

© О. О. Палюх, канд. техн. наук, доц.,
КПІ ім. Ігоря Сікорського, Київ, Україна

ВИЯВЛЕННЯ ВПЛИВУ МОДИФІКОВАНИХ КЛЕЙОВИХ КОМПОЗИЦІЙ НА МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ПІВЖОРСТКИХ ОБКЛАДИНОК

Порівняння показників міцності, отриманих у результаті досліджень склеєних фрагментів півжорстких обкладинок модифікованими полімерними клейовими композиціями на основі полівінілацетатної дисперсії, виявили зростання показників міцності залежно від вагової пропорційності використаних для модифікування речовин порівняно з клеєними без модифікування фрагментами обкладинок. При проведенні експериментальних досліджень доведено, що клейові суміші, використані для модифікування ПВА дисперсії, не вплинули на структурну однорідність склеєної просторової конструкції півжорстких обкладинок, і не вплинула на появу зовнішніх дефектів у вигляді площинної неоднорідності, або точкових потовщень поверхні обкладинок.

Ключові слова: модифікатори; клейові полімерні композиції; півжорстка обкладинка; розгортка обкладинки; експлуатаційна міцність.

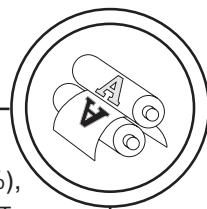
Постановка проблеми

Завданням дослідження є визначення фізико-хімічних особливостей застосування модифікованих клейових полімерних композицій на основі полівінілацетатних дисперсій для виготовлення півжорстких книжково-журнальних обкладинок, конструктивні додаткові елементи яких, у вигляді клапанів, приклеюються до основної частини обкладинки.

У плануванні експериментального дослідження складання і випробування модифікованих полімерних клейових композицій для склеювання півжорстких обкладинок, необхідно врахувати

структурні особливості клейових плівок, отриманих з полівінілацетатного латексу, які мають поліпшену гнучкість, пружність, високу адгезію і водостійкість в тому випадку, коли до них додані водорозчинні модифікатори.

Тому, для експериментального складання суміші, мають бути запропоновані і використані модифіковані полімерні згущувачі і емульгатори у вигляді полімерних матеріалів і композицій сумісних з полівінілацетатними латексами, які активно використовуються в технологічних процесах папероробної і поліграфічної галузей.



У процесі модифікування клейових композицій необхідно врахувати механічні властивості застосовуваних композиційних речовин-модифікаторів, які суттєво залежать від адгезійної міцності між палітурним матеріалом зовнішньої частини обкладинки і полімерною клейовою сполучною.

Тому для використання мають бути залучені полімерні композиції із високими адгезійними властивостями до крейдованих паперів і тонких палітурних картонів.

Аналіз попередніх досліджень

Для виявлення особливостей, що виникають після застосування модифікованих клейових композицій порівняно з такими, що не піддавались модифікації, в [1] досліджено відому клейову композицію, яка використовується для склеювання книжкових зошитів з друкарського і офсетного паперу на основі полівінілового спирту (ПВС): (10 %-ий водний розчин) — 45 %, в суміші з натрій карбоксиметилцелюлозою (НаКМЦ) (6 %-ний водний нейтралізований розчин) — 45 % та полівінілацетатною дисперсією (ПВАД), пластифікованою 15 % дибутилфталатом — 10 %.

Відзначено, що недоліком цієї композиції є недостатня міцність склеювання книжково-журнальних блоків, виготовлених на паперах підвищеної гладкості (крейдованих). Запропонована в [1] клейова композиція, забезпечує більшу адгезію, достатню когезію, клеючу силу, підвищення міцності з'єднань з різних сортів паперу (особливо крейдованих).

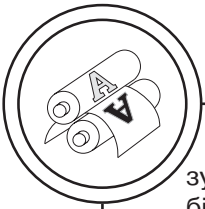
Композиція містить полівініловий спирт (45,5–50,5 %), поліві-

нілацетатну дисперсію (10–20 %), дибутилфталат (14–19 %), додатково вводять сополімер стиролу і малеїнового ангідриду (10–15 %) та диметилсульфоксид (10,5–15,5 %), у результаті чого збільшується міцність клейових з'єднань, підвищується еластичність плівки (питоме зусилля виривання аркуша з блоку — 1,6 кгс/см).

Відома [2] клейова композиція ПВАД марки ДБ 51/7ВМ, яка широко застосовується в палітурних процесах, яка містить 0,5 % залишкового мономера, 55 % сухого залишку в пластиковій дисперсії, в'язкість якої 50–70 с (по кружці ВМС), показник концентрації водневих іонів рН — 4,5–6,01.

Недоліком цієї композиції є мала липкість, що не дозволяє її використовувати на механізованих операціях, нестабільність у часі, тобто при розведенні водою і довгому витримуванні руйнується структура дисперсії і відбувається відшарування дисперсного середовища від дисперсної фази. Крім цього, при понижених температурах плівка втрачає свою еластичність, стає крихкою, пліснявіє, що приводить до передчасного руйнування клейового з'єднання.

У клейову композицію [2], яка містить полівінілацетатну дисперсію (40–45 %), пластифіковану дибутилфталатом (15–20 %), введений, при постійному перемішуванні магнітною мішалкою, розчин пари амінобензосульф-ацетоаміду натрію (10,5–15,5 %) і омагніченої води (34,5–19,5 %). Запропоноване технологічне модифікування, клейової композиції забезпечує підвищення липкості і міцності скріплення, збільшує



зусилля розриву клеєних виробів, зменшує час старіння і плісняви дисперсії, шляхом введення антисептика і омагніченої води.

