

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗМІН ПОКАЗНИКІВ МІЦНОСТІ НАПІВЖОРСТКИХ ОБКЛАДИНОК, СКЛЕЄНИХ МОДИФІКОВАНИМИ КЛЕЙОВИМИ КОМПОЗИЦІЯМИ

Палюх О. О., Киричок П. О., Тріщук Р. Л., Коробка М. В.

Об'єктом дослідження є процеси отримання модифікованих клейових композицій, на основі PVA (полі-вініл-ацетатних) дисперсій, для використання в технологічних процесах виготовлення напівжорстких книжково-журнальних обкладинок. Проведені експериментальні дослідження ґрунтуються на застосуванні порівняльної методики визначення розривної міцності склеєних, без зсуву, зразків палітурних матеріалів, за допомогою модифікованих клейових композицій та тотожних композицій без модифікування. Основне припущення дослідження полягає в тому, що використання полімерних згущувачів і емульгаторів, сумісних з PVA латексами, які активно використовуються в технологічних процесах папероробної та поліграфічної галузей, сприятимуть утворенню додаткової міцності напівжорстких обкладинок. Цього не можливо досягнути без аналізу та обирання можливих компонентів, з врахуванням механічних властивостей, що виникають після застосування таких модифікаторів, які суттєво залежать від адгезійної міцності між матеріалом зовнішньої частини обкладинки та клейовою сполучною. Запропоновано для експериментального дослідження використання речовин з високими адгезійними властивостями до щільних крейдованих паперів і тонких палітурних картонів, із яких виготовляють напівжорсткі книжково-журнальні обкладинки. Визначені структурні особливості клейових плівок, отриманих з полі-вініл-ацетатного латексу, які мають поліпшену гнучкість, пружність, високу адгезію та водостійкість в тому випадку, коли до них додані водорозчинні модифікатори. Забезпечено експериментальне визначення можливостей підвищення структурної міцності напівжорстких книжково-журнальних обкладинок, після склеювання модифікованими палітурними клеями, що суттєво не збільшують товщину клейового шару та не змінюють контурну геометрію виготовлених обкладинок. Доведено, що клейові суміші, використані для модифікування PVA дисперсії, не вплинули на структурну однорідність склеєної просторової конструкції напівжорстких обкладинок, і не вплинули на появу зовнішніх дефектів у вигляді площинної неоднорідності, або точкових потовщень поверхні обкладинок. Отримані результати досліджень склеювання конструктивних деталей розгортки напівжорстких обкладинок модифікованими клейовими композиціями створюють додаткові можливості в плануванні використання витратних матеріалів, при виготовленні обкладинок, для отримання показників міцності, за попередньо визначеними розмірними умовами застосування речовин-модифікаторів. Експериментальні дослідження показали дискретність – зростання, падіння

розмірних показників міцності напівжорстких обкладинок, склеєних модифікованими клейовими композиціями, що сприяє практичному застосуванню отриманих результатів, як в плануванні технологічних процесів, так і в розрахунках собівартості книжкової продукції.

Ключові слова: ПВА (полі-вініл-ацетатні) дисперсії, напівжорсткі обкладинки, клейові композиції, показники міцності.

