

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

**НОВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИДАВНИЦТВА ТА ПОЛІГРАФІЇ:
ТЕОРЕТИЧНІ ТА ПРАКТИЧНІ ЗАСАДИ
РОЗРОБКИ КОНСТРУКЦІЙ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ
НАПІВЖОРСТКИХ ОБКЛАДИНОК:
КУРС ЛЕКЦІЙ**

Навчальний посібник

Рекомендовано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського
як навчальний посібник для здобувачів ступеня доктора філософії за
освітньою програмою «Видавництво та поліграфія»
спеціальності 186 Видавництво та поліграфія

Укладачі: О. О. Палюх, П. О. Киричок

Електронне мережне навчальне видання

Київ
КПІ ім. Ігоря Сікорського
2023

Рецензент: Гавенко С. Ф., доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри поліграфічних медійних технологій і паковань (Українська академія друкарства)

Відповідальний редактор: Штефан Є. В., доктор технічних наук, професор

*Гриф надано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського
(протокол № 4 від 19.01.2023 р.)
за поданням Вченої ради Навчально-наукового видавничо-поліграфічного
інституту
(протокол № 5 від 26.12.2022 р.)*

Розглянуто теоретичні основи розробки конструкцій та технології виготовлення напівжорстких обкладинок. Описано фактори та чинники побудови класифікації напівжорстких обкладинок, а також умови виготовлення книжкових оправ з однієї розгортки. Показано, що додаткову міцність таких обкладинок отримано внаслідок конструктивного просторового подвоєння деталей розгорток без проклеювання, з частковим, або суцільним проклеюванням корінця і сторінок обкладинок.

Наведено технологічні розрахунки витрат клейових полімерних композицій при тиражному виготовленні напівжорстких обкладинок, які враховують геометричні розміри обкладинок, коефіцієнти розтискування шарів клею, нанесених у суцільний, або дискретний спосіб.

Посібник містить практичні приклади застосування параметричної системи вагових рецептурних показників для речовин-модифікаторів, сумісних з полівінілацетатними дисперсіями, застосування яких дозволяє моделювати конструкції напівжорстких обкладинок з розрахованими показниками міцності.

Для здобувачів ступеня доктор філософії за спеціальністю 186 Видавництво та поліграфія, а також буде корисним для студентів магістрантів, науковців, спеціалістів поліграфічної галузі.

Реєстр. № НП 22/23-409. Обсяг 7,3 авт. арк.

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
проспект Перемоги, 37, м. Київ, 03056
<https://kpi.ua>

Свідоцтво про внесення до Державного реєстру видавців, виготовлювачів і розповсюджувачів видавничої продукції ДК № 5354 від 25.05.2017 р.

ЗМІСТ

Передмова	5
Розділ 1. Новітні конструкції та технології виготовлення ергономічних ресурсоощадних напівжорстких обкладинок	8
1.1.Визначення конструктивних відмінностей ресурсоощадних напівжорстких книжкових обкладинок	8
1.2.Розробка класифікації напівжорстких книжкових обкладинок	21
1.3.Розробка технології виготовлення напівжорстких обкладинок і оптимізація їх параметрів	25
Контрольні запитання до розділу 1	33
Розділ 2. Новітні засоби визначення міцності палітурних матеріалів	35
2.1.Сучасні пристрої для висікання розгорток обкладинок з крайками і клапанами	35
2.2.Аналіз кінематичних схем пресувально-висікальних механізмів для палітурного виробництва	37
2.3.Удосконалення пристроїв для висікання розгорток напівжорстких обкладинок	45
2.4.Удосконалення засобів визначення міцності палітурних матеріалів для виготовлення обкладинок	52
Контрольні запитання до розділу 2	64
Розділ 3. Новітні технології склеювання книжкових оправ модифікованими клейовими композиціями	67
3.1.Комплексне оцінювання технологічних особливостей дискретного нанесення клею	67
3.2.Аналіз впливу палітурних клеїв на міцність напівжорстких обкладинок	85
3.3.Формування методики для складання модифікованих клейових композицій на основі ПВА дисперсій	96

3.4.Порівняльні дослідження змін показників міцності обкладинок клеєних модифікованими клейовими композиціями	112
Контрольні запитання до розділу 3	116
Розділ 4. Сучасні науково-практичні тенденції проектування механізмів потокових ліній для виготовлення ресурсощадних книжкових оправ	118
4.1.Технологічні особливості конструювання фальцювально-склеювальної лінії для виготовлення напівжорстких обкладинок	118
4.2.Структурна побудова виконавчих механізмів фальцювально-склеювальної лінії	125
4.3.Комплексне оцінювання впливу обертальних механізмів фальцювально-склеювальної лінії на точність виготовлення обкладинок	137
4.4.Визначення закономірностей та розробка параметричної методики зміцнення циліндричних оберткових поверхонь фальцювально-склеювальної лінії	141
Контрольні запитання до розділу 4	153
Рекомендований перелік літературних джерел	155

ПЕРЕДМОВА

Навчальний посібник охоплює поняття, концепції, теоретичні та практичні засади розробки конструкцій та технології виготовлення напівжорстких обкладинок, що є важливим складником змісту навчальної дисципліни «Новітні технології видавництва та поліграфії».

Метою навчального посібника, як і викладання окресленої навчальної дисципліни є формування компетентностей вченого-дослідника і майбутнього науково-педагогічного працівника видавництва та поліграфії. Знання і розуміння основ системного підходу до виявлення тенденцій розвитку видавничо-поліграфічної галузі, наявних проблем та сучасних досягнень у виготовленні книжкової продукції дозволяє успішно застосовувати компетентності у науковій роботі над темою дисертаційного дослідження результати якого мають наукову новизну, теоретичне та практичне значення.

Матеріали навчального посібника спрямовано на формування у молодих вчених здатності до розроблення нових та вдосконалення сучасних моделей, методів, засобів, процесів у видавничо-поліграфічній галузі, які забезпечують розробку та виготовлення ресурсоощадних та ергономічних друкованих видань.

Конкурентне середовище, що створюють новітні засоби електронних носіїв інформації, в яких можливо розмістити численні видавничі твори, спонукає галузь книжкової індустрії до пошуків оригінальних засобів здешевлення технологічних процесів та створення виробів, що за вагою, ергономічними властивостями та іншими факторами можуть підсилювати переваги друкованої книжкової продукції.

До посібника включено опис конструктивних відмінностей окремих видів напівжорстких книжкових обкладинок та аналітичні дані їх просторової побудови, подвійної клеєної, або без проклеювання. Показано процес утворення доданої міцності, при такій конструктивній побудові

обкладинок, що сприяє застосуванню системного підбору матеріалів, з метою дотримання мінімальних і достатніх витратних показників. Показники коливаються в залежності від форматів видань, обсягів сторінок і товщини корінцевої частини, відповідно.

Висвітлено розроблену та практично реалізовану методологію оптимального вимірювання міцності матеріалів виготовлення напівжорстких обкладинок з використанням вперше введених показників вимірювання в повздовжньому і поперечному напрямках розташування волокон.

Посібник містить інформацію про результати теоретичного та експериментального дослідження впливу дискретного нанесення клею, а також модифікованих клейових композицій на міцність напівжорстких обкладинок. Детально описано систему пропорційного моделювання дискретного нанесення клею, в стрічкоподібний або клітинний спосіб, для розрахунку міцності напівжорстких обкладинок, яка враховує наперед визначені розміри клейових ділянок і ділянок без клею, чергування яких формує очікуваний показник міцності.

Пояснено застосування відомих водорозчинних полімерних сполук, які забезпечують розраховану міцність утворених після склеювання книжкових оправ та застосування попередньо модифікованих клеїв, які при збереженні тотожного кількісного складу клеїв без модифікації, забезпечують зростання показників міцності склеєного виробу.

Показано, що технологічність виготовлення книжкової продукції із застосуванням напівжорстких обкладинок сприяє зменшенню кількості технологічних операцій, мінімізації витратних матеріалів, з одночасним збереженням основних експлуатаційних показників, притаманних палітуркам. Підтримуються і широкі можливості художнього оздоблення напівжорстких обкладинок різноманітними сучасними засобами.

Посібник містить, окрім теоретичних пояснень особливостей розробки конструкцій та технології виготовлення напівжорстких обкладинок,

практичні приклади застосування реальних наукових результатів за власними дисертаційними дослідженнями.

Все це сприятиме формуванню в аспірантів здатностей володіння сучасною, орієнтованою на галузеву проблематику методологією теоретичного та експериментального дослідження, системними методами аналізу й інтерпретації його результатів, формулювання й обґрунтування висновків та пропозицій щодо впровадження досліджень, проводити інноваційну діяльність задля отримання нових знань щодо створення новітніх технологій та видів продукції в галузі видавництва і поліграфії.

Навчальний посібник призначено для здобувачів й аспірантів усіх форм навчання спеціальності «Видавництво та поліграфія».

РОЗДІЛ 1.

НОВІТНІ КОНСТРУКЦІЇ ТА ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ ЕРГОНОМІЧНИХ РЕСУРСООЩАДНИХ НАПІВЖОРСТКИХ ОБКЛАДИНОК. ОПТИМІЗАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ

1.1. Визначення конструктивних відмінностей ресурсоощадних напівжорстких книжкових обкладинок

Напівжорсткі книжкові обкладинки, за конструктивними особливостями належать до оправ, для виготовлення яких використовується один аркуш палітурного матеріалу. Із суцільного аркуша висікається розгортка заготовки майбутньої обкладинки.

На крайки й клапани, в залежності від конструкції додаткових деталей, наносяться клейові полімерні композиції. За допомогою гвинтового фальцювання, додаткові деталі загортаються до серединної площини обкладинок і притискаються обертовими пресувальними роликками [1].

Створення клейових (адгезійних) з'єднань в процесі виготовлення напівжорстких обкладинок передбачає нанесення адгезиву на поверхні приклеювання, збірку конструкції виробу, полімеризацію адгезиву до повного склеювання виробу [2].

При цьому основна увага приділяється детальному та сучасному аналізу методів обробки поверхонь, до початку склеювання і факторів, що впливають на процес склеювання на стадії підготовки поверхонь. А також до експериментальних методів, які необхідно застосовувати для створення міцних з'єднань з надійним терміном служби.

Визначені способи склеювання окремих елементів майбутніх виробів з одночасним координуваним з'єднанням одного елемента конструкції з іншим, на який попередньо нанесений шар клею. Утворена композитна структура після склеювання поверхнями за один технологічний цикл, стискається, або притискається, і утримується в затиснутому стані до повної полімеризації клею.

Однак в переліку досліджуваних технологічних процесів склеювання відсутній розгляд склеювання виробів, у яких приклеювання додаткових деталей відбувається поступово, окремими послідовними ділянками, в процесі технологічного зонального притиску.

Разом з тим, враховуючи відсутність відомостей і методики визначення оптимальних параметрів і технологічних режимів для різних вихідних шарів матеріалів, що склеюються і різних типів клеїв, важливим є дослідження впливу неоднорідності структури поверхонь паперу і картону, як найбільш поширених матеріалів для виготовлення книжкових оправа [3].

А також технологічного параметра швидкості процесу склеювання тотожних матеріалів таких, як папір + папір, картон + картон, або їх поєднання, в процесі мокрого каширування.

Етапи проведених досліджень враховують накладання склеєних заготовок із перелічених матеріалів поступово, з нарощуваною площиною мокрого клейового контакту, але не враховують позиціювання однієї заготовки відносно іншої й збереження визначеного позиціювання під час притиску на період затвердіння клею.

Використання клейових полімерних композицій [4], для склеювання різних матеріалів, з однорідною і відмінною структурами, сприяє поліпшенню міцності конструктивного з'єднання деталей із цих матеріалів, їх експлуатаційній стійкості і тривалості використання.

Однак, в наведених дослідженнях, висвітлені процеси клейового з'єднання лише окремих деталей, які, після склеювання, утворюють нову композитну структуру. Не досліджуваним залишився напрямок, що визначає особливості склеювання деталей, які є складовими однієї початкової заготовки майбутнього виробу, такого, як розгортка напівжорсткої обкладинки з крайками й клапанами.

Необхідно відзначити, що при склеюванні однакових плоских деталей із паперу або картону, таких як складові напівжорстких обкладинок, через

відсутність відкритих поверхонь для випаровування, процес природної полімеризації клею розтягнутий у часі [5].

Прискорення процесу закріплення клею вимагає застосування технологічних ліній, в складі яких передбачені транспортувальні пристрої тривалої сушки карусельного типу. Пристрої забезпечують достатню лінійну довжину транспортування склеєного виробу, для дотримання необхідного часу закріплення клею.

Враховуючи практичну значущість проведених досліджень необхідно додатково розглянути умови забезпечення сталої контурної геометрії склеєних виробів, в період транспортування і поступового затвердіння клею.

Виходячи з основних положень теорії тепломасопереносу, розглянута [6] динаміка і відмінності природної й мікрохвильової сушки клейових композицій, використаних для виготовлення складових книжкової продукції, з метою формування пропозицій для суттєвого скорочення тривалості технологічного закріплення клею.

На підставі графоаналітичного аналізу кривих інтенсивності мікрохвильової сушки і математичного моделювання досліджених взаємозв'язок між часом сушіння, температурою і типом палітурного матеріалу [7].

Досліджений позитивний вплив мікрохвильової сушки [8] на процес виготовлення складових книги, що сприятиме утворенню додаткової міцності завершеного виробу для подальшого інтенсивного використання читачами. Виявлений вплив процесів пришвидшення полімеризації клейових композицій потребує додаткового дослідження і визначення умов склеювання з притиском.

Застосування яких сприятиме координатному позиціюванню склеєних деталей і стабільному збереженню такого позиціювання впродовж мікрохвильового сушіння.

Методика дослідження процесів виготовлення напівжорстких обкладинок полягає у використанні механізмів нанесення клею на конструктивні деталі обкладинок, їх гвинтового фальцювання й обертального пресування.

Для виготовлення розгорток напівжорстких обкладинок відібраний тонкий картон хром-ерзац, товщиною 0,6 мм (Україна) і полівінілацетатна дисперсія PVAD DF 51/15B (Україна), які широко застосовується в палітурних процесах.

На рис. 1.1.1 представлені деякі конструкції напівжорстких обкладинок [9], що отримали практичне втілення в технологічних процесах виготовлення книжкової продукції.