Для модифікування іншої клейової композиції [3], яка може бути використана як у брошурально-палітурних процесах, так і для склеювання білових виробів, з метою підвищення еластичності, в структуру, що містить пластифіковану дибулфталатом (10–15 %), полівінілацетатну дисперсію (50,5–54 %), воду, вводять розчин сополімеру стиролу і малеїнового ангідриду (5–9,5 %) в диметилсульфоксид (5,5–10 %).

Схожим технічним рішенням є модифікування клейової композиції [4] для склеювання паперу, картону та виробів з них, приклеювання етикеток на різні поверхні, яка має у своєму складі полівініловий спирт, диметилсульфоксид і воду у наступному співвідношенні компонентів, мас: полівініловий спирт 14,7–21,1 %; диметилсульфоксид 5,3–14,5 %; вода 64,4–80,0 %.

Зазначена композиція не розшаровується, має високу адгезійну міцність клейового з'єднання, що дозволяє надійно склеювати папір з папером або папір з картоном. Однак через 10 діб композиція стає гущішою, за рахунок чого спостерігається зниження її липкості, а також утворення значної кількості піни, що обмежує використання композиції при механізованих операціях склеювання.

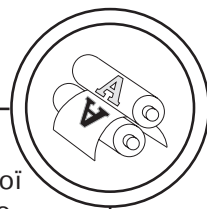
Модифікування такої клейової композиції, а, відповідно, усунення вказаних недоліків, досягається тим, що для її модифікування додатково введено саліцилову кислоту, борну кислоту та гліце-

рин з наступним співвідношенням компонентів, мас. %: полівініловий спирт 8–14; диметилсульфоксид 5–7; саліцилова кислота 0,5–1,5; борна кислота 0,1–0,5; гліцерин 0,5–1,0; вода 76,0–85,9.

Досліджувані в [5] клеї, у більшості випадків, використовують для склеювання картонів хром-ерзац, щільних видів крейдованих паперів, кашіруванні. Тривале їх використання виявило деякі недоліки, а саме, через декілька годин зберігання в них спостерігається зміна в'язкості, процес склеювання вимагає застосування додаткових технологічних операцій (сушка) [6] і потребують введення добавок, в тому числі і речовин антимікробної дії [7].

Ці недоліки можливо усунути при використанні клеїв-розплавів, які не містять розчинників, переходять у розплавлений стан при нагріванні і миттєво, при охолодженні (2–30° С,) виконують склеювання [5]. Однак, для відомих палітурних клеїв-розплавів, таких як Sitomelt 2280, Technomelt Q 3183, Technomelt 3660, Smift therm 8028, характерним є високий інтервал температур розм'якшення (130–200° С), недостатня адгезія та висока вартість [8].

Модифікування клеїв-розплавів на основі термопластичних полімерів, здійснюють використанням для полімерної адгезивної основи високомолекулярної сполуки-рециклату, отриманого при алкоголізі відходів поліетилен-терефталату (ПЕТФ), під дією гліцеролізуючої суміші, при наступному співвідношенні компонентів, м.ч.: відходи ПЕТФ 100 % гліцеризуюча суміш 30–100 %.



Гліцеризуюча суміш, використана для модифікування, є продуктом взаємодії рослинної олії і гліцерину у присутності каталізатору (оксиди, ацетати, хлориди металів з перехідною валентністю, арилсульфокислоти) при співвідношенні, мас.ч.: рослина олія 100 %, гліцерин 4–70 %, каталізатор 0,01–0,5 %. Перевага запропонованого в [5] складу клею-розплаву полягає в отриманні продукту з високими адгезивними властивостями та еластичністю клейового шару.

Відома [9] клейова композиція на водній основі, що склеює папір і картон, дозволяє наклеювати етикетки на різні поверхні, і, яка складається, м. ч.: з полівінілового спирту — 10 %, води — 90 %, тобто, являє собою 10 % розчин полівінілового спирту у воді.

Процес створення такої клейової композиції полягає у змішуванні компонентів при 90–95° С протягом 6–12 годин до повної гомогенізації розчину. Однак їй властиві наступні недоліки: знижена адгезія, яка обумовлена низькою концентрацією полівінілового спирту у розчині, через обмежену кількість полярних функціональних груп у складі клею, а також схильність клею до структурування у часі, що скорочує термін його придатності.

Підвищення адгезії клейової композиції, а також подовження терміну її придатності досягається тим [9], що клейова композиція, яка включає полівініловий спирт і воду, додатково містить поліакрилову кислоту при наступному співвідношенні інгредієнтів мас.: полівініловий спирт 9–15 %, поліакрилова кислота 25–55 %, вода 36–60 %.

Наявність в складі клейової композиції поліакрилової кислоти викликає блокування гідроксильних функціональних груп полівінілового спирту, і як наслідок, унеможлиблює структурування клейової композиції у часі, що сприяє подовженню терміну придатності клею. Крім цього підвищений вміст у складі клею полярних функціональних груп (-ОН; =C=O) та ін., значно підвищує адгезію клейової композиції до різних поверхонь.

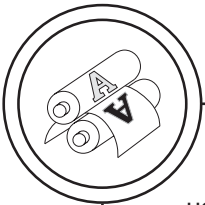
Мета роботи

Експериментальне дослідження можливостей підвищення експлуатаційної жорсткості і структурної міцності півжорстких книжково-журнальних обкладинок після склеювання палітурними клеями, модифікованими допоміжними речовинами, що суттєво не збільшують товщину клейового шару і не змінюють контурну геометрію виготовлених обкладинок.