1. Вступ

Напівжорсткі склеєні обкладинки, як інноваційний вид книжкових оправ, відповідають властивостям презентабельності та твердості, притаманним палітуркам, хоча і виготовлюються за спрощеними технологіями обрізних обкладинок суттєво нижчої собівартості [1]. Однією з суттєвих переваг з'єднання матеріалів, через застосування клейових полімерних композицій, як це показано в результатах досліджень [2], є можливість склеювання різних за фізико-хімічними параметрами матеріалів, без суттєвих змін в їх геометричній та об'ємній структурі. Переваги застосування адгезивних клейових полімерних композицій підтверджуються [3] покращенням показників міцності склеєних виробів, а також їх показниками стійкості до руйнівних факторів, що скорочують тривалість використання та зберігання. Можливо відзначити, що в поліграфічній галузі існує тенденція кількісного зростання найменувань книжкової продукції з одночасним скороченням їх тиражів [4]. Незначні тиражі виготовлених книг передбачають впровадження технологій виготовлення спрощених ергономічних і ресурсозберігаючих обкладинок, а також широке застосування незшивного клейового скріплення книжкових блоків [5]. Склеєну тришарову структуру напівжорсткої обкладинки припустимо розглянути, як анізотропне композитне середовище, в якому зовнішню – лицьову, і зворотню частини, утворюють палітурні матеріали, із яких висічена розгортка заготовки [6]. А внутрішню частину заповнює клейова полімерна композиція, товщина та фізико-хімічні властивості якої, разом із палітурними матеріалами, створюють обкладинку, з показниками міцності та твердості, суттєво наближеними до таких показників в палітурках [7, 8]. Зміна товщини клейового шару в неоднорідній анізотропній структурі напівжорсткої обкладинки значною мірою впливає на зміну показників міцності, як в більшу, так і в меншу сторону [9, 10]. В процесі поступового зношування матеріалів під дією руйнівних навантажень, питома взаємодія клейової композиції з матеріалом зовнішньої частини обкладинки, істотно впливає на міцність, структурну щільність і зносостійкість клейової композиції [11]. Експлуатаційна стійкість та ресурс використання клейової полімерної композиції залежить і може змінюватися при коливанні товщини матеріалу та конструктивної геометрії напівжорсткої обкладинки [12]. Для виготовлення напівжорстких обкладинок використовується лише частина, хоча і суттєва, палітурних матеріалів, таких як тонкі картони, картони хром-ерзац, щільні види крейдованих паперів (250–350 г/м²) та ін. Такі матеріали забезпечують цілісність просторової геометрії виготовлених обкладинок, без розтріскувань на місцях згинів. Тому, для підвищення показників міцності та твердості напівжорстких обкладинок,

напрямок збільшення товщини палітурних матеріалів є обмеженим і мало перспективним для експериментальних досліджень. В той же час, технології модифікування клейових полімерних композицій, якими склеюють конструктивні деталі напівжорстких обкладинок, дозволяють зберігати товщину клею без змін, у порівнянні із застосуванням клейових композицій без модифікування [13, 14]. В той же час, покращують фізико-механічні характеристики обкладинок у міцності, твердості та експлуатаційній стійкості. Таким чином, *об'єктом дослідження* є процеси отримання модифікованих клейових композицій, на основі PVA (полі-вініл-ацетатних) дисперсій, для використання в технологічних процесах виготовлення напівжорстких книжково-журнальних обкладинок. *Метою дослідження* є експериментальне визначення можливостей підвищення структурної міцності напівжорстких книжково-журнальних обкладинок після склеювання модифікованими палітурними клеями, що суттєво не збільшують товщину клейового шару та не змінюють контурну геометрію виготовлених обкладинок.

2. Методика проведених досліджень

Проведені експериментальні дослідження ґрунтуються на застосуванні порівняльної методики [6] визначення розривної міцності склеєних без зсуву зразків палітурних матеріалів, за допомогою модифікованих клейових композицій та тотожних композицій без модифікування. Основне припущення дослідження полягає в тому, що використання полімерних згущувачів і емульгаторів, сумісних з PVA латексами, які активно використовуються в технологічних процесах папероробної та поліграфічної галузей, сприятимуть утворенню додаткової міцності напівжорстких обкладинок [15]. Цього можливо досягнути після аналізу та обиранню можливих компонентів, з врахуванням механічних властивостей, що виникають після застосування таких модифікаторів, які суттєво залежать від адгезійної міцності між матеріалом зовнішньої частини обкладинки та клейовою сполучною. Тому для експериментального використання мають бути залучені речовини із високими адгезійними властивостями до щільних крейдованих паперів і тонких палітурних картонів [16], із яких виготовляють напівжорсткі книжково-журнальні обкладинки. Під час планування експериментального дослідження, у складанні та випробуванні модифікованих клейових композицій, враховано, що плівки, отримані з PVA латексу, мають поліпшену гнучкість, пружність, високу адгезію та водостійкість в тому випадку, коли до них додані водорозчинні модифікатори. Перелік, запропонованих авторами згущувачів і емульгаторів, сумісних з дисперсією PVAD DF 51/15B, як основи для модифікування, для проведення експериментальних досліджень рецептурного складання полімерних сумішей наведені в табл. 1.