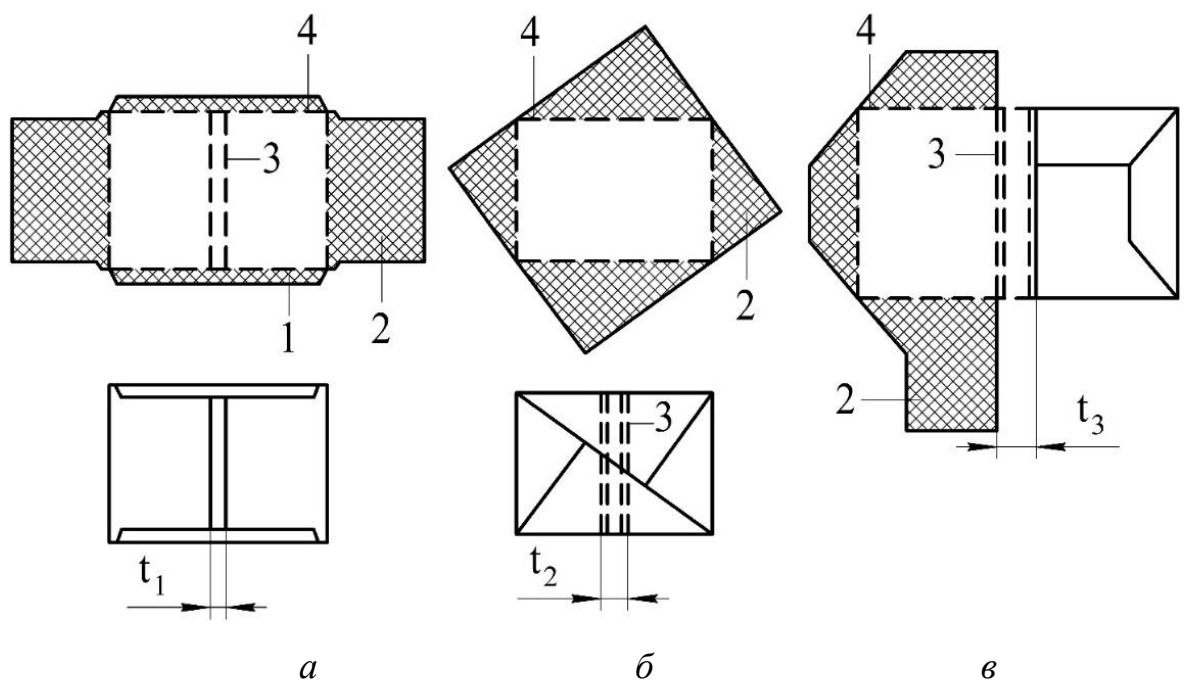


Рис. 1.1.1. Конструктивні відмінності напівжорстких обкладинок, *а* – прямокутні клапани; *б* – трикутні клапани; *в* – клапани складної конфігурації; 1, 2 – крайки і клапани з нанесеним палітурним клеєм; 3 – лінії корінцевого біговання; 4 – лінії контурного біговання.

Крайки і клапани, на рис. 1.1.1, *а*, після загинання та приклеювання до основної прямокутної частини обкладинки, створюють подвійну суцільну

конструкцію, в місцях визначених їх геометричними розмірами. Частина корінцевої зони, з шириною t_1 , залишається з початковою одинарною товщиною палітурного матеріалу.

На рис. 1.1.1, *б* трикутні клапани створюють подвійну проклеєну товщину по всій прямокутній зоні обкладинки, і в корінцевій частині, з шириною t_2 , також.

На рис. 1.1.1, *в* клапани геометрично складної конфігурації утворюють подвійну склеєну конфігурацію тільки в зонах їх приклеювання. Корінцева частина, з шириною t_3 , залишається по всій довжині з початковою одинарною товщиною матеріалу.

В місцях стиків крайок і клапанів, або тільки клапанів, відсутні напуски однієї частини їх конструктивних елементів на інші.

Тому утворена площа приклеювання має пласку форму, зручну для приклеювання форзаців, без проявів на них дефектних контурів в місцях стиків.

Разом з тим, внаслідок загинання, в місцях бігвання і подвійного склеювання, здійснюється зміцнення контурної частини обкладинок, у випадках, зображених на рис. 1.1.1, *а*, *б*, по суцільному периметру, у випадку на рис. 1.1.1, *в* з дискретними розривами в корінцевій зоні.

Відомо, що прямокутна геометрія обрізних обкладинок забезпечується тристоронніми різальними механізмами ліній незшивного скріплення, або владально-швацьких ліній.

Виготовлення палітурок відбувається в каліброваних прямокутних пристроях, що забезпечують тиражну сталість їх прямокутної геометрії.

А виготовлення напівжорстких обкладинок технологічно відрізняється від виготовлення інших книжкових оправ і залежить від стабільності й умов експлуатації, в першу чергу, координато-транспортувальної системи, фальцювально-склеювальної лінії.

Завданням дослідження конструктивних відмінностей та розробки класифікації напівжорстких книжкових обкладинок є аналіз їх просторової побудови, наявності і геометрична конфігурація додаткових елементів у вигляді крайок і клапанів. Які формують розмірні площини утвореної клеєної структури, суцільної, або фрагментарної, а також застосування палітурних клеїв, визначення ділянок та зон їх нанесення на розгортки заготовок. Порівняльне визначення міцності і жорсткості обкладинок, набутих внаслідок приклеювання додаткових конструктивних елементів, сприятиме визначенню меж можливого застосування напівжорстких обкладинок замість палітурок [10].

Тому для досягнення додаткових показників міцності, в порівнянні з показниками міцності обрізних обкладинок, без суттєвого збільшення витратної складової, використовуються конструкції обкладинок, що утворюють різноманітні просторові конструкції. В яких елементи, що утворюють частково подвійну, або суцільну подвійну структуру, приклеюються вздовж окремих вузьких стрічкових ділянок нанесення клею, або по всій площині основної частини обкладинок.

В першу чергу, до таких конструкцій обкладинок підвищеної жорсткості можливо віднести обкладинки [11, 12] в склад яких входять дві сторінки, корінець і фрагмент продовження першої сторінки у вигляді клапана (рис. 1.1.2, *a, b*).

Утворюється подвійна просторова конструкція першої сторінки обкладинки, завдяки клапану, приклеєному вузькою смужкою клею вздовж корінцевої частини першої й другої сторінок обкладинки.

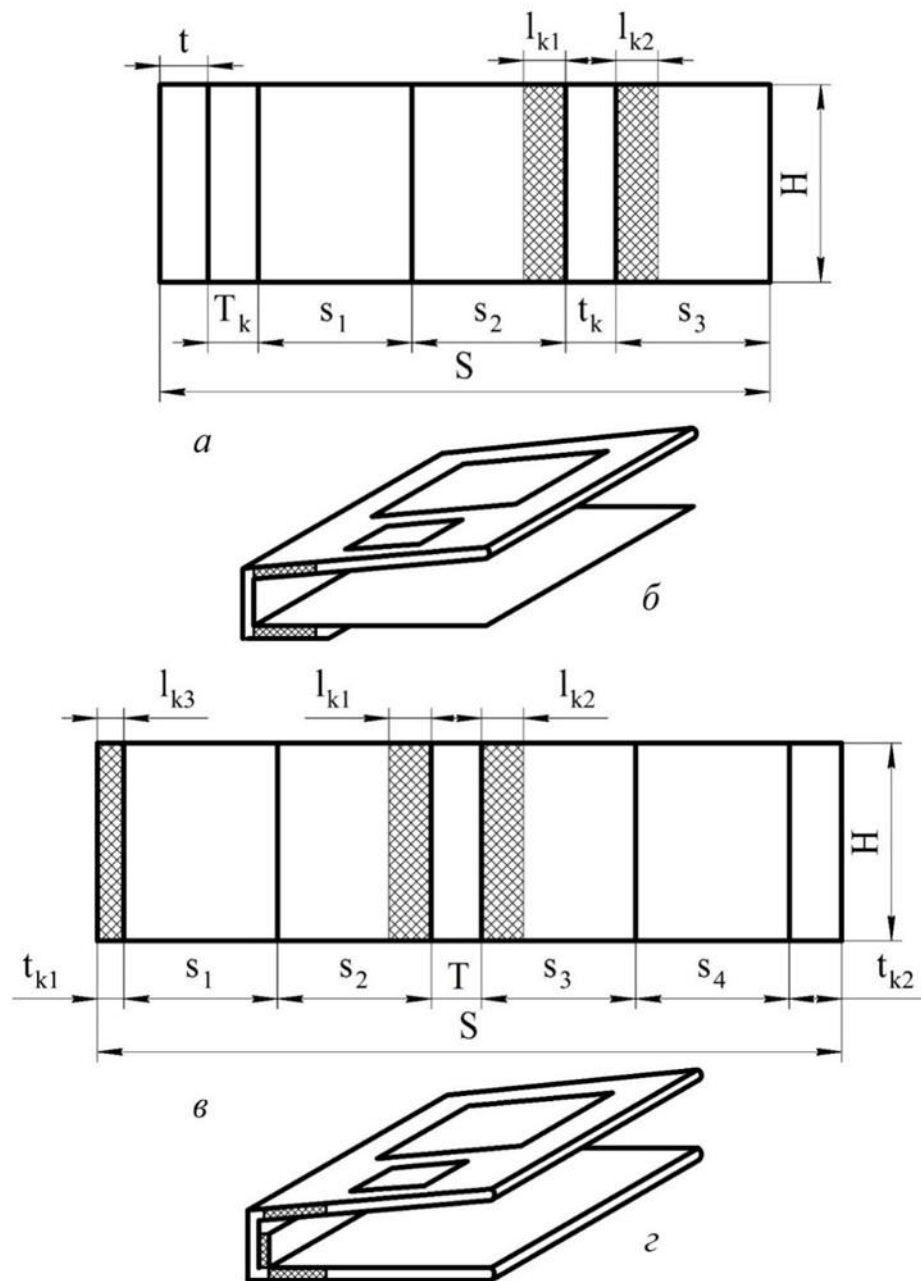


Рис. 1.1.2. Обкладинки з подвійною просторовою конструкцією, виготовлені з однієї деталі

Технологічний процес виготовлення обкладинок з подвійними першою сторінкою і корінцем полягає у розрізуванні надрукованого і ламінованого з однієї сторони паперу на розгортки за розмірами позначеними на рис. 1.1.2, нанесенні смужок клею вздовж корінцевих згинів на сторінки обкладинки шириною 5-10 мм, загинанні клапану по передньому полю першої сторінки

обкладинки й приклеюванню клапану до обкладинки в місцях нанесення смужок клею.

На рис. 1.1.2, *a* зображена розгортка обкладинки у якої:

S – довжина розгортки обкладинки;

H – ширина розгортки;

T_k – ширина зовнішньої деталі, яка огинає корінцеву частину обкладинки;

t_k – ширина внутрішньої корінцевої частини обкладинки;

t – ширина ділянки розгортки, що загинається на другу сторінку обкладинки (рис. 1.1.2, *b*)

s_1, s_2, s_3 – ширина ділянок розгортки за розмірами обрізного формату книжкового блоку;

l_{k1}, l_{k2} – ширина ділянок нанесення клею на розгортку обкладинки.

На рис. 1.1.2, *г* відтворена конструкція книжково-журнальної обкладинки для покриття блоків, в склад якої входить дві сторінки обкладинки, корінець і на першій та другій сторінках обкладинки є клапани по передньому обрізі, ширина яких збільшена настільки, що їх кінці з'єднуються і приклеюються по обидві сторони від корінця обкладинки.

В результаті цього, корінцева частина обкладинки має подвійну просторову структуру, в якій внутрішня поверхня складається із двох загнутих вузьких крайок, розташованих на кінцях основних клапанів, що частково перекривають один одного, але не створюють додаткової жорсткості для його зовнішньої частини.

Технологія виготовлення обкладинок з подвійними першою та другою сторінками і корінцем, полягає, в першу чергу, в розрізуванні надрукованого і ламінованого з однієї сторони паперу. На розгортки заготовок обкладинок нанесенні смужки клею вздовж корінцевих згинів сторінок обкладинок шириною 5-10 мм.

Клапани по передньому обрізу першої та другої сторінок обкладинок загнуті всередину і приклеєні до сторінок обкладинок в місцях нанесення смужок клею. Кінці кожного клапану ширші за сторінки обкладинки на ширину корінця книги й утворюють з внутрішньої частини подвійний просторовий корінець (рис. 1.1.2, *г*).

На рис. 1.1.2, *в* зображена розгортка обкладинки на якій позначено :

S – довжина розгортки обкладинки;

H – ширина розгортки обкладинки;

T – ширина корінцевої частини обкладинки;

t_{k1}, t_{k2} – ширина клапанів, що з'єднуються у внутрішній корінцевій частині обкладинки;

s_1, s_2, s_3, s_4 – ширина ділянок розгортки за розмірами обрізного формату книжкового блоку;

l_{k1}, l_{k2}, l_{k3} – ширина ділянок нанесення клею на розгортку обкладинки.

Попри значну експлуатаційну тривалість використання представлених конструкцій обкладинок підвищеної жорсткості, у порівнянні з обрізними обкладинками, необхідно відзначити, що недоліком таких обкладинок є швидке розтріпування обрізів, руйнування та загинання кантів. Недостатня жорсткість на згинах, в яких відсутнє попереднє біговання, сприяє пришвидшеному руйнуванню обкладинок і поступовій втраті привабливого вигляду книжок при користуванні.

Подвійна просторова конструкція першої та другої сторінок обкладинки, утворена клапанами, приклеєними вузькими смужками клею вздовж корінцевої частини, в процесі розкривання книжки, створює додаткове напруження на вигинання корінця. І сприяє прискореному руйнуванню зовнішньої корінцевої частини, просторової конструкції корінця, а також в місцях приклеювання верхньої частини обкладинки до нижньої, що, в результаті, збільшує деформацію всієї обкладинки.

Для надання додаткової жорсткості обкладинкам, що виготовляються з однієї деталі, в конструкцію розгорток таких обкладинок додатково приєднують до прямокутної форми першої й другої сторінок елементи, що утворюють ребра жорсткості тільки контурної частини обкладинки, внаслідок загинання і приклеювання вузьких крайок, як це відтворено в інтегральних обкладинках. Або вводять в конструкції розгорток обкладинок клапани, що не тільки створюють ребра жорсткості контурної частини обкладинок, але й утворюють подвійну структурну композицію із палітурних матеріалів обкладинок, внутрішня частина якої заповнена клейовими шарами різної товщини.