Виявлення впливу деяких модифікованих клейових полімерних композицій на основі полівінілацетатної дисперсії ПВАД ДФ 51/15В, по відношенню до клейових композицій без модифікувальних речовин, на зміну показників міцності і твердості півжорстких обкладинок.

Результати проведених досліджень

Півжорсткі обкладинки, як інноваційний вид книжкових оправ, відповідають властивостям презентабельності і твердості, при таманним палітуркам, хоча і виготовляються за спрощеними технологіями обрізних обкладинок суттєво нижчої собівартості.



Характерною особливістю технології виготовлення півжорстких обкладинок є висікання розгортки заготовок із одного листа палітурного матеріалу. Висікання відбувається з одночасним бігванням ліній згину клапанів, які після приклеювання до внутрішньої сторони обкладинки, утворюють подвійну проклеєну товщину, без напусків у місцях стиків, а по зовнішній частині створюють ребра жорсткості АБ, ВС, CD, AD, позначені на рис. 1, що підсилюють загальну конструкцію обкладинки [10].

Склеєну тришарову структуру півжорсткої обкладинки припустимо розглянути як анізотропне композитне середовище, в якому зовнішню — лицьову, і зворотну —

для приклеювання форзаців частини, утворює палітурний матеріал товщиною s (рис. 1), картон хром-ерзац, крейдований папір тощо, із якого висічена розгортка заготовки.

А внутрішню частину заповнює клейова полімерна композиція, товщина і фізико-хімічні властивості якої разом із палітурним матеріалом, створюють обкладинку з показниками міцності і твердості, суттєво наближеними до таких показників в палітурках.

Зміна товщини t (рис. 1) клейового шару в неоднорідній анізотропній структурі півжорсткої обкладинки, значною мірою впливає на зміну показників міцності як в більшу, так і в меншу сторону.

У процесі дії експлуатаційних навантажень, через тривалі розкривання книжкових блоків і вигинання площини обкладинок у зворотних напрямках, у моменти набуття розкритими блоками природних кутів або кутів комфортного читання у 170° – 180° , поступово зношуються та руйнуються матеріали композитної обкладинки, істотно змінюється її міцність і експлуатаційна стійкість.

Відповідно, під дією руйнівних навантажень, визначення міри пошкодження півжорстких обкладинок, у процесі експлуатаційного дослідження, впливає з відношення числа навантажень, прикладених до обкладинки, до її довговічності, яка представляє собою число таких же навантажень, які обкладинка витримує до руйнування, при заданій величині знакозмінних перегинів її геометричної площини, у вигляді

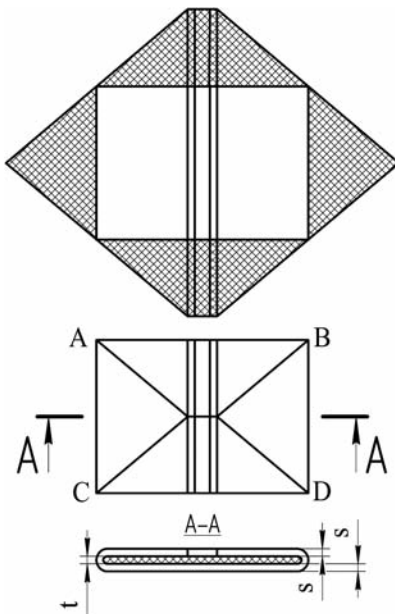
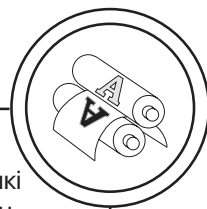


Рис. 1. Етапи склеювання півжорсткої обкладинки: s — товщина палітурного матеріалу; t — товщина клейового шару



циклічної напруги, яка визначається за формулою Пальмгрена-Майнера [11]:

$$D = \frac{n}{N(\sigma)}, \quad (1)$$

де n і $N(\sigma)$ — прикладене число експлуатаційних навантажень користування і його граничне значення, яке витримує обкладинка при даній циклічній напрузі σ .

Для загального випадку, вплив руйнівних навантажень на цілісність півжорсткої обкладинки, в процесі експлуатаційного користування, можливо сформулювати так, що руйнування обкладинки настає тоді, коли сума пошкоджень від різних за величиною амплітуд експлуатаційних напружень користування дорівнює одиниці [11], що як рівняння має вигляд:

$$\sum_{i=1}^n D_i = \sum_{i=1}^n \frac{n_i}{N(\sigma)_i} = 1, \quad (2)$$

де i та n — номер і загальна кількість значень амплітуд напружень.

Метою випробувань міцності і експлуатаційної стійкості півжорстких обкладинок є не тільки визначення міцності композитного клейового з'єднання — палітурний матеріал + клей, а й оцінка характеру їх руйнування, який може бути як адгезійним, при якому руйнування відбувається на межі поділу клей—поверхня палітурного матеріалу, що проклеюється, когезійним, тобто безпосередньо по клейовому шару і змішаним.

Для виготовлення півжорстких обкладинок використовується лише частина, хоча і суттєва, па-

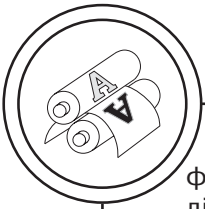
літурних матеріалів таких, як тонкі картони, картони хром-ерзац, щільні види крейдованих паперів (250–350 г/м²) та ін., які забезпечують цілісність просторової геометрії виготовлених обкладинок, без розтріскувань на місцях згинів.