Таблиця 1

Основа та модифікатори для проведення експериментальних досліджень

| Код | Основа для модифікування | Властивості |
|-----|------------------------------|---|
| N1 | PVAD DF 51/15B | Полі-вініл-ацетатний латекс, колоїдний розчин високомолекулярного полімеру в воді. Висока адгезія до паперу, картону та штучних папітурних матеріалів, стійкий до впливу зовнішніх факторів |
| Код | Модифікатори | Властивості |
| N2 | Крохмаль | Суміш полісахаридів амілози та амілопектину, мономером яких є альфа-глюкоза. Застосовується в целюлозно-паперовій промисловості |
| N3 | Карбоксиметил-целюлоза (КМЦ) | Целюлозогліколева кислота. Застосовується для збільшення в'язкості, в якості сполучної речовини, пластифікатора, а також затримування часу схоплювання, в якості допоміжного агенту |
| N4 | Порошкова целюлоза | Дрібнодисперсний продукт деструкції целюлози, складається з часток, які є агрегатами мікрочастинок целюлози. Визначальними для використання є морфологія, мікропористість частинок (1–500 мкм), високорозвинена активна поверхня, обумовлені ступенем полімеризації |
| N5 | Каолін | Застосовують, як наповнювач у паперовій промисловості для крейдування особливо високоякісних сортів паперу |

Враховуючи перспективність поліпшення фізико-механічних властивостей клейових з'єднань, через модифікацію клейової основи PVAD DF 51/15B ((N1, табл. 1) високодисперсними частинками, введення, навіть незначної кількості високодисперсних модифікаторів, призводить до значної зміни властивостей одержуваної клейової композиції. Відповідно, введення зазначених в табл. 1 добавок, призводить до зміни властивостей напівжорстких обкладинок, як полімерних композитних структур, і появи властивостей, характерних високодисперсним часткам. Спостерігається поліпшення показників міцності і швидкості затвердіння модифікованих клейових композицій, в порівнянні з не модифікованими. Це особливо важливо при використанні таких клейових композицій в швидкісному брошурувально-папітурному обладнанні.

3. Результати досліджень та обговорення

Для виготовлення напівжорстких обкладинок, із суттєво поліпшеними показниками твердості та міцності, застосовані модифіковані полімерні клейові композиції полі-вініл-ацетатного латексу PVAD DF 51/15B (N1, табл. 2). Для цієї клейової композиції необхідно забезпечити експериментально визначений діапазон пропорційності у застосуванні обраних за технологічними властивостями компонентів. Тривалі випробування складених сумішей, основи

та модифікаторів визначили придатний для застосування при виготовленні напівжорстких обкладинок ваговий діапазон вмісту кожної речовини в завершальній клейовій композиції (10 варіантів, занесених до табл. 2).

Таблиця 2

Ваговий діапазон модифікаторів для виготовлення полімерних клейових композицій на основі дисперсії PVAD DF 51/15B

| Компоненти Варіанти | Модифіковані полімерні клейові композиції, % | | | | | | | | | |
|---|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| N1 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Полімерна композиція А (PK-A) (PK-A=N2+N3) (Загальна кількість) | 35 | 35 | 40 | 40 | 45 | 45 | 50 | 50 | 55 | 55 |
| N2 | 27,6 | 28,6 | 31,8 | 32,4 | 37,5 | 38,8 | 45,8 | 46,9 | 43,5 | 45,5 |
| N3 | 7,4 | 6,4 | 8,2 | 7,6 | 7,5 | 6,2 | 4,2 | 3,1 | 11,5 | 9,5 |
| Полімерна композиція В (PK-B=N4+N5) (Загальна кількість) | 35 | 35 | 40 | 40 | 80 | 80 | 100 | 100 | 110 | 110 |
| N4 | 3,5 | 11,6 | 4,0 | 13,3 | 8,0 | 26,6 | 10,0 | 33,3 | 11,0 | 36,6 |
| N5 | 31,5 | 23,4 | 36,0 | 26,7 | 72,0 | 53,4 | 90,0 | 66,7 | 99,0 | 73,4 |
| H ₂ O | 110 | 100 | 110 | 110 | 220 | 220 | 270 | 270 | 280 | 280 |
| Температура, °C (PK-A+PK-B+H ₂ O) | 35 | 35 | 35 | 35 | 45 | 45 | 65 | 65 | 85 | 85 |
| Температура валків обертового пресування, °C | 80 | 80 | 85 | 85 | 105 | 105 | 130 | 130 | 135 | 135 |