Здійснення біговки на розгортках обкладинок, представлених на рис. 1.1.3, б, вздовж їх прямокутних частин, у повздовжньому і поперечному напрямках, по одинарних лініях, позначених пунктирами, забезпечить виготовлення обкладинок шляхом загинання клапанів в сторону внутрішньої частини для отримання тільки пласкої прямокутної форми з подвійною товщиною палітурного матеріалу з якого була висічена заготовка.

При бігованні розгорток обкладинок по двох паралельних і рознесених одна від одної на розмірну відстань $t_{зм}$ ліній, позначених на рис. 1.1.3, b_1 , утворюється об'ємна конструкція із повітряною кишенею між лицьовою стороною обкладинки і загнутими до середини клапанами. В залежності від геометричних розмірів клапанів обкладинки можливо створити просторову конструкцію із вигнутою лицьовою частиною (рис. 1.1.3, b_1), або прямокутною частиною (рис. 1.1.3, b_2). За конструктивної необхідності, викликаної дизайном обкладинки, можливим є створення просторової обкладинки з ввігнутою лицьовою поверхнею.

Просторові обкладинки, як палітурки й такі, що мають подвійну пласку клеєну конструкцію, приклеюються до форзаців книжкового блоку під час вставки блоків в обкладинку. Окрім того, можливим є спочатку

приклеювання форзаців до просторових обкладинок, а потім приклеювання обкладинок з'єднаних з форзацами до книжкових блоків.

Лінії згинів, отримані під час біговання клапанів, можуть утворювати собою дві паралельні групи, в межах зовнішнього краю, які в результаті загинання складових обкладинок, до конструктивно визначеного виду, формують за розмірними показниками товщину повітряної кишені по контуру обкладинок.

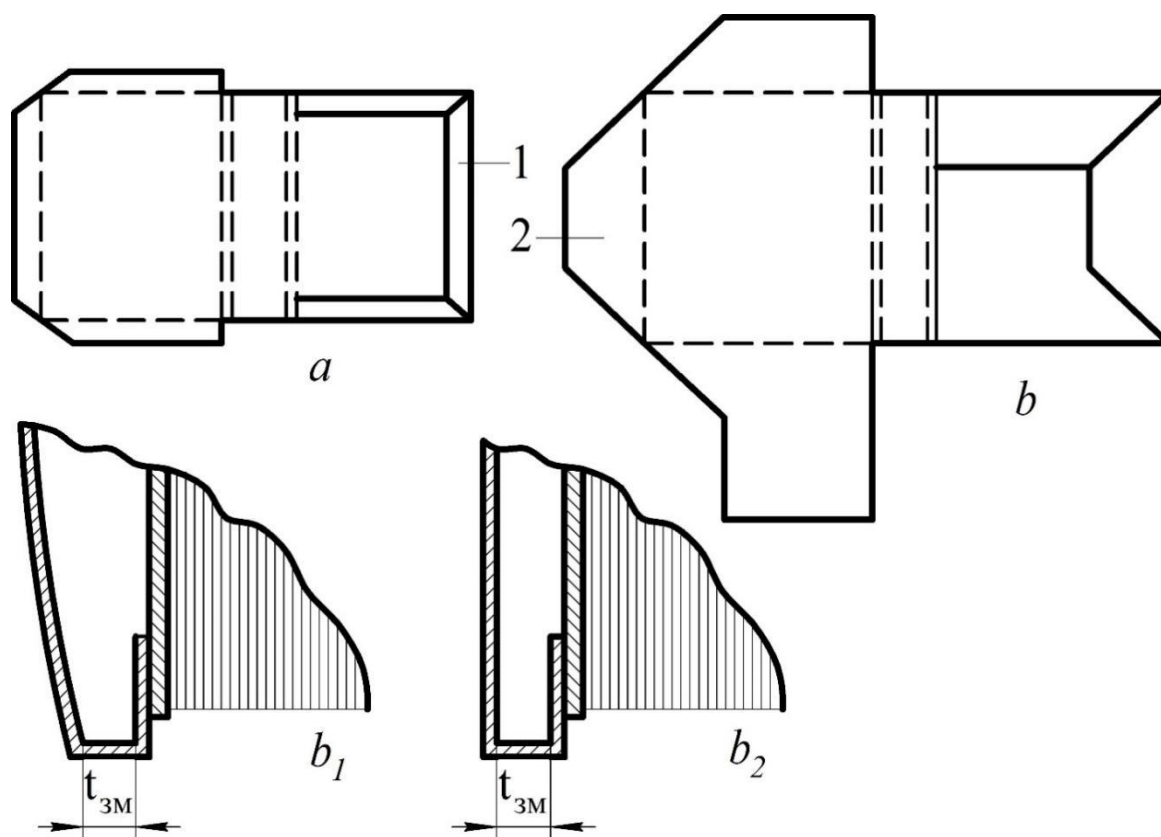


Рис. 1.1.3. Конструктивні побудови подвійних обкладинок із крайками й клапанами, 1 – крайки; 2 – клапани.

Оскільки такі просторові обкладинки є типом напівфабрикату у якого клапани не приклеюються до внутрішньої поверхні першої й другої сторінок обкладинок, а формуються шляхом фальцювання і загинання, тому свою остаточну форму обкладинки з клапанами отримують в процесі приклеювання до книжкового блоку. Під час технологічного виготовлення

таких обкладинок скорочено витратну складову застосування палітурного клею, яка не використана для приклеювання клапанів.

Товщину просторової обкладинки і її зовнішній вигляд можливо легко трансформувати шляхом зміни форми або кількості біговальних ліній у місцях формування просторової конструкції. Цей нескладний спосіб зміни товщини палітурки спрощує отримання різних кишень і відділень, для розташування в них окремих поліграфічних виробів у вигляді буклетів, запрошень, візиток, різноманітних видів презентаційної продукції незначних розмірів та ін., що входять в комплект книжкового видання окремими складовими елементами. Можливість змінювати товщину обкладинки також спрощує використання різних способів друкування, отримання профільованих поверхонь з передачею тиску по площині розгортки заготовки обкладинки. Вага просторової обкладинки підвищеної жорсткості, виготовленої з однієї деталі-заготовки, з урахуванням не клейової збірки, буде складати лише частку ваги наявних твердих оправ для книжкової продукції і залишатися на рівні 30-40% від них [13].

Для визначення показників міцності й впливу на них конструктивних відмінностей обкладинок підвищеної жорсткості проведено експериментальні дослідження зразків обкладинок виготовлених із відібраного широко застосовуваного виду крейдованого паперу з вибіркою маси, що використовується для виготовлення обкладинок (крейдований папір Lumi Forte (Stora Enso, Фінляндія) масою 130, 150, 170, 250, 300, 350 г/м²).

Для проведення експериментальних досліджень і визначення показників міцності обкладинок підвищеної жорсткості, виготовлених із відібраного виду паперу, виокремлені заготовки подвійної товщини без проклеювання та подвійної товщини з проклеюванням дотичних площин. Для проклеювання і створення подвійної конструкції заготовок використаний палітурний термоклей Technomelt Q 3183 (Німеччина), що має сприятливі адгезійні

властивості прискореного склеювання зразків крейдованого паперу і використання їх для дослідження.

Аналіз отриманих результатів дослідження відтворений на гістограмі зображеній на рис. 1.1.4. Для визначення порівняльних коефіцієнтів маси зразків паперу та показників міцності за одиницю відліку довільно обрано папір масою 130 г/м², як початковий лінійки вибірки мас. Збільшення спостерігалось з показниками пропорційності у 1,15; 1,31; 1,92; 2,31; 2,7 рази.

Результати проведених вимірювань і отриманих розмірних показників міцності склеєних і подвійних зразків паперу для виготовлення напівжорстких обкладинок, враховуючи критерії ефективності використання матеріальних ресурсів, викликають необхідність враховувати їх в процесі підготовки технічного завдання. Відповідно, порівняльні коефіцієнти показників міцності клеєних зразків збільшуються послідовно у 1,125; 1,55; 1,75; 1,93; 2,51 рази, а порівняльні коефіцієнти показників міцності подвійних зразків збільшуються послідовно у 1,11; 1,48; 1,64; 1,8; 2,59 рази, відносно маси паперів, що досліджувались.

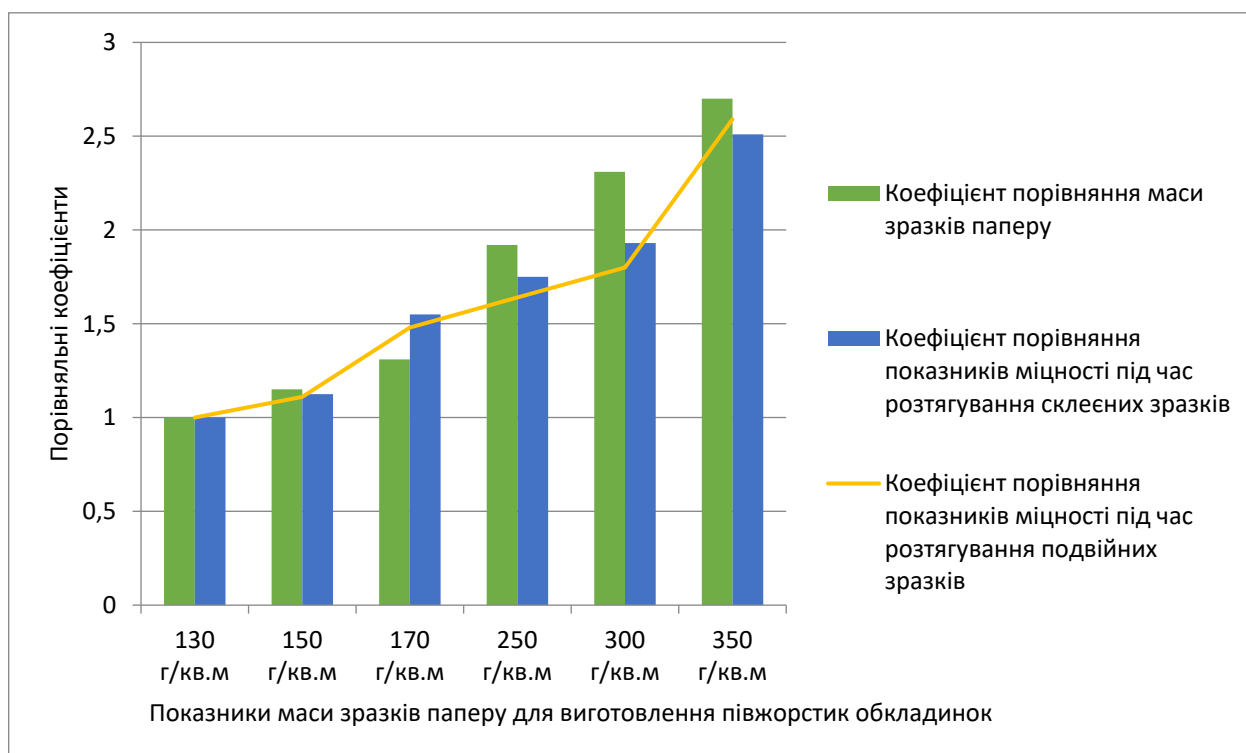


Рис. 1.1.4. Порівняльні графіки міцності подвійних і клеєних зразків паперів для обкладинок

1.2. Розробка класифікації напівжорстких книжкових обкладинок

Визначення основних чинників, що мають бути враховані при розробці класифікації напівжорстких обкладинок базується на підставі аналізу тенденцій і напрямків сучасних технологій виготовлення книжкової продукції, конструктивних особливостей побудови книжкових оправ та засобів їх скріплення з книжковими блоками.

Розробка інноваційних, ресурсощадних і ергономічних книжкових оправ сприяє не лише значній мінімізації витратної складової технологічного виготовлення, а також сприяє підвищенню експлуатаційних показників, тривалості використання книжкової продукції, зносостійкості і її конкурентної якості.

Залучення до виготовлення книжкових оправ сучасних палітурних матеріалів потребує дослідження, на стадії вхідного контролю матеріалів у поліграфічне виробництво, їх технологічних, фізико-механічних властивостей і факторів впливу на їх передчасне руйнування [14].

Враховуючи визначений поділ книжкових оправ на обкладинки й палітурки, створення обкладинок підвищеної жорсткості, із властивостями частково запозиченими із відомих конструкцій палітурок, формує завдання структурування і побудови їх класифікації.

Яка враховує чинники створення, що їх можливо віднести до категорії ресурсощадних напівжорстких книжкових обкладинок, що знаходяться на проміжному конструкційному й експлуатаційному відтинку між обкладинками й палітурками.

В перелік напівжорстких книжкових оправ можливо зарахувати вироби, які використовують ускладнену конструкцію для поліпшення видання в

порівнянні з обкладинками, виготовленими з палітурного матеріалу одинарної товщини.

Застосовують засоби, які забезпечують необхідну міцність книжок при використанні порівняно дешевих матеріалів. Широко використовують для обкладинок і палітурок нові матеріали виготовлені за спрощеними технологіями, сировиною для яких, в першу чергу, слугує перероблена паперова і картонна макулатура. Залучення таких матеріалів не обмежує застосування різноманітних способів оформлення книжкових оправ для підвищення художньої виразності видань.

Основними факторами й чинниками побудови такої класифікації є умова виготовлення книжкової оправи з однієї заготовки, а також утворення доданої міцності й жорсткості, у порівнянні з обрізними обкладинками, внаслідок подвійної просторової конструкції, як без проклеювання, так і з частковим, або суцільним проклеюванням корінця і сторінок обкладинок.

В класифікації напівжорстких обкладинок, окрім їх конструктивних відмінностей, що сприяють додатковій міцності й жорсткості, в порівнянні з обрізними обкладинками, враховано фактор використання обкладинок в сегменті з книжковими блоками не тільки, як заміну обрізним обкладинкам, внаслідок підвищених експлуатаційних показників зносостійкості і тривалості використання.

