	15,2	12,5	11,0	16,1
150	стрічковий	7,4	7,1	9,8	10,7	11,3	12,9	12,1	10,2	13,2
	шаховий	7,1	7,1	10,1	13,2	11,2	17,6	14,2	12,9	18,1
170	стрічковий	8,6	8,3	11,6	13,0	18,1	14,4	13,5	11,7	14,9
	шаховий	8,9	7,2	13,6	17,1	13,0	20,1	16,4	15,5	21,1
200	стрічковий	11,5	10,8	13,4	15,0	16,2	18,4	17,3	14,7	17,7
	шаховий	13,0	10,0	15,7	19,7	17,1	26,5	21,5	19,9	25,2
250	стрічковий	13,6	13,0	15,1	18,5	21,2	23,4	22,3	18,1	20,7
	шаховий	15,3	12,32	17,1	24,6	23,1	34,3	28,5	25,0	29,3
300	стрічковий	18,7	18,0	19,1	20,6	25,9	27,6	26,7	22,4	24,7
	шаховий	22,5	18,4	22,2	26,6	28,4	40,2	34,1	31,1	34,9
350	стрічковий	23,6	22,5	26,4	29,5	31,3	33,0	32,1	28,3	30,8
	шаховий	26,4	21,1	30,0	37,9	32,2	45,2	38,5	37,2	41,2
400	стрічковий	30,7	29,8	33,6	37,2	38,6	40,9	39,7	35,8	38,1
	шаховий	30,0	24,6	33,7	42,7	35,4	50,5	42,7	41,8	45,2

Проведені експериментальні дослідження виявили найбільш сприятливі клейові полімерні композиції, з використанням яких досягнуто максимальних показників структурної міцності, утворених склеюванням композитних структур крейдований папір – клей – крейдований папір. Такими клеями, із використаних в експериментальних дослідженнях, виявилися термоклей QUICKMELT 2133 (Німеччина) та TECHNOMELT 3183 BG (Турція). На рис. 6 представлені відносні показники структурної міцності клеєних зразків крейдового паперу 130, 150, 170, 200, 250, 300, 350, 400 г/м<sup>2</sup>. Зразки отримані при застосуванні суцільного, стрічкового та шахового способів нанесення клею.