Тому, для підвищення показників міцності та твердості півжорстких обкладинок, напрямок збільшення товщини палітурних матеріалів є обмеженим і мало перспективним для експериментальних досліджень.

У той же час, технології модифікування клейових полімерних композицій, якими склеюють просторові конструкції півжорстких обкладинок, для покращення фізико-механічних характеристик їх структурного композитного з'єднання, є відносно простими в застосуванні і не призводять до будь-яких пошкоджень палітурних матеріалів зовнішньої частини обкладинок.

Однак, у процесі модифікування клейових композицій, необхідно враховувати те, що механічні властивості композиційних матеріалів суттєво залежать від адгезійної міцності між палітурним матеріалом зовнішньої частини обкладинки і полімерною клейовою сполучною. Тому для використання можуть бути залучені полімерні композиції із високими адгезійними властивостями до крейдованих паперів і тонких палітурних картонів.

Необхідно також відзначити, що нанесення модифікованих клейових композицій на внутрішню частину розгортки заготовок обкладинок, загинання клапанів та швидкісне обертове пресування, здійснюється на таких же



фальцювально-склеювальних лініях, що використовуються для виготовлення півжорстких обкладинок, із застосуванням серійних палітурних, не модифікованих клеїв.

Для виготовлення експериментальних півжорстких обкладинок використано як основний палітурний матеріал зовнішньої частини обкладинки, картон хром-ерзац товщиною 0,6 мм.

У свою чергу, полімерна клейова сполука внутрішньої частини обкладинки складається: з полівінілацетатної дисперсії ПВАД ДФ 51/15В як основної складової, широко застосовуваної в палітурних процесах, та суміші модифікованих полімерних згущувачів і емульгаторів, введених у структуру ПВАД у різних вагових пропорціях, визначених умовами експериментальних досліджень.

Під час планування експериментального дослідження у складанні і випробуванні модифікованих полімерних клейових композицій, використаних для склеювання конструктивних деталей півжорстких обкладинок, враховано, що плівки, отримані з полівінілацетатного латексу, мають поліпшену гнучкість, пружність, високу адгезію і водостійкість в тому випадку, коли до них додані водорозчинні модифікатори.

Тому, для експериментального складання суміші, за вищезначених обставин, авторами запропоновано модифіковані полімерні згущувачі і емульгатори, у вигляді полімерних матеріалів і композицій, сумісних з полівінілацетатними латексами, і, які активно використовуються в технологічних процесах папероробної і поліграфічної галузей.

M1 — дисперсія ПВАД ДФ 51/15В — полівінілацетатний латекс, колоїдний розчин високомолекулярного полімеру у воді. Характеризується високою адгезією до різних поверхонь, в першу чергу паперу, картону і штучних палітурних матеріалів, стійкий до впливу зовнішніх факторів.

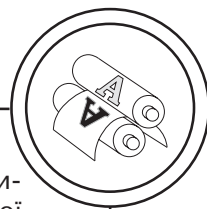
M2 — крохмаль $(C_6H_{10}O_5)_n$ — суміш полісахаридів амілози і амілопектину, мономером яких є альфа-глюкоза. Найбільше застосовується в целюлозно-паперовій промисловості.

M3 — карбоксиметилцелюлоза (КМЦ, целюлозогліколева кислота, $[C_6H_7O_2(OH)_{3-x}(OCH_2COOH)_x]_n$, де $x = 0,08-1,5$) — похідна целюлози, в якій карбоксилметильна група $(-CH_2-COOH)$ з'єднується гідроксильними групами глюкозних мономерів.

Застосовується у виробництві клеїв для збільшення в'язкості, наприклад, клею бустилат, клеїв для шпалер та інших. Використовується як сполучна речовина, пластифікатор, а також затримувач часу схоплювання в якості допоміжного агенту для порошкових фарб.

M4 — порошкова целюлоза — являє собою дрібнодисперсний продукт деструкції целюлози і складається з частинок, які є агрегатами мікрочастінок целюлози. Основними характеристиками порошкових целюлоз, визначальними для їх використання, є морфологія, мікропористість частинок (1–500 мкм), фізична інертність і високорозвинена активна поверхня, обумовлені ступенем полімеризації.

Завдяки здатності диспергуватися у водному середовищі, мікрочастіночкова целюлоза (МКЦ)



має високорозвинену гідрофільну поверхню, що володіє високою здатністю утримувати воду, а також проявляє високі сорбційні властивості, які визначаються дисперсністю часток і мікропористістю. Для проведення експериментальних досліджень використана МКЦ найбільш поширеного розміру часток в 50 мкм.

M5 — каолін — $H_4Al_2Si_2O_9$, або $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$ — головна складова частина звичайної глини. Має низьку пластичність. Чистий каолін застосовують як наповнювач у паперовій промисловості для крейдування особливо високоякісних сортів паперу.

Для виготовлення півжорстких обкладинок із суттєво поліпшеними показниками твердості і міцності, за рахунок застосування модифікованої полімерної клейової композиції полівінілацетатного латексу ПВАД ДФ 51/15В (M1), необхідно забезпечити експериментально визначений діапазон пропорційності, у застосуванні обраних за технологічними властивостями компонентів.

Суміші, виготовлені із крохмалю (M2), порошкової целюлози (M4), карбоксиметилцелюлози (M3) і каоліну (M5), як експериментальних модифікаторів ПВА дисперсії (M1), виявили наступні позитивні особливості утворених полімерних клейових сполук.