А також, як повноцінну заміну палітуркам, що приєднуються до книжкових блоків зшитих нитками через приклеювання їх до форзаців. В контурних розмірах напівжорстких обкладинок, у таких з'єднаннях, враховано розміри для утворення кантів по верхньому, нижньому і передньому полю книги, на відміну від обкладинок для скріплення НКС.

Запропонована класифікація напівжорстких обкладинок умовно поділена на два напрямки. Кожний із яких розгалужується, як окремою гілкою різних властивостей, так і у переплетінні конструктивних побудов обкладинок, що об'єднують окремі чинники з обох напрямків (рис. 1.2.1).

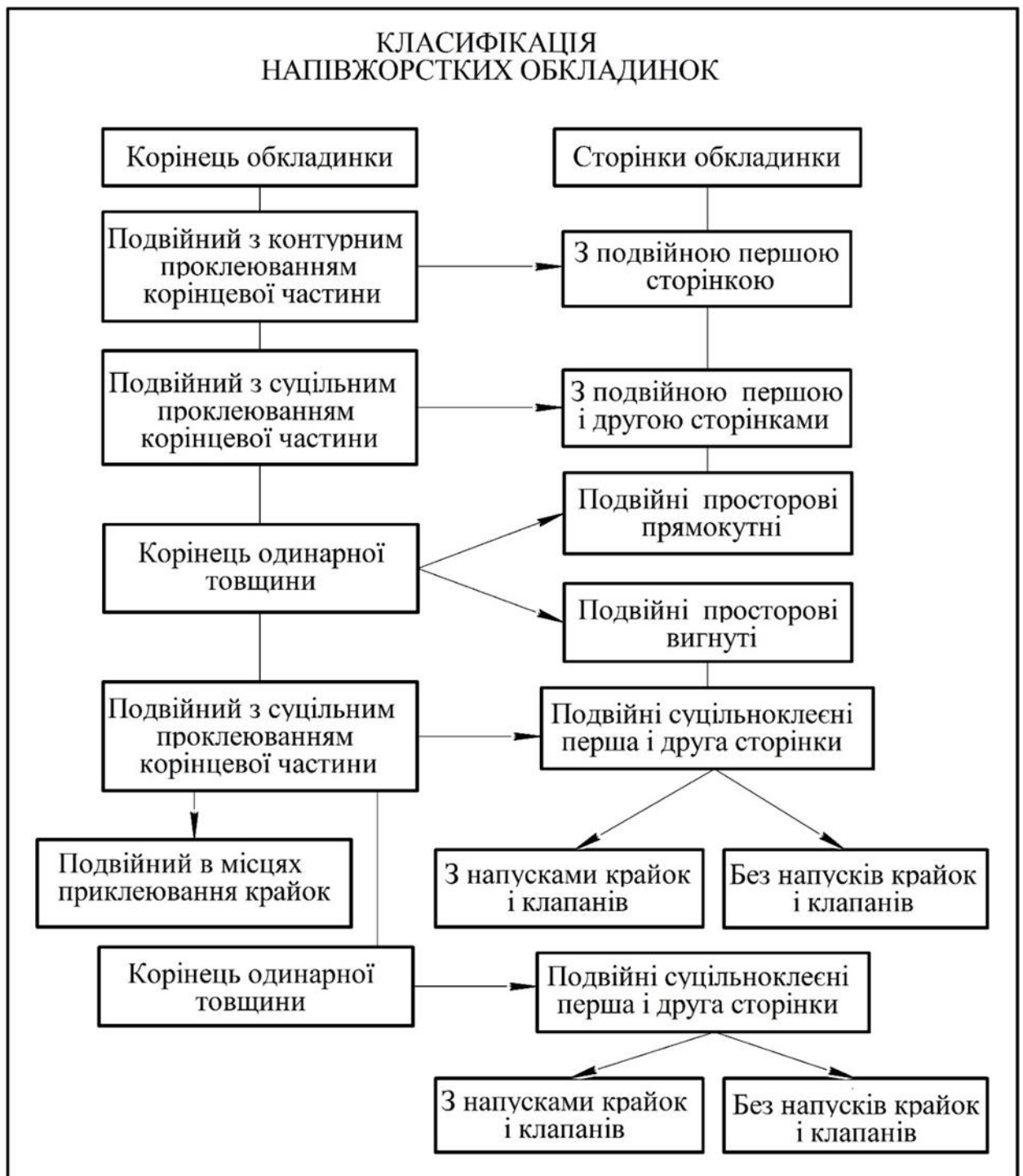


Рис. 1.2.1. Класифікація напівжорстких обкладинок

У порівнянні з обрізними обкладинками набуття додаткової міцності й зносостійкості напівжорстких обкладинок формується, як за допомогою конструктивних змін корінцевої частини, так і сторінок обкладинок.

Корінцева частина напівжорстких обкладинок складається із декількох конструктивних варіантів, що присутні в основній масі проєктованих й виготовлених напівжорстких обкладинок.

Це корінцева частина обкладинок з одинарною товщиною палітурного матеріалу, подвійною, з контурним проклеюванням вздовж вузьких (2-3 мм) стрічкових ділянок, подвійною, лише в місцях приклеювання крайок і подвійною з суцільним проклеюванням.

Значне розмаїття притаманне і конструктивним особливостям побудови сторінок напівжорстких обкладинок, які можливо, в першу чергу, виокремити за основу, як характерні признаки. Це плоске щільне подвоєння першої сторінки, або першої й другої сторінок обкладинки без проклеювання, або з проклеюванням.

Наступним є формування просторових конструкцій першої й другої сторінок обкладинок, у яких частина обкладинки, що створює подвійну структуру для першої і другої сторінок, відстоїть від основної структурної частини на певну відстань, визначену конструктивною побудовою обкладинок. Окрім того, зовнішня частина подвійної просторової конструкції таких обкладинок створює в перерізі прямокутний профіль, вигнутий зовні, або ввігнутий зовні.

І завершальним в побудові конструкцій напівжорстких обкладинок, у яких перша і друга сторінки мають подвійну суцільно клеєну структуру, є фактор приклеювання крайок і клапанів з напусками в місцях умовних стиків, або без напусків в місцях стиків.

Приклеювання крайок і клапанів без напусків в місцях стиків сприяє утворенню плоскої частини на обкладинках для приклеювання форзаців і відсутності зовнішніх дефектів на поверхнях форзаців після їх приклеювання до напівжорстких обкладинок.

1.3. Розробка технології виготовлення напівжорстких обкладинок і оптимізація їх параметрів

Завдання створення нових спрощених обкладинок з однієї деталі, але таких, що мають підвищені показники міцності та зносостійкості, по зрівнянню з іншими конструкціями книжкових оправ, вирішується у запропонованому автором варіанті [15, 10] у вигляді конструкції напівжорстких книжкових обкладинок для покриття блоків, підібраних по зошитно і зшитих нитками. У яких подвійна товщина утворена загинанням і приклеюванням до площини всієї поверхні першої й другої сторінок обкладинок крайок у верхньому та нижньому полі. А також клапанів по передньому полю, що сприяє збільшенню міцності й жорсткості утвореної клеєної конструкції, яка покращує експлуатаційні властивості обкладинок при довготривалому споживчому відкриванні книжкових блоків.

Поставлене завдання вирішується тим, що конструкція напівжорсткої обкладинки складається із розгортки за розмірами розгорнутої обкладинки для книжкового блоку (дві ширини блоку плюс товщина блоку), а також крайок, шириною 5-18 мм у верхньому та нижньому полі обкладинки, та двох клапанів у передньому полі першої та другої сторінок обкладинки. Які за розмірами дорівнюють першій й другій сторінкам обкладинки і, які, крайки й клапани, загнуті та приклеєні до внутрішньої площини основної частини обкладинки (рис. 1.3.1).

На рис. 1.3.1, *a, b* зображена конструкція книжкової обкладинки, в якій присутні крайки шириною 5-18 мм у верхньому та нижньому полі обкладинки й два клапани, які за розмірами дорівнюють першій та другій сторінкам обкладинки. Клапани загнуті всередину по передньому полю першої й другої сторінок обкладинки й приклеєні до них по всій площині, після того, як загнуті всередину і приклеєні крайки у верхній і нижній частинах першої і другої сторінок обкладинки.

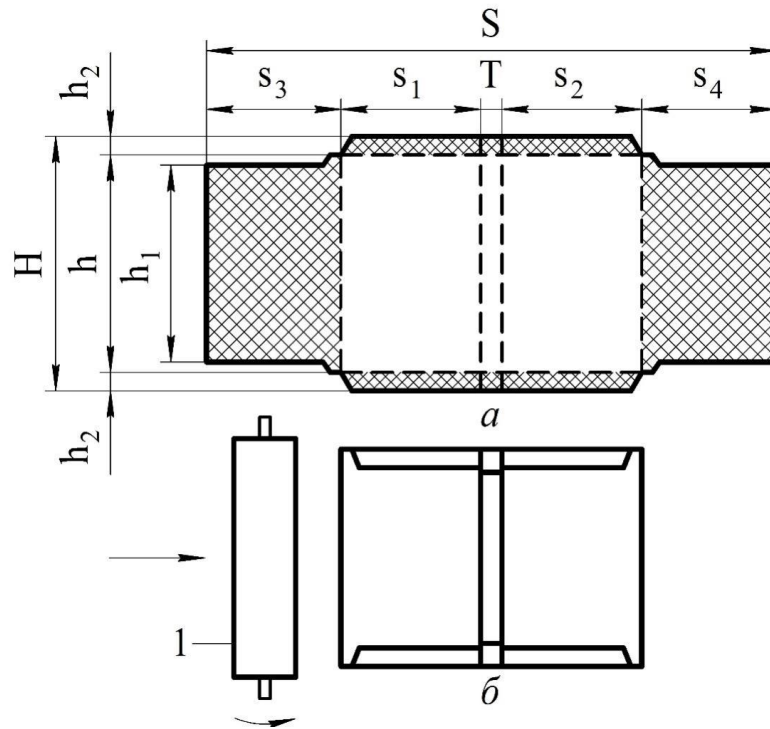


Рис. 1.3.1. Конструкція напівжорсткої обкладинки з крайками й клапанами, *а* – розгортка обкладинки із зонами нанесення клею; *б* – обкладинка після склеювання; 1 – каландр.

Ширина розгортки обкладинки *s* дорівнює:

$$S = s_1 + s_2 + s_3 + s_4 + T, \quad (1.3.1)$$

$$s_1 + s_2 + s_3 + s_4 = s,$$

$$S = 4s + T,$$

де s_1 – ширина першої сторінки обкладинки,

s_2 – ширина другої сторінки обкладинки,

s_3 – ширина клапана першої сторінки обкладинки,

s_4 – ширина клапана другої сторінки обкладинки,

T – товщина блоку книги.

Висота розгортки обкладинки *h* дорівнює:

$$H = h + 2h_2, \quad (1.3.2)$$

де h – висота обкладинки книги,

h_2 – ширина верхньої й нижньої крайок 5-18 мм.

Схему конструктивної побудови розгортки напівжорсткої обкладинки показано на рис. 1.3.1, *a*.

Технологічний процес виготовлення напівжорстких обкладинок полягає у наступних операціях:

- висікання, з одночасним бігуванням ліній згину, розгортки із крайками 5-18 мм у верхній і нижній частинах першої й другої сторінок обкладинки, а також клапанами по передньому полю першої й другої сторінок із цілісного аркуша тонкого картону 0,3 - 0,8 мм, або щільного паперу масою 250-400 г/м²;

- нанесення клею на крайки й клапани розгортки (заштрихованими ділянками показані місця нанесення клею перед загинанням крайок і клапанів);

- загинання і приклеювання спочатку крайок (один технологічний процес), а потім клапанів (другий технологічний процес) до внутрішньої сторони розгортки обкладинки; полімеризація клею і каландрування до завершення утворення напівжорсткої обкладинки (рис. 1.3.1, *b*).

Враховуючи те, що приклеювання крайок і клапанів до внутрішньої частини обкладинки відбувається з частковим перекриттям їх конструктивних поверхонь, можливе рельєфне відтворення ділянок перекриття, через форзацний папір (при використанні паперу менш як 170 г/м²), після вставки книжкового блоку в таку обкладинку.

Для подолання вказаної технологічної особливості автором запропонована конструкція обкладинки підвищеної жорсткості із суцільним полем приклеєних елементів розгортки обкладинки без утворення напусків у місцях їх з'єднання [15, 16]. Окрім того, можливим є створення попередньої конструкції напівжорсткої обкладинки (рис. 1.3.1) також без напусків в місцях стиків крайок і клапанів.

Враховуючи те, що в конструкції напівжорсткої обкладинки, зображеної на рис. 1.3.1, присутня корінцева частина одинарної товщини палітурного

матеріалу, з якого виготовлена обкладинка, для розширення конструктивної різноманітності напівжорстких обкладинок запропонована конструкція обкладинки подвійної товщини з проклеюванням по всій площині.

Для досягнення поліпшених експлуатаційних властивостей конструкція книжкової обкладинки підвищеної жорсткості, модифікації яких використовуються для покриття блоків, підібраних по зошитно і зшитих нитками, складається, в першу чергу, з розгортки за розмірами розгорнутої обкладинки (дві ширини блоку плюс товщина блоку) (рис. 1.3.2, *a, b*).