Модифіковані клейові полімерні композиції, отримані в результаті експериментальних досліджень, в загальному рецептурному випадку, можуть бути представлені, як:

$$\begin{aligned}
 PK_{\Sigma 1} &= N1(100) + N2(27,6) + N3(7,4) + N4(3,5) + N5(31,5) + H_2O(110), \\
 PK_{\Sigma 2} &= N1(100) + N2(28,6) + N3(6,4) + N4(11,6) + N5(23,4) + H_2O(100), \\
 PK_{\Sigma 3} &= N1(100) + N2(31,8) + N3(8,2) + N4(4,0) + N5(36,0) + H_2O(110), \\
 PK_{\Sigma 4} &= N1(100) + N2(32,4) + N3(7,6) + N4(13,3) + N5(26,7) + H_2O(110), \\
 PK_{\Sigma 5} &= N1(100) + N2(37,5) + N3(7,5) + N4(8,0) + N5(72,0) + H_2O(220), \\
 PK_{\Sigma 6} &= N1(100) + N2(38,8) + N3(6,2) + N4(26,6) + N5(53,4) + H_2O(220), \\
 PK_{\Sigma 7} &= N1(100) + N2(45,8) + N3(4,2) + N4(10,0) + N5(90,0) + H_2O(270), \\
 PK_{\Sigma 8} &= N1(100) + N2(46,9) + N3(3,1) + N4(33,3) + N5(66,7) + H_2O(270),
 \end{aligned}$$

$$PK_{\Sigma 9} = N1(100) + N2(43,5) + N3(11,5) + N4(11,0) + N5(99,0) + H_2O(280),$$

$$PK_{\Sigma 10} = N1(100) + N2(45,5) + N3(9,5) + N4(36,6) + N5(73,4) + H_2O(280),$$

де $PK_{\Sigma 1} \dots PK_{\Sigma 10}$ – виокремленні, із експериментального масиву, модифіковані полімерні клейові композиції, на основі дисперсії PVAD DF 51/15B (N1, табл. 2), якими склеєні фрагменти напівжорстких обкладинок, що відповідають показникам міцності, вищими за показники міцності склеєних PVA дисперсією без модифікування.

На рис. 1, 2 представлені графічні залежності вагових складових речовин, використаних для модифікування клейових полімерних композицій, на основі PVA дисперсії, з метою збільшення міцності та твердості композитної структури напівжорстких обкладинок.