Висока пористість і пухкість часток порошкової целюлози (M4), залученої додатково до використання в суміші мінеральної добавки у вигляді каоліну (M5), забезпечують суттєве зниження в клейовій суміші вмісту води, яка перебуває у не приєднаному стані. А це, в свою чергу, сприяє рівномірному і швидкому згущенню полімерної клейової композиції.

У технологічному процесі виготовлення експериментальної клейової полімерної композиції, забезпечується висока рівномірність розподілу обраних модифікаторів-згущувачів M2 і M3 для створення практичних умов нанесення клейового шару однорідною каліброваною товщиною, по всій поверхні розгортки заготовки обкладинки.

За рахунок диспергувального компоненту, яким є порошкова целюлоза (M4), можливо забезпечити стійку гомогенізацію і структурування складових клейової суміші, в об'ємній масі, в результаті чого, створюються умови суцільно-рівномірного нанесення шару клейової композиції, без утворення згустків, невиправдано тонких клейових ділянок і площинних розривів.

Відповідно, створюються сприятливі умови для блокування часток ПВА дисперсії (M1) і високого ступеню розподілу різнорідних часток, обраних модифікаторів, в з'єднувальних клейових шарах, нанесених при виготовленні півжорстких обкладинок. З підвищенням вмісту модифікаторів M2 і M3, до верхньої експериментально визначеної межі, ефект блокування часток ПВА дисперсії (M1) підсилюється.

Експериментальна полімерна клейова композиція, для виготовлення півжорстких книжково-журнальних обкладинок, являє собою дисперсну систему тонко подрібнених модифікаторів в об'ємному середовищі полівінілацетатного латексу.

Внаслідок зменшення об'єму клейової полімерної системи обкладинки, при набряканні модифікаторів у ПВА розчиннику, внаслідок



док взаємодії (сольватації) модифікаторів з ПВА розчинником, до завершення процесу полімеризації, забезпечується висока структурна щільність пакування часток мінеральних і органічних модифікаторів, що призводить до запланованого поліпшення міцності та твердості композитної структури по всій площинній і об'ємній конфігурації півжорсткої обкладинки.

Експериментальні дослідження модифікованих полімерних клейових композицій, для виготовлення півжорстких обкладинок на основі полівінілацетатної дисперсії, виявили зміцнюючі по-

лімерні суміші з різними ваговими діапазонами модифікаторів, що занесені в табл. 1.

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

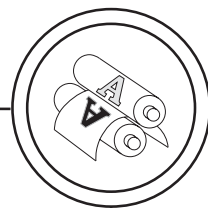
$$K_{\Sigma 1} = M1(100) + M2(27,6) + M3(7,4) + M4(8,5) + M5(76,5) + H_2O(280),$$

$$K_{\Sigma 2} = M1(100) + M2(28,6) + M3(6,4) + M4(28,3) + M5(56,7) + H_2O(280),$$

Таблиця 1

Перелік і ваговий діапазон модифікаторів для виготовлення клейових сумішей на основі ПВА дисперсії

Склад компонентів	Варіанти модифікованих клейових сумішей, %									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
M1	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Композиція 1 (K1 = M2 + M3) (Загальна кількість)	35	35	40	40	45	45	50	50	55	55
M2	27,6	28,6	31,8	32,4	37,5	38,8	45,8	46,9	43,5	45,5
M3	7,4	6,4	8,2	7,6	7,5	6,2	4,2	3,1	11,5	9,5
Композиція 2 (K2 = M4 + M5) (Загальна кількість)	85	85	90	90	120	120	140	140	145	145
M4	8,5	28,3	25	30	39,9	39,9	46,7	48,3	32,1	14,5
M5	76,5	56,7	65	60	80,1	80,1	93,3	96,7	112,9	130,5
H ₂ O	280	280	290	290	320	320	340	340	360	360
Температура (K1 + K2 + H ₂ O), °C	35	35	45	45	55	55	65	65	70	70
Температура каландрувальних валків, °C	120	120	125	125	135	135	160	160	165	165



$$K_{\Sigma 3} = M1(100) + M2(31,8) + M3(8,2) + M4(25,0) + M5(65,0) + H_2O(290),$$

$$K_{\Sigma 4} = M1(100) + M2(32,4) + M3(7,6) + M4(30,0) + M5(60,0) + H_2O(290),$$

$$K_{\Sigma 5} = M1(100) + M2(37,5) + M3(7,5) + M4(39,9) + M5(80,1) + H_2O(320),$$

$$K_{\Sigma 6} = M1(100) + M2(38,8) + M3(6,2) + M4(39,9) + M5(80,1) + H_2O(320),$$

$$K_{\Sigma 7} = M1(100) + M2(45,8) + M3(4,2) + M4(46,7) + M5(93,3) + H_2O(340),$$

$$K_{\Sigma 8} = M1(100) + M2(46,9) + M3(3,1) + M4(43,3) + M5(96,7) + H_2O(340),$$

$$K_{\Sigma 9} = M1(100) + M2(43,5) + M3(11,5) + M4(32,1) + M5(112,9) + H_2O(360),$$

$$K_{\Sigma 10} = M1(100) + M2(45,5) + M3(9,5) + M4(14,5) + M5(130,5) + H_2O(360),$$

де $K_{\Sigma 1} \dots K_{\Sigma 10}$ — варіанти клейових модифікованих полімерних композицій.

На рис. 2, 3 представлено графічні залежності вагових складових речовин, використаних для модифікування клейових полімерних композицій на основі ПВА дисперсії, з метою збільшення міцності і твердості композитної структури півжорстких обкладинок.