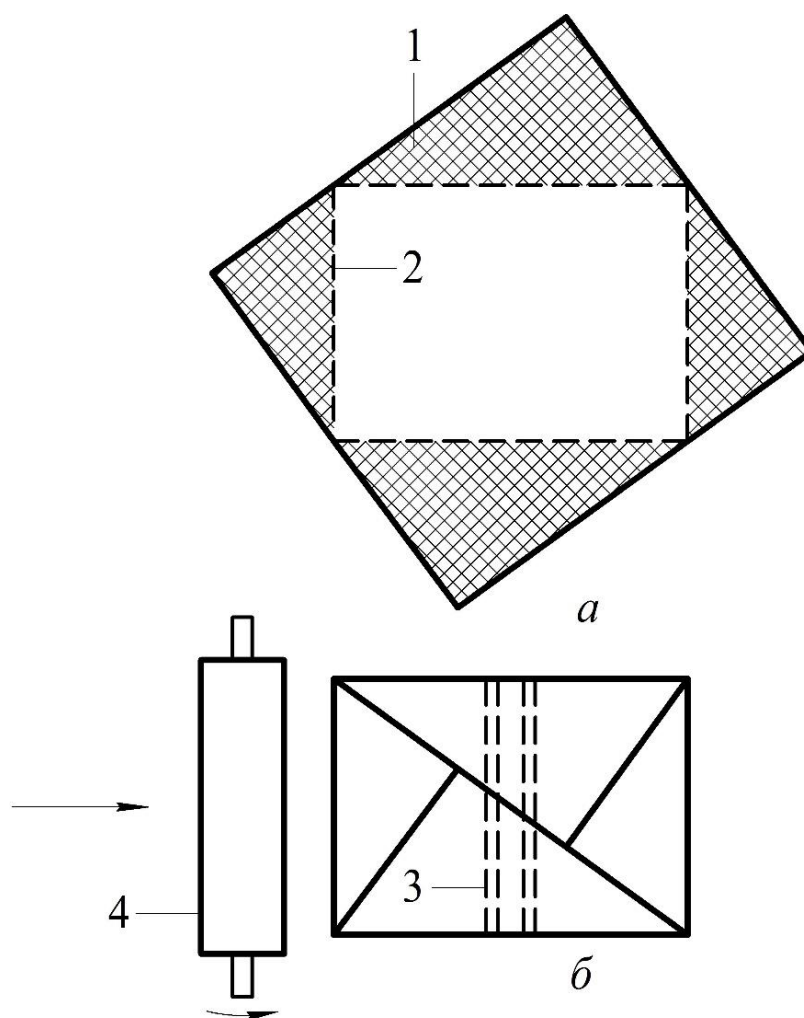


Рис. 1.3.2. Конструкція напівжорсткої обкладинки з трикутними клапанами, *a* – розгортка обкладинки; *б* – обкладинка після склеювання; 1 – ділянки нанесення клею; 2 – місця біговань до загинання клапанів; 3 – місця біговань після загинання і приклеювання клапанів; 4 – каландр.

Крім того, передбачено додаткові чотири клапан за допомогою яких подвійна товщина утворюється загином і приклеюванням до всієї поверхні внутрішньої частини обкладинки цих клапанів у вигляді трикутників, одні сторони яких складають діагональ обкладинки, а інші перпендикулярні до діагоналі. Біговання місць загиномів клапанів до приклеювання відбувається одночасно із висіканням контурної частини за один технологічний цикл (рис. 1.3.2, *a*).

Біговання ліній згинання корінцевої частини обкладинок перед вставкою книжкових блоків відбувається, на відміну від попередньої конструкції напівжорсткої обкладинки, після приклеювання клапанів і утворення подвійної суцільної структури обкладинки (рис. 1.3.2, *б*).

Необхідно відзначити, що для утворення суцільної подвійної проклеєної конструкції напівжорстких обкладинок в склад додаткових конструктивних елементів обкладинок можуть входити клапани різної геометричної конфігурації [17], що утворюють суцільну приклеєну внутрішню поверхню обкладинки (рис. 1.3.3).

Використання конструктивних особливостей таких обкладинок для збільшення їх міцності й жорсткості при довготривалому відкриванні блоків покращує експлуатаційні якості обкладинок, сприяє простоті виготовлення, є гнучкими й зручними в обігу.

Внаслідок конструктивно утвореної подвійної клеєної товщини обкладинки, отриманої з однорідного матеріалу, збільшується її міцність і жорсткість, підвищується зносостійкість, що при інтенсивному використанні книжкової продукції, впливає на підвищення якісних показників та вдосконалення експлуатаційних властивостей обкладинки.

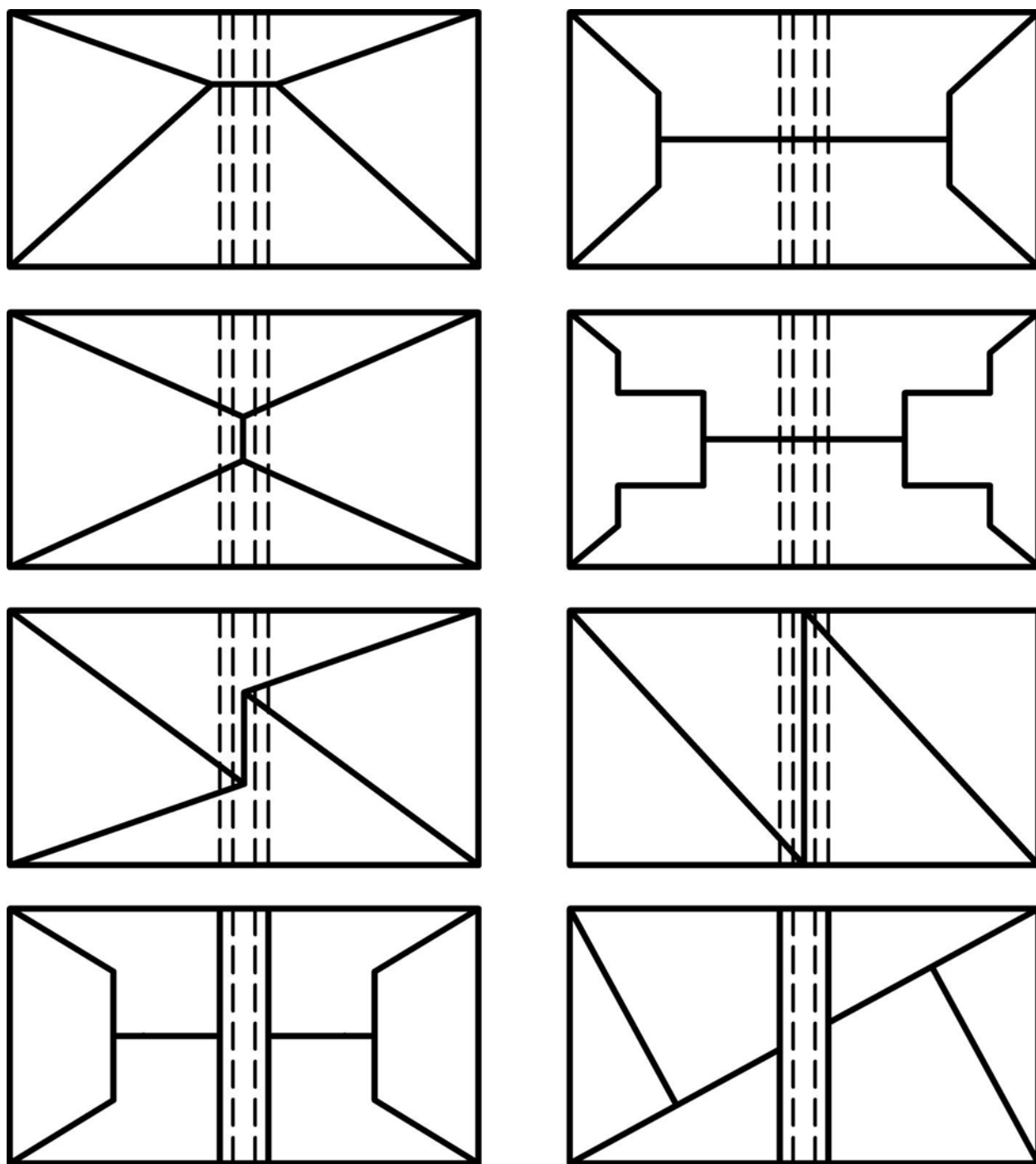


Рис. 1.3.3. Вибірка напівжорстких обкладинок з клапанами різної геометричної конфігурації

В результаті експериментального виготовлення та дослідження на опір руйнівним зусиллям напівжорстких обкладинок отримані показники для вибірки обкладинок.

Результати виконання експериментальної частини показані на гістограмі (рис. 1.3.4), де спостерігаються значні переваги у міцності напівжорстких обкладинок стосовно м'яких обрізних обкладинок.

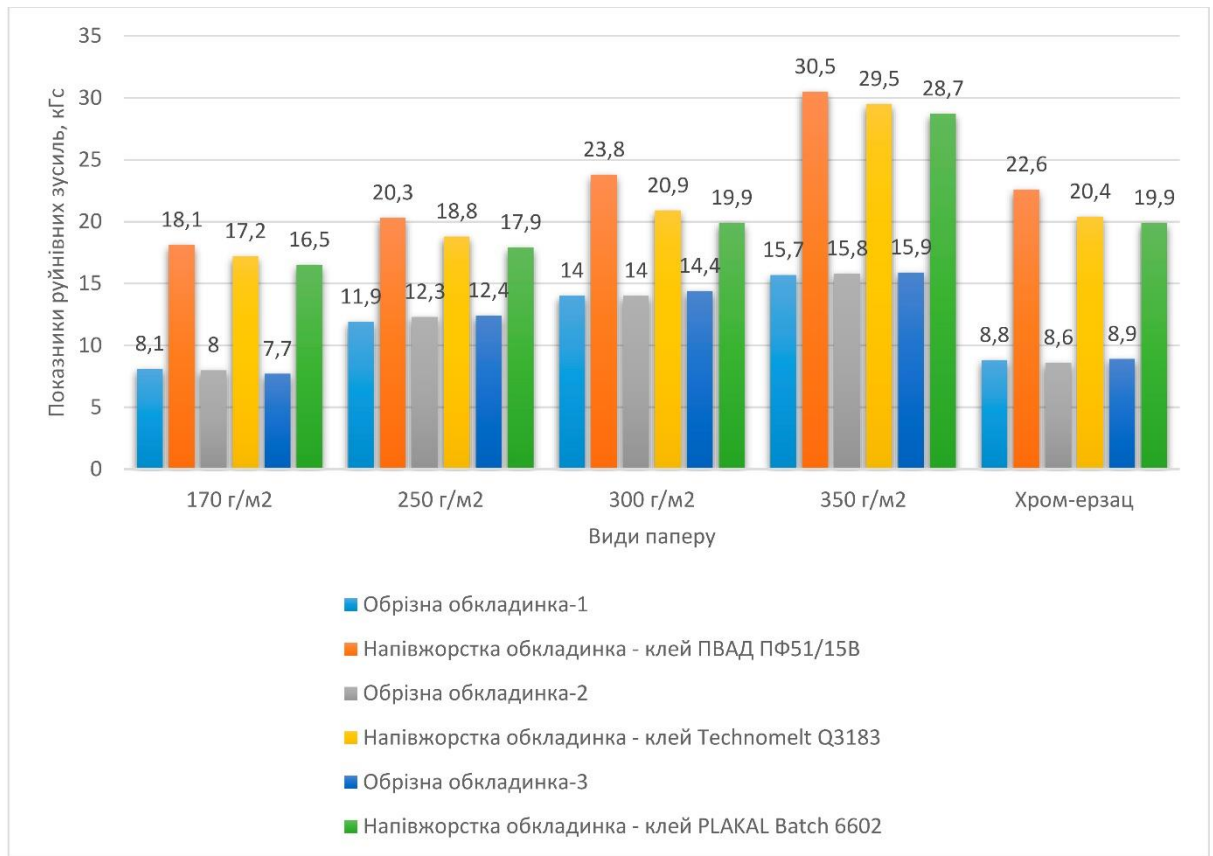


Рис. 1.3.4. Експериментальні показники руйнівних зусиль отримані для вибірки обкладинок

Для напівжорстких обкладинок склеєних клеєм ПВАД ДФ 51/15В перевищення знаходяться в межах 1,7-2,57 раза, для обкладинок склеєних клеєм Technomelt Q3183 перевищення знаходяться в межах 1,49-2,37 раза і для обкладинок склеєних клеєм PLAKAL Batch 6602 перевищення знаходяться в межах 1,38-2,12 раза.

Сегмент використання напівжорстких обкладинок знаходиться у виготовленні шкільних підручників, навчальних посібників, науковій, довідковій та методичній літературі, дитячій і спортивній літературі,

літературі детективного та пригодницького жанрів та іншій літературі масового споживання.

Напівжорсткі обкладинки з додатковими конструктивними елементами у вигляді крайок і клапанів, приклеєних до основної частини обкладинок, можуть бути виготовлені із цільних висічених розгорток з параметрами, що охоплюють, практично весь перелік книжкових форматів, передбачених для книжкового виробництва державними стандартами.

Розміри стандартних книжкових форматів, обрізні формати для блоків зшитих нитками в міжнародній класифікації та класифікації України, а також розрахункові в результаті проведених досліджень параметричні розміри розгорток для напівжорстких обкладинок (рис. 1.3.1 і рис. 1.3.2) наведені в таблиці 1.3.1.

Таблиця 1.3.1. Формати книжкових блоків та розміри розгорток напівжорстких обкладинок

Назва формату	Формат в Україні	Розмір обрізного блоку, мм	Розмір обрізного блоку, дюйми	Розмір розгортки інноваційної обкладинки, мм
Metric Crown 8vo	84x108/32	186x123	$7\frac{3}{8} \times 4\frac{7}{8}$	784x155
Metric Large Crown 8vo	84x108/32	198x129	$7\frac{3}{4} \times 5\frac{1}{8}$	832x160
Metric Demy 8vo	60x90/16	216x138	$8\frac{1}{2} \times 5\frac{3}{8}$	964x170
Metric 8vo	70x100/16	234x156	$9\frac{1}{4} \times 6\frac{1}{8}$	976x190
Metric Crown 4vo	84x108/16	246x189	$9\frac{3}{8} \times 7\frac{3}{8}$	1024x220
Metric Large Crown 4vo	84x108/16	258x210	$10\frac{1}{8} \times 7\frac{7}{8}$	1072x240
Metric Demy 4vo	70x100/8	276x219	$10\frac{7}{8} \times 8\frac{3}{8}$	1144x250

Представлені в табл. 1.3.1 розміри розгорток для виготовлення напівжорстких обкладинок, найбільш поширених в книговидавничій справі форматів, входять до сталого переліку технологічно можливих форматів друкування на друкарських машинах різних типів, які охоплюють широкий спектр обладнання.

Контрольні запитання до розділу 1

1. Що входить до переліку необхідних і достатніх технологічних операцій брошурувально-палітурних процесів, дотримання яких сприятиме виготовленню обкладинок з розрахованою контурною і структурною побудовою?

2. Якими є структурні особливості побудови напівжорстких обкладинок?

3. Яка мета порівняльного визначення міцності і жорсткості напівжорстких обкладинок, набутих внаслідок приклеювання додаткових конструктивних елементів?

4. Які конструктивні елементи утворюють просторові конструкції напівжорстких обкладинок?