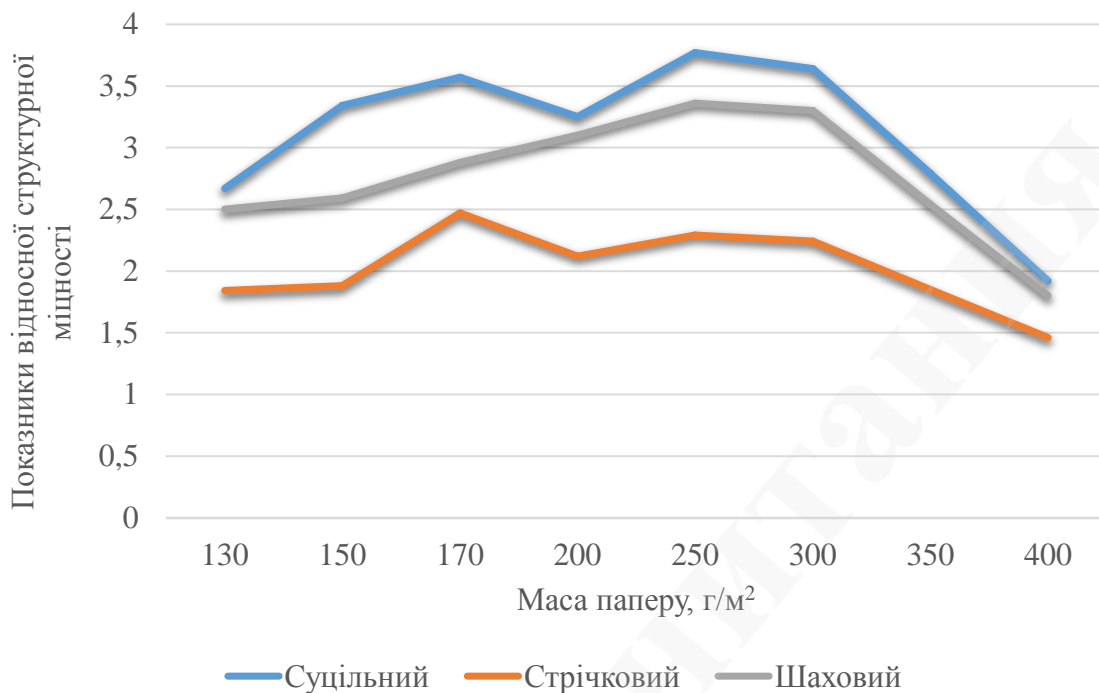




**Рис. 4.** Порівняльні характеристики руйнівних зусиль продавлювання зразків крейдованого паперу, склеєних стрічковим дискретним клейовим шаром



**Рис. 5.** Порівняльні характеристики руйнівних зусиль продавлювання зразків крейдованого паперу, склеєних шаховим дискретним клейовим шаром



**Рис. 6.** Порівняльні показники відносної структурної міцності клеєних зразків крейдованих паперів із застосуванням суцільного, стрічкового та шахового способів нанесення клею

Як видно на рис. 4, максимальну відносну структурну міцність клеєних зразків крейдованого паперу забезпечує суцільний спосіб нанесення клею, який не забезпечує плавного переходу між паперовими зразками з дискретною зростаючою масою (г/м<sup>2</sup>). Це потребує подальших досліджень змін структурної міцності клеєних зразків крейдованого паперу різної маси для визначення фізико-хімічного впливу складових палітурних клеїв. Порівнюючи дискретні способи нанесення клею на зразки крейдованого паперу, необхідно відзначити, що площинне нанесення клею стрічковим і шаховим способами тотожне один одному за розмірами. Але структурну міцність у більшій мірі забезпечує шаховий спосіб нанесення клею, який суттєво наближений, за показниками, до суцільного нанесення клею. Окрім того, забезпечує плавний перехід із зростаючою дискретною масою паперу в діапазоні 130–300 г/м<sup>2</sup>. Виокремлений діапазон паперової маси 130, 150, 170, 200, 250, 300 г/м<sup>2</sup> є найбільш перспективним для виготовлення інтегральних і напівжорстких обкладинок. Цьому сприяють отримані експериментальні відносні показники структурної міцності, клеєних шаховим способом зразків та суттєве скорочення витрат клею, що наближається до 35–45 %, в порівнянні з суцільним нанесенням.

#### 4. Висновки

В результаті проведених експериментальних досліджень клеєних зразків крейдованого паперу різної маси, як фрагментів інтегральних і напівжорстких обкладинок, виявлено зростання відносних показників структурної міцності. Зростання структурної міцності клеєних фрагментів обкладинок носить

дискретний характер, викликаний фізико-хімічним впливом різних видів клеїв, поширених в поліграфічній галузі, використаних для проведення експериментів. Виявлено особливості нанесення клейових полімерних композицій на клеєні фрагменти обкладинок суцільним, стрічковим і шаховим способом. Аналіз подвійних клеєних суцільним шаром фрагментів обкладинок у порівнянні з подвійними неклеєними фрагментами показав зростання відносної структурної міцності клеєних фрагментів в розмірному діапазоні 1,92; 2,67; 2,79; 3,25; 3,34; 3,57; 3,64; 3,77. Дискретне відхилення показників викликане фізико-хімічними властивостями застосованих для проведення досліджень клеїв.

Порівняльний аналіз клеєних фрагментів обкладинок стрічковим і шаховим способами виявив суттєву відмінність отриманих експериментальних показників відносної структурної міцності. За конструктивної умови площинне нанесення клею в обох випадках є тотожним і складає 0,5 площі конструктивних елементів клеєних фрагментів обкладинок. Для стрічкового способу нанесення клею зростання відносної міцності складає 1,46; 1,84; 1,85; 1,88; 2,11; 2,12; 2,24; 2,29. В той же час, для шахового способу ці показники є суттєво більшими та складають 1,8; 2,5; 2,54; 2,59; 2,88; 3,1; 3,3; 3,36. Крім того, із застосуванням дискретного нанесення клею на фрагменти обкладинок, суттєво зменшуються витрати клею, що наближаються до 35–45 %, в порівнянні з суцільним нанесенням.