Вплив представлених клейових композитних сумішей на міцність півжорстких обкладинок досліджено на розривній машині Instron 5982 з граничним зусиллям навантаження у 100 кН.

Сконфігурована система розривної машини відповідає вимогам випробувань за стандартами ASTM, ISO, DIN, TAPPI, GB, JIS, ANSI та ін.

Для випробовування виділені фрагменти склеєних обкладинок,

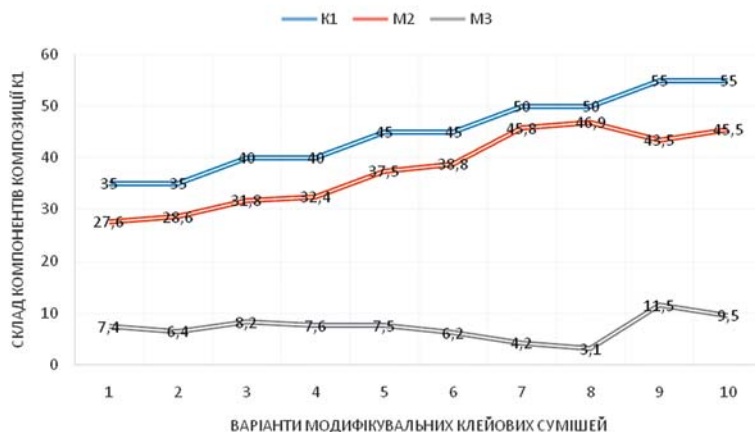


Рис. 2. Зміна кількісного складу компонентів М2 і М3 у клейовій композиції К1

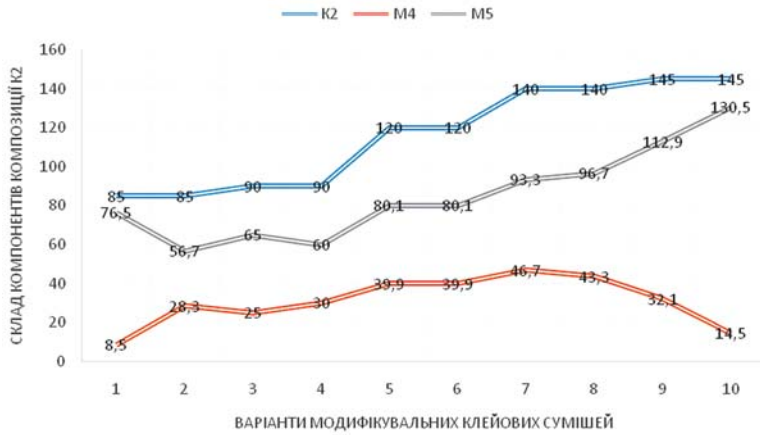
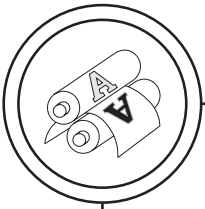


Рис. 3. Зміна кількісного складу компонентів M4 і M5 у клейовій композиції K2

які являють собою смужки тонкого картону хром-ерзац, товщиною 0,3 мм, довжиною 100 мм та шириною 15 мм [12].

Склеювання зразків здійснювались за двома напрямками: за допомогою сучасного палітурного клею полівінілацетатної дисперсії ПВАД ДФ-51/15В, без модифікування, а також за допомогою модифікованих клейових полімерних композицій на основі зазначеної ПВА дисперсії.

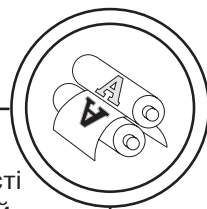
Результати проведених досліджень занесено до табл. 2. Нумерація варіантів модифікованих клейових сумішей в табл. 2 відповідає нумерації із табл. 1.

На графіку, зображеному на рис. 4, відтворено порівняльні показники міцності склеєних експериментальних фрагментів півжорстких обкладинок, за допомогою ПВАД ДФ-51/15В без модифікування, а також за допомогою модифікованої ПВАД ДФ-51/15В полімерними згущувачами і емульгаторами.

Порівняльний аналіз показників міцності при розтягуванні, демонструє зростання міцності, склеєних модифікованими клеями фрагментів, від 5,3 %, в позиції 2 (табл. 1), до 10,9 %, в позиції 10 (табл. 1), на відміну від показників склеєних фрагментів ПВАД ДФ-51/15В без модифікування.

Таблиця 2
Результати експериментальних досліджень склеєних фрагментів півжорстких обкладинок

Клейові полімерні композиції	ПВАД ДФ 51/15В	Варіанти модифікованої ПВАД ДФ 51/15В									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Міцність під час розтягування, КГс/см	20,13	21,37	21,20	21,29	21,44	21,78	21,68	22,02	22,12	22,28	22,32



Зростання показників, згідно графіку, здійснюється не в пропорційній послідовності, а в дискретній, з окремими ділянками зростання і падіння, що потребує подальших досліджень структурних особливостей півжорстких обкладинок, деталі яких склеєні модифікованими клейовими полімерними композиціями.

Найбільш сприятливими для застосування виявилися модифіковані клейові полімерні композиції на основі ПВАД ДФ-51/15В, позначені в табл. 1, 2 позиціями 7–10, з наближеними результатами збільшення міцності обкладинок під час розтягування у 9,4 %, 9,9 %, 10,7 %, 10,9 %.