5. Які експлуатаційні недоліки характерні для обрізних обкладинок та обкладинок підвищеної жорсткості, у порівнянні з напівжорсткими обкладинками?

6. Які форму має внутрішня площина напівжорстких обкладинок після приклеювання крайок і клапанів?

7. Якими засобами можливо досягнути додаткових показників міцності напівжорстких обкладинок, в порівнянні з показниками міцності обрізних обкладинок?

8. Наведіть етапи технологічного процесу висікання розгортки напівжорстких обкладинок зі стрічкових палітурних матеріалів, що розмотуються з рулонів різної ширини.

9. Як утворюються і яку функцію в напівжорстких обкладинках виконують контурні ребра жорсткості?

10. Як утворюється об'ємна конструкція із повітряною кишенею між лицьовою стороною напівжорсткої обкладинки і загнутими до середини клапанами?

11. Як можливо трансформувати напівжорсткі обкладинки шляхом зміни форми або кількості біговальних ліній у місцях формування просторової конструкції?

12. Як проводять експериментальні дослідження та визначення показників міцності обкладинок підвищеної жорсткості?

13. Як визначають основні чинники, що мають бути враховані при розробці класифікації напівжорстких обкладинок?

14. Яким чином впливає приклеювання крайок і клапанів до основи обкладинок, без напусків в місцях стиків, на утворення плоскої частини та відсутність зовнішніх дефектів на поверхнях форзаців?

РОЗДІЛ 2. НОВІТНІ ЗАСОБИ ВИЗНАЧЕННЯ МІЦНОСТІ ПАЛІТУРНИХ МАТЕРІАЛІВ.

2.1. Сучасні пристрої для висікання розгорток обкладинок з крайками і клапанами

Завданням дослідження напівжорстких книжкових обкладинок [13] є структурний аналіз механізмів і штанцформ, що забезпечують ефективно висікання складних конфігурацій розгорток із крайками й клапанами. З яких, в подальших брошурувально-палітурних процесах, формують обкладинки подвійної товщини [18].

В результаті висікання розгорток для таких обкладинок утворюються додаткові просторові конструкційні елементи, у вигляді крайок і клапанів, що при загинанні всередину заготовок утворюють подвійну, або частково подвійну товщину обкладинок без проклеювання, або з проклеюванням.

Подвійна товщина обкладинки, в залежності від конструкції і розмірів крайок і клапанів, можлива по всій внутрішній поверхні обкладинки, лише в зоні першої і другої сторінок обкладинки, без заповнення зони відстави, або частковому заповненню зони відстави.

Висікання розгорток напівжорстких обкладинок можливе на пресувально-висікальних пристроях для виготовлення розгорток паковань і тари із картону хром-ерзац, мікрогофрованого картону і пластичних картонів максимальною товщиною 1,2-1,5 мм.

До переліку основних конструкцій таких висікальних пристроїв можливо віднести пристрій в якому виготовлення розгорток напівжорстких обкладинок відбувається шляхом транспортування встановленої на рухомих стрічках транспортера штанцювальної форми із заготовкою палітурного матеріалу між циліндрами, що обертаються. В результаті відбувається послідовне висікання розгортки шляхом взаємодії інструментів форми з опорною поверхнею циліндра.

Пристрій для виготовлення розгорток складної конфігурації по периметру передбачає виготовлення розгорток з рухомої картонної стрічки і складається з матриці, виконаної у вигляді верхнього тигля та укомплектованої кривошипно- шатунним механізмом для забезпечення його вертикального переміщення, пуансона, виконаного у вигляді нижнього тигля та розміщеного на роликах, кулачкового механізму для забезпечення горизонтального переміщення вузла штанцювання, а також амортизатора для зрівноважування сил інерції мас тиглів [18, 19].

В пристрої для виготовлення розгорток з картону міститься станина, вузол висікання у вигляді матриці та пуансона; матрицею є висікальна форма, встановлена нерухомо на станині, а пуансоном є опорний циліндр, який розташований на каретці, укомплектованій зубчастим вінцем для горизонтального переміщення каретки по нерухомій зубчастій рейці, яка закріплена на станині; пристрій додатково укомплектований засобом дискретного переміщення картонної стрічки під час вистою циліндра у крайніх положеннях.

Пристрій включає в структуру механізму комплекти ножів з різальними крайками, закріпленими під кутом до площини картону і проти ножі, які виготовлені у формі циліндра і є рухомими. Рухомі ножі з різальними крайками укомплектовані роликами, які контактують з пазовими кулачками, що забезпечують неперервність створення тиску в зоні вирізування розгортки. Пристрій додатково укомплектовано засобами подачі картонної стрічки, виведення стрічки з вирізаними розгортками та поперечного розрізування стрічки на окремі розгортки [18, 20].

Є підстави вважати, що відмінність висікання розгорток для паковань і обкладинок полягає у тому, що розгортки для пакування мають незмінні геометричні розміри зовнішнього контуру, визначені макетом кінцевого виробу, а обкладинки для книжкової продукції одного формату можуть мати корінцеву частину за розмірами відмінну одне видання від іншого. Через

зміну кількості сторінок, а, відповідно, і товщини корінцевої частини книжкового блоку, при збереженні всіх інших розмірів розгорток сталими.

Проведено дослідження можливості створення однієї висікальної штанцформи для визначеного формату книжкових видань зі змінною товщиною корінцевої частини. А також виявлені конструктивні особливості висікально-пресувальних пристроїв, що здатні забезпечити висікання розгорток напівжорстких обкладинок зі змінними розмірами корінцевої частини.

2.2. Аналіз кінематичних схем пресувально-висікальних механізмів для палітурного виробництва

Для виготовлення обрізних обкладинок, розгорток обкладинок з клапанами для утворення різних просторових конструкцій, напівжорстких обкладинок використовуються палітурні матеріали в перелік яких, в першу чергу, входять щільні сорти паперів, картон хром-ерзац різної товщини, окремі види пластичних картонів, тощо.

Механізми, за допомогою яких висікаються перелічені розгортки, за способом подачі палітурного матеріалу поділяються на два основні види, до складу яких входять пристрої, що подають окремі цільні аркуші палітурних матеріалів, або розмотують стрічкові палітурні матеріали із рулонів у відповідних спеціалізованих пристроях.

Додатково, окрім висікання контуру розгортки обкладинок, необхідно сформувати в площині розгортки заовалені заглибини вздовж ліній згинів крайок і клапанів. Формування яких здійснюється біговальними металевими лінійками одночасно із процесом висікання, або в іншій послідовності, передбаченій технологічним процесом – до висікання контуру розгортки, після висікання, або після склеювання просторової конструкції, наприклад напівжорстких обкладинок (рис. 2.2.1).

Перелічені операції виконуються на спеціальних пресувально-висікальних пристроях за допомогою штанцформ різної конфігурації. Для виготовлення серійних і дрібносерійних розгорток напівжорстких обкладинок використовуються два основні види: плоскі та круглі. Кожний із яких є основною складовою побудови серії штанцформ з особливостями побудови, визначеними конфігураціями книжкових оправ різних типів.

У загальному випадку, як правило, плоска штанцформа, що має різальні та біговальні металеві лінійки, закріплюється на верхній або нижній плиті спеціалізованого висікального преса. Палітурний матеріал майбутньої розгортки фіксується на допоміжній, також плоскій плиті. Процес висікання відбувається під час плоскопаралельного зближення плит до моменту проникнення різальних лінійок у матеріал і відсікання утвореної розгортки від залишків матеріалу й утворення облою.

Серед найбільш відомих і застосовуваних висікальних пресів виділяється серія пресів тигельного типу у яких висікання розгорток і формування біговальних ліній для майбутніх згинів здійснюється одночасно по всій площині, утвореній контуром заготовки для книжкових оправ (рис. 2.2.1).

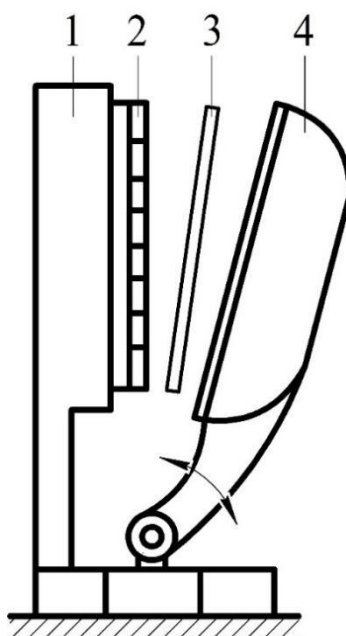


Рис. 2.2.1. Графічна схема тигельного висікального пресу, 1 – нерухома станина; 2 – висікальна форма; 3 – заготовка палітурного матеріалу; 4 – коливальний тигель

Основними позитивними характеристиками тигельних висікальних пресів є можливість використання в них однопозиційних штанцформ і палітурних матеріалів форматами, які знаходяться в розмірному діапазоні А5-А3, що економічно доцільно при виготовленні оправ до малотиражної книжкової продукції, або подарункових видань кишенькового типу.

Основними особливостями пресів тигельного типу, що обмежують застосування широкого спектра палітурних матеріалів і можливостей підвищення продуктивності праці є:

- використання лише аркушевого матеріалу максимальним форматом А3;

- технологічний цикл висікання починається лише після введення заготовки палітурного матеріалу у зону плоскопаралельного зведення робочої і допоміжної плит;

- процес висікання потребує фіксації заготовки, утримування заготовки на термін технологічного процесу, унеможливує швидку заміну утвореної розгортки, виведення облою і подачу наступного аркуша матеріалу [21];

- коливальний зворотно-поступальний рух тигельної плити викликає динамічні навантаження на механізм, що уповільнює процес холостого ходу до початку наступного циклу висікання розгортки;

- через реверсивний рух механізмів у пресах тигельного типу підтримується низька продуктивність технологічного процесу.

Частина недоліків, притаманних пресам тигельного типу, в обмеженні розмірів висікального штампу, а, відповідно, і формату отримуваної розгортки, відсутня у стоп-циліндрових пристроїв висікання розгорток для книжкових оправ, які сприяють висіканню розгорток за допомогою

багатопозиційних штанцформ А1, або А0 форматів без обмеження номенклатури матеріалів. Кількісна позиційність штанц-форми для таких пристроїв визначається форматами видань і, відповідно, розмірами розгорток для книжкових оправ.

Конструкція стоп-циліндрового пристрою для висікання розгортки (рис. 2.2.2) складається із металевого циліндра 2 із затискачами 3, які транспортують аркуш палітурного матеріалу 1 в зону послідовного висікання під час контакту циліндру 2, що обертається, зі штанц-формою 5, яка рухається назустріч циліндру із матеріалом заготовки.

Штанц-форма закріплена на рухомому талері 6, який котиться в сторону циліндра, під час робочого циклу, і від нього, під час холостого ходу, на роликах транспортувального рольгангу 7, розташованого на нерухомій станині 8. Під час холостого ходу, при поверненні талера у початкове положення, циліндр, із затискачами 3 для палітурних матеріалів, підіймається догори за допомогою куліси 4 і зупиняється, очікуючи завершення холостого ходу талера.

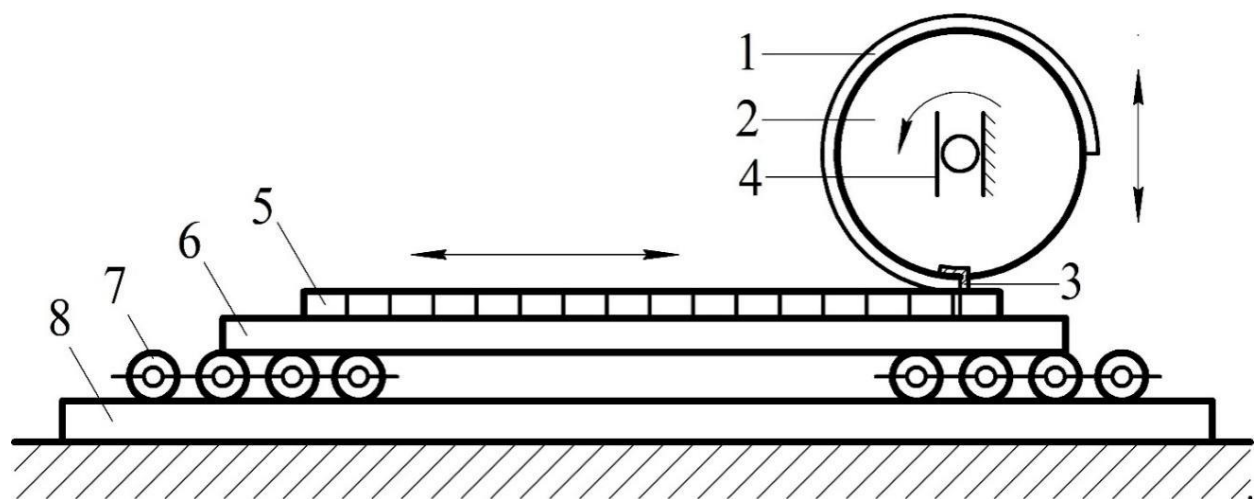


Рис. 2.2.2. Графічна схема стоп-циліндрового висікального пресу 1 – заготовка палітурного матеріалу; 2 – металевий циліндр; 3 – затискачі; 4 – куліса; 5 – висікальна форма; 6 – талер; 7 – рольганг; 8 – нерухома станина

До наступної групи висікальних пресів належать пристрої, що забезпечують високу продуктивність технологічного процесу внаслідок висікання розгорток напівжорстких обкладинок зі стрічкових палітурних матеріалів, що розмотуються з рулонів різної ширини.

Висікання відбувається в процесі циклічних зупинок, лише для зведення висікальних плит механізму й отримання розгортки необхідної конфігурації, яка переміщається в наступному циклі із зони висікання в зону вилучення її зі стрічки матеріалу і складуванні на палету, як завершеного напівфабрикату. Момент виведення висіченої розгортки зі стрічки матеріалу збігається з наступним циклом висікання наступної розгортки.

На рис. 2.2.3 представлений, удосконалений авторами пристрій [21], для висікання розгорток книжкових обкладинок, який включає механізм висікання у вигляді поворотного шарнірного чотириланковика до складу якого входять плоскі рухомі плити, закріплені на кривошипах.