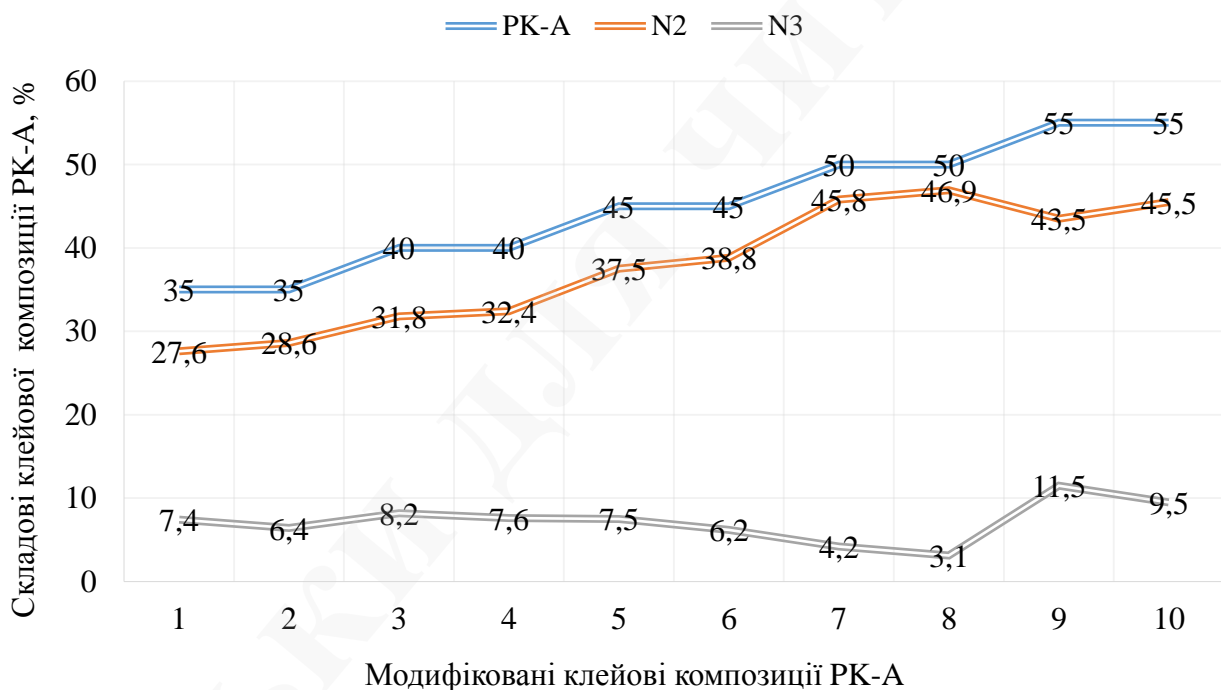


Рис. 1. Вагові компоненти N2 і N3 в клейовій композиції PK-A

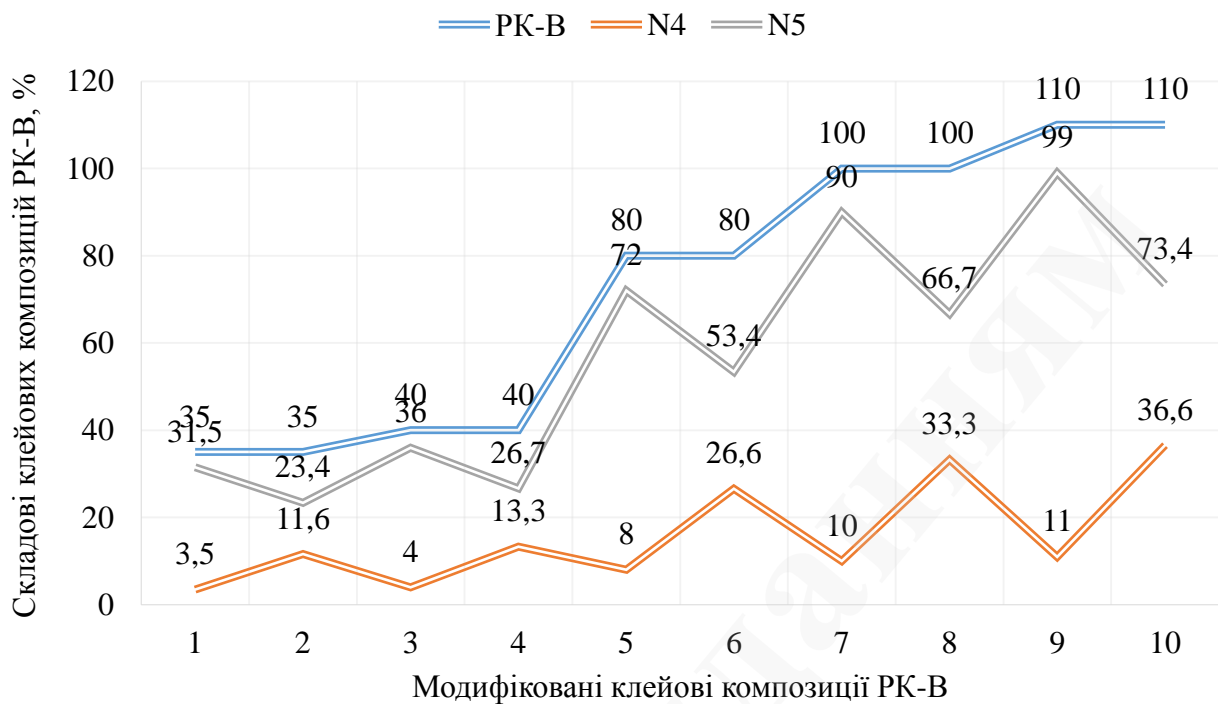


Рис. 2. Вагові компоненти N4 і N5 в клейовій композиції PK-B

Вплив, представлених в табл. 2, клейових полімерних композицій на міцність напівжорстких обкладинок досліджено на розривній машині РМБ-30-2М (Україна), з граничним зусиллям навантаження у 300 Н (30,5 кГс). Механічна система розривної машини відповідає вимогам випробувань за стандартами ASTM, ISO, DIN, TAPPI, GB, JIS, ANSI та ін.

Для випробування виділені фрагменти склеєних обкладинок, які являють собою смужки тонкого картону хром-ерзац, товщиною 0,6 мм, довжиною 100 мм та шириною 15 мм [1].

Склеювання зразків здійснювались за двома напрямками: за допомогою дисперсії PVAD DF 51/15B (N1, табл. 2) без модифікування, а також за допомогою модифікованих клейових полімерних композицій, на основі зазначеної PVA дисперсії. Результати проведених досліджень занесені до табл. 3. Нумерація варіантів модифікованих клейових сумішей в табл. 3 відповідає нумерації із табл. 2.