Висновки

Порівняння показників міцності отриманих у результаті досліджень, склеєних фрагментів півжорстких обкладинок модифікованими полімерними клейовими композиціями, на основі полівінілацетатної дисперсії, виявили

зростання показників міцності залежно від вагової пропорційності використаних для модифікування речовин порівняно з клеєними без модифікування фрагментами обкладинок.

Виявлені особливості нанесення модифікованих клейових композицій на конструктивні елементи півжорстких 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 ПВА дисперсії, не вплинули на структурну однорідність склеєної просторової конструкції півжорстких обкладинок і на появу зовнішніх дефектів у вигляді площинної неоднорідності або точкових потовщень поверхні обкладинок.

Отримані результати досліджень склеювання конструктивних

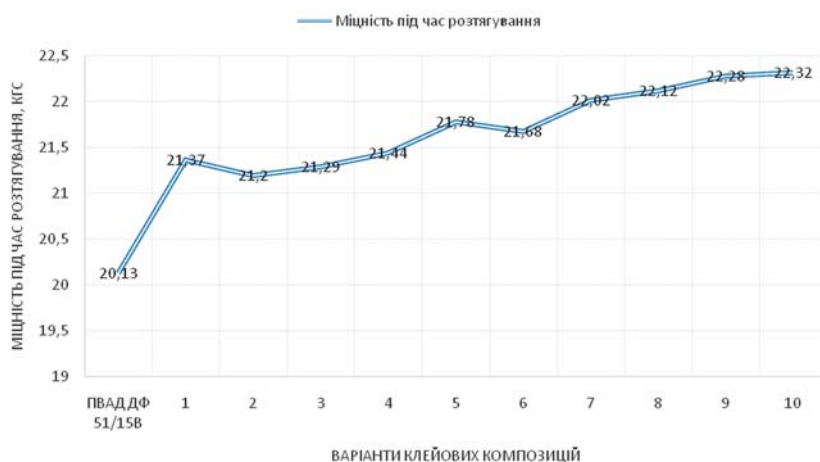


Рис. 4. Графік зміни міцності під час розтягування склеєних модифікованими клейовими композиціями зразків півжорстких обкладинок

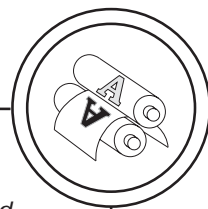


деталей розгорток півжорстких обкладинок, модифікованими клейовими композиціями, створюють додаткові можливості в плануванні використання витратних матеріалів, при виготовленні обкладинок, для отримання показників міцності, за попередньо визначеними розмірними умовами застосування речовин-модифікаторів.

Експериментальні дослідження показали дискретність — зростання, падіння розмірних показників міцності півжорстких обкладинок, склеєних модифікованими клейовими композиціями, що сприяє практичному застосуванню отриманих результатів як у плануванні технологічних процесів, так і в розрахунках собівартості книжкової продукції.

Список використаної літератури

1. Пат. 23330 У України, МПК В42С 9/00. Клейова композиція / Гавенко С. Ф., Кулік Л. Й., Конюхова І. І. Заявл. 23.04.1996; Опубл. 31.08.1998. Бюл. № 4.
2. Пат. 23331У України, МПК В42С 9/00. Клейова композиція / Конюхова І. І., Гавенко С. Ф., Оніщенко Т. І. Заявл. 23.04.1996; Опубл. 31.08.1998. Бюл. № 4.
3. Пат. 23329У України, МПК В42С 9/00. Клейова композиція / Гавенко С. Ф., Конюхова І. І., Федорова В. О., Ткачук В. О. Заявл. 23.04.1996; Опубл. 31.08.1998. Бюл. № 4.
4. Пат. 76065 У України, МПК В42С 9/00. Клейова композиція на основі полівінілового спирту / Одуха М. А., Ющенко О. А., Величко О. М. Заявл. 25.01.2005; Опубл. 15.06.2006. Бюл. № 6.
5. Пат. 28844 У України, МПК С09J 103/00. Клей розплав для склеювання паперу, картону, гофрокартону / Мандзюк І. А., Іванішена Т. В. Заявл. 30.07.2007; Опубл. 25.12.2007. Бюл. № 21.
6. Кривошей В. Н. Крахмальний клей для гофрокартона / В. Н. Кривошей, Л. А. Примакова // Тара і упаковка. 2002. № 1. С. 68–69.
7. Пат. 56521 А. Україна. МПК 7С09J103/00. Клейова композиція для склеювання деревинних виробів, паперу і картону / П. П. Третьяк, І. І. Герасименко, В. П. Яковенко. Заявл. 08.07.2002; Опубл. 15.05.2003. Бюл. № 5.
8. Толканова Н. Л. Клей для гофрокартону / Н. Л. Толканова, С. Н. Посаднова, Н. В. Хорошило // Упаковка. 2005. № 1. С. 26.
9. Пат. 77424 У України, МПК С09J 129/00, С07С 57/00, С09J 4/02. Клейова композиція / Авраменко В. Л., Близнюк О. В., Григоренко О. В., Мішуров Д. О. Заявл. 15.08.2005; Опубл. 15.12.2006. Бюл. № 12.
10. Палюх О. О. Експериментальне визначення технологічних особливостей виготовлення півжорстких книжково-журнальних обкладинок / О. О. Палюх // Технологія і техніка друкарства. 2018. № 2(60). С. 22–42. DOI: [https://doi.org/10.20535/2077-7264.2\(60\).2018.145378](https://doi.org/10.20535/2077-7264.2(60).2018.145378).
11. Сосновский Л. Концепции поврежденности материалов / Л. Сосновский, С. Щербаков // Вестник ТНТУ. 2011. Спецвыпуск. Часть 1. С. 14–23.
12. Палюх О. О. Експериментальне визначення міцності склеєних зразків паперу і картону для виготовлення книжково-журнальних обкладинок і палітурок різних конструкцій / О. О. Палюх // Технологія і техніка друкарства. 2017. № 4(58). С. 11–24. DOI: [https://doi.org/10.20535/2077-7264.4\(58\).2017.132540](https://doi.org/10.20535/2077-7264.4(58).2017.132540).