Отримані результати досліджень сприятимуть плануванню технологічних процесів виготовлення інтегральних і напівжорстких обкладинок, з врахуванням ергономічності та суттєвого ресурсозбереження.

### Література

1. Arnett, J. A. (2019). The Art of Bookbinding. *Bibliopedia; or, The Art of Bookbinding in All Its Branches*, 1–8. doi: <http://doi.org/10.4324/9780429030420-1>
2. Wilson-Higgins, S. (2018). Trends in book manufacturing on-demand. *The Impact of Print-On-Demand on Academic Books*, 119–132. doi: <http://doi.org/10.1016/b978-0-08-102011-1.00009-2>
3. Jerman, P. *Reflections on Book Structure-Part 3-Spine Control*. Available at: <https://www.pinterest.com/pin/194358540139328159/>
4. Kornilov, I. K. (2001). *Proektirovanie knizhnykh konstrukcii*. Moscow: Izd-vo MGUP, 212.
5. Paliukh, O. O. (2017). Eksperymentalne vyznachennia mitsnosti skleienykh zrazkiv paperu i kartonu dlia vyhotovlennia knyzhkovo-zhurnalnykh obkladynok i paliturok riznykh konstruktsii. *Tekhnolohiia i tekhnika drukarstva*, 4, 11–24.
6. Clark, T. (2007). *Bookbinding with adhesives*. GRAW-HILL Book Company Europe, 53.
7. Gromyko, I. G., Marchenko, I. V. (2018). Vliianie struktury materialov na formirovanie adgezionnogo shva i kogezionnoi prochnosti kleevogo sloia v koreshke bloka. *Trudy BGTU*, 4 (1), 14–19.

8. Marchenko, I. V., Dolgova, T. A. (2010). Issledovanie proiavlenii strukturnoi neodnorodnosti bumagi pri pressovanii knizhnykh polufabrikatov i knig. *Trudy BGTU. Seriya 4: Print i mediatekhnologii*, 31–34.

9. Kulak, M., Piontikh, I., Bobrova, O. (2000). CHto my znaem o bumage: fraktalnaia paradigma. *Tekhnologii pererabotki i upakovki*, 3 (5), 26–27.

10. Mishurina, O. A., Mullina, E. R., Chuprova, L. V., Ershova, O. V., Chernyshova, E. P., Permyakov, M. B., Krishan, A. L. (2015). Chemical aspects of hydrophobization technology for secondary cellulose fibers at the obtaining of packaging papers and cardboards. *International Journal of Applied Engineering Research*, 10 (24), 44812–44814.

11. *Mir znanii. Polimery 3*. Available at: <http://mirznanii.com/a/326348/polimery-3>

12. Mullina, E. R., Ershova, O. V. (2016). Processy adgezii i gidrofobizacii pri proizvodstve gofrokartona. *Mezhdunarodnii zhurnal prikladnykh i fundamentalnykh issledovaniï*, 10 (3), 367–370. Available at: <https://applied-research.ru/ru/article/view?id=10350>

13. Havenko, S. F. (2012). Kynetyka poshkodzhennia i ruinuvannia kleiovykh ziednan pry ekspluatatsii. *Polihrafiia i vydavnycha sprava*, 3, 91–96.

14. Vorobev, D. V. (2000). *Tekhnolohyia poslepechatnykh protsessov*. Moscow: MHUP, 393.

15. Kibirktis, E., Havenko, S., Gegeckienè, L., Khadzhynova, S., Kadyliak, M. (2019). Influence of Structure and Physical-Mechanical Characteristics of Threads on the Strength of Binding the Books. *Mechanics*, 25 (4), 313–319. doi: <http://doi.org/10.5755/j01.mech.25.4.22774>

16. Paliukh, O. O. (2019). The Device Design and the Measuring Technique of the Rigidity of Binding Materials for the Manufacture of Integral and Semi-Rigid Covers. *Technology and Technique of Typography*, 2, 4–14.

17. Paliukh, O. O. (2019). Investigation of the Influence of Discrete Adhesive Application on the Strength of Semi-Rigid Book-Magazine Covers. *Technology and Technique of Typography*, 3, 25–42.