Таблиця 3

Показники міцності склеєних фрагментів напівжорстких обкладинок

| Клейові полімерні композиції | PVAD DF 51/15B | Модифікована PVAD DF 51/15B – варіанти | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|----------------|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Міцність під час розтягування, кГс/см | 20,13 | 21,34 | 21,09 | 21,24 | 21,43 | 21,86 | 21,62 | 22,10 | 22,32 | 22,40 | 22,59 |

Порівняльний аналіз показників міцності при розтягуванні демонструє

зростання міцності, склеєних модифікованими клеями фрагментів, від 4,8 %, в позиції 2 (табл. 2), до 12,2 %, в позиції 10 (табл. 2,) на відміну від показників склеєних фрагментів дисперсією PVAD DF 51/15B (N1, табл. 2) без модифікування.

Зростання показників, згідно графіку на рис. 3, здійснюється не в пропорційній послідовності, а в дискретній, з окремими ділянками зростання та падіння. Це потребує подальших досліджень структурних особливостей напівжорстких обкладинок, деталі яких склеєні модифікованими клейовими полімерними композиціями.

Найбільш сприятливими для застосування виявилися модифіковані клейові полімерні композиції на основі PVAD DF 51/15B, позначені в табл. 2 і табл. 3 позиціями 7, 8, 9, 10, з суттєвими дотичними результатами збільшення міцності обкладинок, під час розтягування, у 9,8 %, 10,9 %, 11,3 %, 12,2 %. Додатково необхідно відзначити деякі позитивні особливості утворених полімерних клейових сполук.



Рис. 3. Показники зміни міцності склеєних модифікованими клеями фрагментів напівжорстких обкладинок

Висока пористість і пухкість часток порошкової целюлози (N4, табл. 2), залученої додатково до використання в суміші мінеральної добавки у вигляді каоліну (N5, табл. 2), забезпечує суттєве зниження в клейовій суміші вмісту води, яка перебуває у неприєднаному стані. А це, в свою чергу, сприяє рівномірному та швидкому згущенню полімерної клейової композиції.

За рахунок диспергувального компонента, яким є порошкова целюлоза (N4, табл. 2), можливо забезпечити стійку гомогенізацію та структурування складових клейової суміші, в об'ємній масі. В результаті цього створюються умови суцільно-рівномірного нанесення шару клейової композиції, без утворення згустків,

невиправдано тонких клейових ділянок і площинних розривів.

4. Висновки

В результаті проведених експериментальних досліджень склеєних фрагментів напівжорстких обкладинок модифікованими полімерними клейовими композиціями, на основі дисперсії PVAD DF 51/15B, виявлено зростання показників міцності. Зростання фіксуються в залежності від вагової пропорційності використаних для модифікування речовин, в порівнянні зі склеєними фрагментами обкладинок композиціями без модифікування. Зростання показників міцності, отриманих під час розтягування, до руйнування фрагментів обкладинок, склеєних експериментальними модифікованими клеями, відбувається в межах від 4,8 % до 12,2 %, на відміну від склеєних фрагментів дисперсією PVAD DF 51/15B, без модифікування. Найбільший показник міцності, при розтягуванні, виявили склеєні фрагменти обкладинок із таким вмістом клейової композиції: N1 – дисперсія PVAD DF 51/15B (100 %), N2 – крохмаль (45,5 %), N3 – карбоксиметилцелюлоза (9,5 %), N4 – порошкова целюлоза (36,6 %), N5 – каолін (73,4 %), H₂O (280 %).

Виявлені особливості нанесення модифікованих клейових композицій на конструктивні елементи напівжорстких обкладинок, які засвідчують відсутність суттєвого збільшення товщини клейового шару, і відсутність впливу на зміну контурної геометрії виготовлених обкладинок. При проведенні експериментальних досліджень доведено, що клейові суміші, використані для модифікування PVAD DF 51/15B дисперсії, не вплинули на структурну однорідність склеєної просторової конструкції напівжорстких обкладинок. А також не вплинули на появу зовнішніх дефектів у вигляді площинної неоднорідності, або точкових потовщень поверхні обкладинок. Рекомендованими для застосування є модифіковані клейові композиції на основі PVAD DF 51/15B, позначені в табл. 2, 3 з позиціями 7, 8, 9, 10, з суттєвими дотичними результатами збільшення міцності обкладинок, під час розтягування, у 9,8 %, 10,9 %, 11,3 %, 12,2 %.