Шарнірні чотириланковики здійснюють обертово-паралельний рух симетрично матеріалу заготовки. Висікальна форма закріплена на верхній плоскій плиті, а стрічкопротягувальний механізм укомплектований ввідними з радіусами R_1 і вивідними з радіусами R_3 (рис. 2.2.3) парами валиків, в кожній із яких валики обертаються назустріч одне одному.

Кривошипи мають радіуси R_2 (рис. 2.2.4), що пропорційно пов'язані з довжиною висікальної форми L співвідношенням $R_2 = L/2\pi$, виходячи з умови необхідності подачі упродовж одного оберту кривошипів стрічки палітурного матеріалу довжиною $L = 2\pi R_2$ і узгодження лінійної швидкості висікальної форми й стрічки в момент висікання розгорток.

Для зрівноваження динамічних навантажень, що виникають при обертанні плит, кривошипи мають встановлені на своїх протилежних, від місць кріплення плит, кінцях ланок противаги.

Пристрій складається із формної 1 і гладкої 2 плит, які шарнірно закріплені на кривошипах 3, 4, 5, 6, при цьому кривошипи 3, 4 розміщені

дзеркально відносно кривошипів 5, 6; штанцювальної форми 7, зубчастих коліс 8, 9, противаг 10-13, встановлених на кінцях кривошипів 3-6, стрічко-ведучого механізму з валиками 14-17, стрічки палітурного матеріалу 18, яка розмотується із рулону 19, ножа 20 і контрножа 21 для розрізування стрічки палітурного матеріалу, з висіченими розгортками, на окремі аркуші, а також палети 22 з аркушами матеріалу 23 в яких знаходяться висічені розгортки обкладинок. Технологічний процес висікання розгорток обкладинок здійснюється у такій послідовності: за допомогою зубчастих коліс 8, 9 синхронно приводяться в рух верхня 1, зі штанцформою, і нижня 2 плоскі плити; верхні кривошипи 5, 6 і нижні кривошипи 3, 4 дзеркально обертаються за напрямком руху стрічки палітурного матеріалу.

Стрічка палітурного матеріалу 18 неперервно, без зупинок, подається ввідними валиками 14, 15 в зону висікання, де, в момент зближення плит 1, 2, і стрічки матеріалу напрямок і величини їх лінійної швидкості збігаються і дорівнюють швидкості руху стрічки палітурного матеріалу 18.

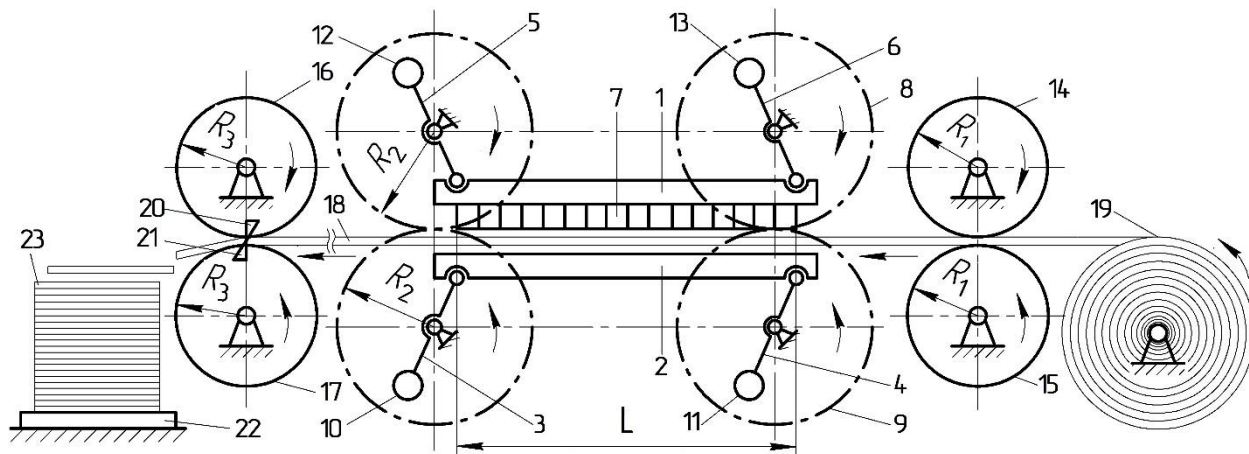


Рис. 2.2.3. Графічна схема рулонного висікального пресу із кривошипними механізмами, 1 – формна плита; 2 – допоміжна плита; 3, 4, 5, 6 – кривошипи; 7 – штанцювальна форма; 8, 9 – зубчасті колеса; 10, 11, 12, 13 – противаги; 14, 15, 16, 17 – валики; 18 – стрічка палітурного матеріалу; 19 – рулон палітурного матеріалу; 20 – ніж; 21 – контрніж; 22 – палети; 23 – аркуші палітурного матеріалу.

Висікання розгортки обкладинки із палітурного матеріалу починається в момент положення кривошипів під кутом α до вертикальної лінії, що з'єднує осі кривошипів 3-6 (рис. 2.2.4) і закінчується в момент максимального зближення плит 1, 2 (кривошипи в цьому положенні напрямлені вздовж вертикальної лінії). Поворот кривошипів на наступний кут α супроводжується виходом робочих ділянок ножів із палітурного матеріалу.

Величина кута α визначається товщиною палітурного матеріалу і, за розрахунками, складає для найбільш поширених матеріалів, наприклад щільних картонів, менше як 1,5% від повного обертання кривошипів [18].

До переліку основних пристроїв висікання розгорток напівжорстких обкладинок належать не тільки пристрої, що мають одну плоску висікальну форму за допомогою якої здійснюється виготовлення одної розгортки обкладинки. А також такі, що використовують багатопозиційні плоскі штанцформи, за допомогою яких виготовлюється серія обкладинок, кількісно обумовлена форматом видання і форматом аркуша на якому контури розгортки будуть розміщені.

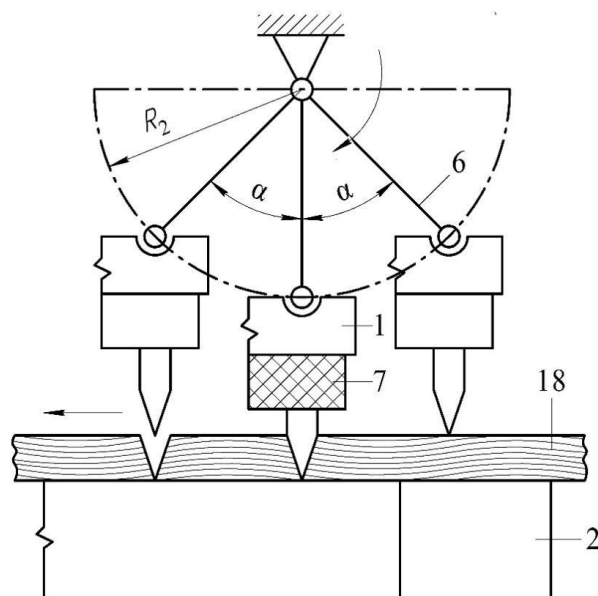


Рис. 2.2.4. Графічна схема послідовності операцій висікання за один цикл кривошипного механізму, 1 – формна плита; 2 – допоміжна плита; 6 – кривошип; 7 – штанцформа; 18 – стрічка палітурного матеріалу.

Окрему групу пристроїв для виготовлення розгорток напівжорстких обкладинок складають пристрої, що використовують для висікання одно позиційні висікальні форми, розташовані на багатогранній призмі, що обертається.

В пристрої зображеному на рис. 2.2.5, міститься вузол висікання у вигляді матриці та пуансона, де матрицею є шестигранна призма із закріпленими на гранях плоскими одно позиційними штанцформами. А пуансоном є циліндр з еластичними рукавом, який кінематично з'єднаний з кулачковим механізмом для забезпечення постійного технологічного тиску необхідного у зоні висікання розгорток з рухомої стрічки палітурного матеріалу [18, 22].

На рис. 2.2.5 зображено графічну схему удосконаленого автором пристрою для висікання розгорток книжкових обкладинок, який складається з шестигранної призми 1, що обертається навколо осі O_1 , на гранях якої закріплені ретельно припасовані одна біля одної на ділянках, що межують з ребрами призми, плоскі штанцформи 2, притискного циліндра. Який обертається навколо осі O_2 .

Стрічка 6 палітурного матеріалу розмотується з рулону 5 встановленого на осі O_3 , за умови заняття положення призми 1 на кожний з кутів φ . Механізм складається з важеля 7, куліси 8 з роликками 9, що контактують з профілем кулачка 10, який встановлено на осі O_1 .

Габаритні розміри штанцформ, що кріпляться на плоских гранях шестигранної призми, повинні бути технологічно тотожними для забезпечення точності висікання контурів розгорток обкладинок із надрукованих, або у інший спосіб оздоблених поверхонь палітурного матеріалу, що підлягає висіканню.

Пристрій працює у наступній технологічній послідовності. Стрічка палітурного матеріалу 6 подається з рулону у зону висікання розгорток.

Обкочування циліндром плоскої штанцформи відбувається на кут φ повороту призми 1. Зміна цього кута впливає на зміну відстані L .

Завершення циклу висікання розгортки обкладинки здійснюється після розрізування стрічки палітурного матеріалу на аркуші, в площині яких знаходяться розгортки, різальним ножем 12, що виконує розрізання стрічки за допомогою протиніжа 13. Відрізані аркуші 15 складуються на палету 14.

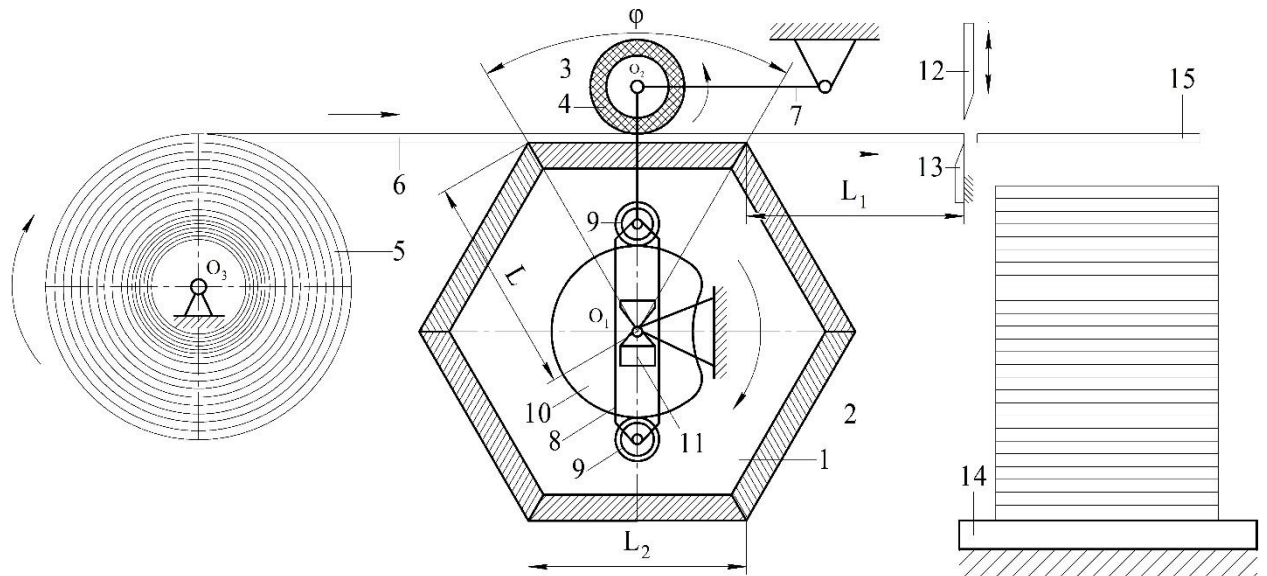


Рис. 2.2.5. Графічна схема рулонного висікального пристрою з механізмом обертової призми, 1 – обертова призма; 2 – штанцформи на кожній грані призми; 3 – притискний циліндр; 4 – еластичний рукав; 5 – рулон палітурного матеріалу; 6 – стрічка палітурного матеріалу; 7 – важіль; 8 – куліса; 9 – обкочувальні ролики; 10 – кулачок; 11 – повзун; 12 – різальний ніж; 13 – протиніж; 14 – палета; 15 – аркуші палітурного матеріалу із висіченими розгортками

Незмінною умовою виробничої експлуатації пристрою з технологічною точністю є дотримання співвідношення довжини відрізаного аркуша з висіченою розгорткою L_1 і довжини висікальних форм L_2 , закріплених на гранях шестигранної призми ($L_1 = L_2$).

В розглянутих конструкціях пристроїв для висікання розгорток напівжорстких обкладинок та обкладинок з клапанами різних просторових конструкцій використовуються плоскі штанцформи, що мають незмінні розміри і забезпечують виготовлення тотожних виробів. І не тільки в технологічних процесах брошурувально-палітурного виробництва при виготовленні книжкових оправ. Плоскі штанцформи є незмінними інструментальними складовими виготовлення розгорток для паковань і тари.

2.3. Удосконалення пристроїв для висікання розгорток напівжорстких обкладинок

Відомі конструкції висікальних штампів (штанцформ) для висікання заготовок із паперу та картону розгорток для книжкових оправ одного формату з одною, постійною для цього формату, шириною корінця книги L (рис. 2.3.1).

Основою такої штанцформи є цілісний лист 1 каліброваного матеріалу, що забезпечує стабільність розмірів, товщиною 15 або 18 мм, (каліброваної без сучків ударостійкої фанери з лущеного березового, букового, кленового або вільхового шпону, з'єднаного клеями на основі формальдегідних, або карбонатних смол, багатошарової склотканини з наповнювачем із поліестеру – дурамар (duramar), полімерних матеріалів пертінакс (pertinax), (permaplex), акрилове скло (acryglas) та ін.). У кожному із яких, за контуром майбутньої розгортки, механічними, або лазерними пристроями утворені наскрізні пазові отвори в які, згідно з контуром розгортки, вставлено металеві лінійки 2 - висікальні 3, висотою 23,8 мм, та біговальні 4, висотою 23,1-23,6 мм.

Недоліком висікальних штампів такої конструкції для висікання розгорток книжкових обкладинок і палітурок, є те, що висікати можливо лише розгортки із паперу та картону з незмінними розмірами. Але, для одного книжкового формату, в різних книгах, може змінюватися кількість

зошитів у книжковому блоці, що призводить до зміни ширини корінця книги. При виготовленні обкладинок або палітурок для книг одного формату і змінній ширині корінця перша і друга сторінки обкладинок залишаються незмінних розмірів, а розмір корінцевої частини змінюється.