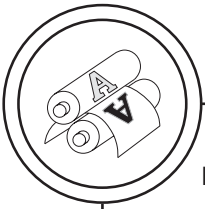


References

1. Havenko, S. F. & Kulik, L. Y. & Koniukhova, I. I. *Kleiova kompozytsiia [Adhesive composition]* // Patent № 23330 UA. Publish 31.08.1998 [in Ukrainian].
2. Koniukhova, I. I. & Havenko, S. F. & Onishchenko, T. I. *Kleiova kompozytsiia [Adhesive composition]* // Patent № 23331 UA. Publish 31.08.1998 [in Ukrainian].
3. Havenko, S. F. & Koniukhova, I. I. & Fedorova, V. O. & Tkachuk, V. O. *Kleiova kompozytsiia [Adhesive composition]* // Patent № 23329 UA. Publish 31.08.1998 [in Ukrainian].
4. Odukh, M. A. & Yushchenko, O. A. & Velychko, O. M. *Kleiova kompozytsiia na osnovi polivinilovoho spyrtu [Adhesive composition based on polyvinyl alcohol]* // Patent № 76065 UA. Publish 15.06.2006 [in Ukrainian].
5. Mandziuk, I. A. & Ivanishena, T. V. *Klei rozplav dlia skleiuвання paperu, kartonu, hofrokartonu [Glue melt for gluing paper, cardboard, corrugated cardboard]* // Patent № 28844 UA. Publish 25.12.2007 [in Ukrainian].
6. Krivoshey, V. N. & Primakova, L. A. (2002). *Krakhmal'nyy kley dlya gofrokartona. Journal of Tara i upakovka*, 1, 68–69 [in Russian].
7. Tretiak, P. P. & Herasymenko, I. I. & Yakovenko, V. P. *Kleiova kompozytsiia dlia skleiuвання derevnykh vyrobiv, paperu i kartonu [Adhesive composition for gluing wood products, paper and cardboard]* // Patent № 56521 A UA. Publish 15.05.2003 [in Ukrainian].
8. Tolkanova, N. L. & Posadnova, S. N. & Khoroshylo, N. V. (2005). *Klei dlia hofrokartonu. Journal of Upakovka*, 1, 26 [in Ukrainian].
9. Avramenko, V. L. & Blyzniuk, O. V. & Hryhorenko, O. V. & Mishurov, D. O. *Kleiova kompozytsiia [Adhesive composition]* // Patent № 77424 UA. Publish 15.12.2006 [in Ukrainian].
10. Paliukh, O. O. (2018). *Eksperymentalne vyznachennia tekhnolohichnykh osoblyvostei vyhotovlennia pivzhorstkykh knyzhkovo-zhurnalnykh obkladynok. Journal of Tekhnolohiia i tekhnika druzarstva*, 2(60), 22–42. 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].
11. Sosnovskiy, L. & Shcherbakov, S. (2011). *Kontseptsii povrezhdennosti materialov. Journal of Vestnik TNTU, Special issue. Part 1*, 14–23 [in Russian].
12. Paliukh, O. O. (2017). *Eksperymentalne vyznachennia mitsnosti skleienykh zrazkiv paperu i kartonu dlia vyhotovlennia knyzhkovo-zhurnalnykh obkladynok i paliturok riznykh konstruksii. Journal of Tekhnolohiia i tekhnika druzarstva*, 4(58), 11–24. DOI: [https://doi.org/10.20535/2077-7264.4\(58\).2017.132540](https://doi.org/10.20535/2077-7264.4(58).2017.132540) [in Ukrainian].

Сравнение показателей прочности, полученных в результате исследований склеенных фрагментов полужестких обложек модифицированными полимерными клеевыми композициями на основе поливинилацетатной дисперсии, обнаружили рост показателей прочности в зависимости от весовой пропорциональности использованных для модифицирования веществ по сравнению с клееными без модификации фрагментами обложек.

При проведении экспериментальных исследований доказано, что клеевые смеси, используемые для модификации



ПВА дисперсии, не повлияли на структурную однородность склеенной пространственной конструкции полужестких обложек и на появление внешних дефектов в виде плоскостной неоднородности или точечных утолщений поверхности обложек.

Ключевые слова: модификаторы; клеевые полимерные композиции; полужесткая обложка; развертка обложки; эксплуатационная прочность.

Comparison of strength values obtained from studies of glued fragments of semi-rigid covers, modified polymeric adhesive compositions based on polyvinyl acetate dispersion, revealed an increase in strength, depending on the weight proportionality of the substances used for modification, compared with glued without modification .

Peculiarities of applying modified adhesive compositions on structural elements of semi-rigid covers are revealed, which testify to the absence of a significant increase in the thickness of the adhesive layer, which does not affect or change the contour geometry of the manufactured covers.

Keywords: modifiers; adhesive polymer compositions; semi-rigid cover; cover scan; operational strength.

Рецензент — Ю. О. Шостачук, канд. техн. наук,
доц. КПІ ім. Ігоря Сікорського

Надійшла до редакції 12.12.19