Отримані результати досліджень створюють додаткові можливості, в плануванні використання витратних матеріалів, при виготовленні напівжорстких обкладинок, для врахування показників міцності, за попередньо визначеними розмірними умовами застосування речовин-модифікаторів. Експериментальні дослідження показали дискретність – зростання, падіння показників міцності напівжорстких обкладинок, склеєних модифікованими клейовими композиціями, що сприяє цільовому застосуванню отриманих результатів, як в плануванні технологічних процесів, так і в розрахунках собівартості книжкової продукції.

Література

1. Kyrychok, P. O., Paliukh, O. O. (2019). Pat. No. 134723 UA. *Napivzhorstka knyzhkovo-zhurnalna obkladynka dlia kryttia blokiv, pidibranykh pozoshytno i proshytykh nytkamy, okantovanykh i obrizanykh z trokh storin*. МРК: V42D 3/00. declared: 16.05.2018; published: 10.06.2019, Bul. No. 11.

2. Arnett, J. A. (2019). The Art of Bookbinding. *Bibliopodia; or, The Art of Bookbinding in All Its Branches*, 1–8. doi: <http://doi.org/10.4324/9780429030420-1>
3. Chen, K.-N. (2019). Polymer Adhesive Bonding. *Encyclopedia of Packaging Materials, Processes, and Mechanics*, 1–13. doi: http://doi.org/10.1142/9789811209680_0001
4. 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>
5. Havenko, S. F. (2012). Kynetyka poskodzhennia i ruinuvannia kleiovykh ziednan pry ekspluatatsii. *Polihrafiia i vydavnycha sprava*, 3, 91–96.
6. Paliukh, O. O. (2017). Eksperymentalne vyznachennia mitsnosti skleienykh zrazkiv paperu i kartonu dlia vyhotovlennia knyzhkovo-zhurnalnykh obkladynok i paliturok riznykh konstruksii. *Tekhnolohiia i tekhnika drukarstva*, 4, 11–24.
7. Havenko, S. F., Kulik, L. Y., Koniukhova, I. I. (1998). Pat. No. 23330 UA. *Kleiova kompozytsiia*. MPK: B42C 9/00. declared: 23.04.1996; published: 31.08.1998, Bul. No. 4.
8. Koniukhova, I. I., Havenko, S. F., Onishchenko, T. I. (1998). Pat. No. 23331 UA. *Kleiova kompozytsiia*. MPK: B42C 9/00. declared: 23.04.1996; published: 31.08.1998, Bul. No. 4.
9. Havenko, S. F., Koniukhova, I. I., Fedorova, V. O., Tkachuk, V. O. (1998). Pat. No. 23329 UA. *Kleiova kompozytsiia*. MPK: B42C 9/00. declared: 23.04.1996; published: 31.08.1998, Bul. No. 4.
10. Oduka, M. A., Yushchenko, O. A., Velychko, O. M. (2006). Pat. No. 76065 UA. *Kleiova kompozytsiia na osnovi polivinilovoho spyrtu*. MPK: B42C 9/00. declared: 25.01.2005; published: 15.06.2006, Bul. No. 6.
11. Clark, T. (2007). *Bookbinding with adhesives*. GRAW-HILL Book Company Europe, 53.
12. Jerman, P. *Reflections on Book Structure-Part 3-Spine Control*. Available at: <https://www.pinterest.com/pin/194358540139328159/>
13. Gaiduk, S. S. (2012). Issledovanie prochnosti i vodostoikosti kleevykh soedinenii na osnove PVA-dispersii. *Trudy BGTU. Lesnaia i derevoobrabatyvnaia promyshlennost*, 2, 172–174.
14. Krivoshei, V. N., Primakova, L. A. (2002). Krakhmalnii klei dlia gofrokartona. *Tara i upakovka*, 1, 68–69.
15. Tretiak, P. P., Herasymenko, I. I., Yakovenko, V. P. (2003). Pat. No. 56521 UA. *Kleiova kompozytsiia dlia skleiuwannia derevynnykh vyrobiv, paperu i kartonu*. MPK: 7C09J 103/00. declared: 08.07.2002; published: 15.05.2003, Bul. No. 5.
16. Kibirkstis, E., Havenko, S., Gegeckienè, L., Khadzhyanova, 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>