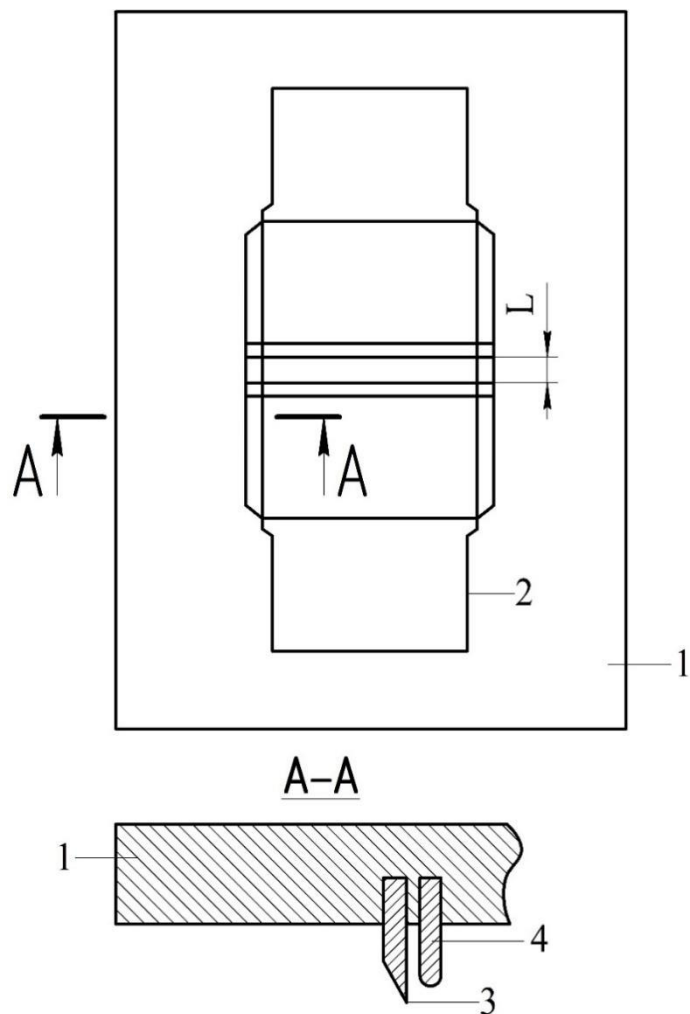


Рис. 2.3.1. Штамп для висікання заготовок із постійною шириною корінця, 1 – матеріал (основа штампа; 2 – металеві лінійки; 3 – висікальні лінійки; 4 – біговальні лінійки; L – ширина корінця книги

Таким чином, для висікання розгорток кожної нової обкладинки, у якій перша і друга сторінки мають незмінні розміри, а розмір корінцевої частини змінюється – необхідно виготовлювати також і нові висікальні штампи із

цілісного каліброваного листа матеріалу для кожної нової розгортки з іншою шириною корінця.

Для малотиражної та середньо тиражної книжкової продукції однакового формату і змінній ширині корінцевої частини – застосування нових висікальних штампів для кожної зміни розмірів корінцевої частини є значною затратною складовою собівартості виготовлення книг, що впливає на конкурентоздатність такого технологічного процесу.

Для розширення технологічних можливостей і кількісного скорочення висікальних штампів для виготовлення розгорток обкладинок однакового формату і різної ширини корінцевої частини необхідно створити нову конструкцію пристрою для забезпечення висікання розгорток із паперу та картону. За допомогою якої можливо висікати розгортки одного книжкового формату зі змінною шириною корінця книги.

Пристрій для висікання розгорток одного книжкового формату зі змінною шириною корінця книги містить основу із каліброваного листа матеріалу для штанцформ товщиною 15-18 мм, у якому, механічними, або лазерними пристроями утворені наскрізні пазові отвори, в які вставлені висікальні (висотою 23,8 мм) і біговальні (висотою, 23,1-23,6 мм) металеві лінійки [18, 23].

Пристрій, окрім штанцформи, поділеної на дві тотожні частини, кожна із якої виготовлена за контуром половини майбутньої розгортки, містить раму з напрямними.

При цьому одна частина основи штанцформи закріплена у напрямних загальної для двох частин основи штанцформи рами нерухомо за допомогою чотирьох фіксаторів.

А друга частина основи штанцформи змонтована у пристрої з можливістю переміщення у напрямних загальної рами за допомогою гвинтового пристрою розміщеного на рамі на ширину $L_{зм}$, що залежить від товщини корінця книги.

У даному технічному вирішенні конструктивні особливості пристрою не потребують виготовлення нових цілісних штампів, а дозволяють зробити швидке переналагодження для висікання розгорток, у яких змінена ширина корінця від попереднього типу обкладинок до наступного.

Для реалізації цієї можливості пристрій додатково містить раму з напрямними, основа виконана з двох частин, де одна частина основи закріплена нерухомо за допомогою чотирьох фіксаторів у напрямних загальної для двох частин основи рами, а друга частина основи виконана з можливістю переміщення у напрямних загальної рами на ширину, що залежить від товщини корінця книги, за допомогою гвинтового пристрою, розміщеного на рамі.

Порівняльний аналіз технічного вирішення, що пропонується, дозволяє зробити висновок, що запропоноване автором технічне вирішення має суттєві ознаки, які відрізняють його від відомих технічних рішень і обумовлює досягнення поставленого завдання внаслідок створення можливості переміщення другої частини основи у рамі на ширину, що залежить від товщини корінця книги за допомогою гвинтового пристрою, розміщеного на напрямних рами.

Суть і принцип дії запропонованого технічного вирішення пояснюються кресленнями (рис. 2.3.2), де подана конструктивна схема пристрою [15, 21].

В склад пристрою входить: рама з напрямними 1, перша частина основи 2, друга частина основи 3, наскрізні пазові отвори 4 за контуром половини розгортки обкладинки в першій та другій частині основи, висікальні металеві лінійки 5 в першій і другій частині основи, біговальні металеві лінійки 6 в першій і другій частині основи, фіксатори 7 першої частини основи, гвинтовий пристрій переміщення 8 другої частини основи, регульована відстань між основами, що залежить від розмірів корінця книги $L_{зм}$.

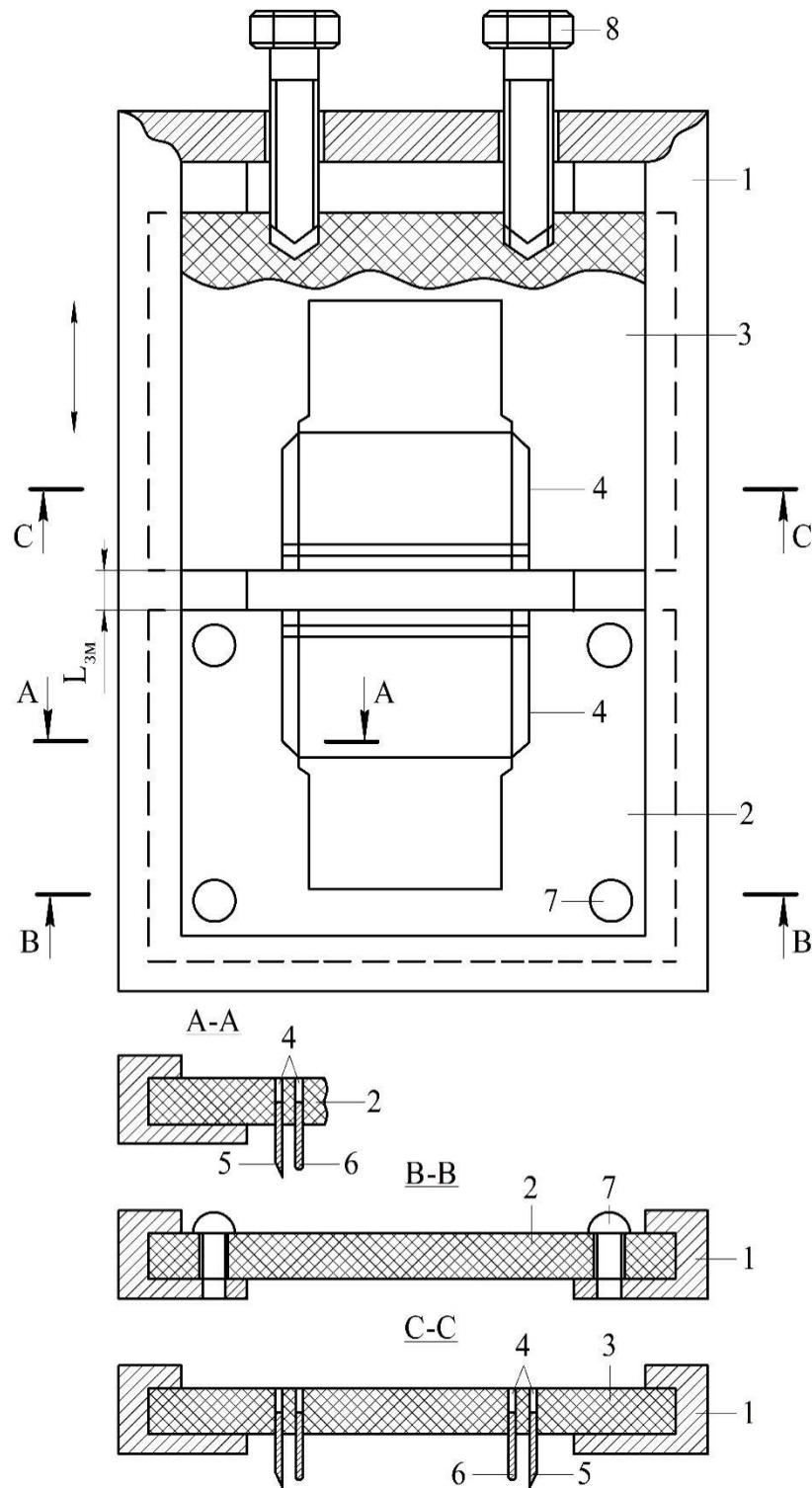


Рис. 2.3.2. Пристрій для висікання розгорток обкладинок одного формату і змінній ширині корінця 1 – рама з напрямними; 2 – перша частина основи штампа; 3 – друга частина основи штампа; 4 – наскрізні пазові отвори; 5 – висікальні металеві лінійки; 6 – біговальні металеві лінійки; 7 – фіксатори; 8 – гвинтовий пристрій переміщення; L_{3M} – регульована відстань

Пристрій застосовується, як висікальний інструмент у висікальних пресах плоскопаралельної дії площини інструменту до площини паперу, або картону, із яких передбачається висікання розгорток обкладинок.

Налаштування пристрою для здійснення тиражного технологічного процесу виготовлення розгортки напівжорсткої обкладинки відбувається за допомогою гвинтового пристрою, розміщеного на рамі, внаслідок якого здійснене переміщення другої частини основи в напрямних рами.

Після налаштування пристрою для висікання тиражу розгортки книжкової обкладинки, пристрій закріплюється на верхній плоскій плиті висікального пресу, яка разом із пристроєм, під час технологічного циклу, переміщається у нижнє фіксоване положення, в якому відбувається висікання розгортки обкладинки із паперу, або картону.

Під час холостого ходу плити із пристроєм у початкове технологічне положення, відбувається заміна висіченої розгортки обкладинки на наступний аркуш паперу або картону. Цикл висікання повторюється на кількість тиражу розгорток обкладинки.

Після завершення висікання одного тиражу розгорток обкладинки, пристрій знімається. За допомогою гвинтового пристрою друга частина основи переміщається на розмір, що відповідає ширині корінця нової обкладинки, пристрій закріплюється на верхню плиту висікального пресу і технологічний процес висікання нової розгортки обкладинки відбувається у такий же спосіб.

Представлений пристрій дозволяє здійснювати висікання розгорток із паперу та картону книжкових обкладинок і палітурок одного формату зі змінною шириною корінця, на відміну від штампів, виготовлення яких буде здійснюватися для висікання розгорток кожної нової обкладинки, при зміні ширини корінця.

2.4. Удосконалення засобів визначення міцності палітурних матеріалів для виготовлення обкладинок

Завданням дослідження технологічних особливостей вимірювання жорсткості палітурних матеріалів, для виготовлення напівжорстких обкладинок, є необхідність визначення об'єктивних показників, що залежать від напрямків розташування волокон в матеріалах [24].

Розгортки напівжорстких обкладинок висікаються з одного аркуша матеріалу і, надалі, складуються у просторові конструкції із крайками, або клапанами, які закріплюються за допомогою клейових полімерних композицій до основної площини обкладинок, утворюючи міцну суцільну структуру.

Визначення розташування напрямів перегинів першої або другої сторінок обкладинок, в поздовжньому, чи поперечному напрямках матеріалів, із яких обкладинки будуть виготовлені, значною мірою впливає на експлуатаційну стійкість обкладинок і, відповідно, книжкової продукції в цілому.

Конструкція вимірювального пристрою має враховувати можливість отримання об'єктивних показників опору продавлювання і руйнування експериментальних зразків обкладинок, що мають одинарну товщину матеріалу виготовлення, подвійну без проклеювання, а також подвійну проклеєну по внутрішній площині просторової подвійної конструкції.

Поширена конструкція затискного механізму UGT-7013-MD для визначення опору продавлювання картону та гофрокартону складається з двох елементів притиску зразка, виконаних у вигляді кілець, гумової діафрагми, закріпленої на верхньому притискному елементі, і механізму навантаження, що містить гідроциліндр, манометр і вимірювач тиску.

Методика вимірювання полягає в створенні плавно зростального гідравлічного тиску, що діє через гумову діафрагму на поверхню з одного боку затиснутого по кільцю зразка, та визначенні значення тиску, при якому зразок руйнується.

Недоліком такого пристрою є нерівномірність зростання гідравлічного тиску, який через гумову діафрагму діє тільки на одну поверхню зразка, стиснутого по кільцю. Використання в гідравлічній системі пристрою дистильованого гліцерину та потреба в періодичній зміні гумової діафрагми негативно впливають на тривалість процесу дослідження.

Інша поширена конструкція затискного механізму для визначення опору продавлювання картону і гофрокартону складається з верхнього і нижнього притискних елементів у вигляді кілець, верхнє з яких укомплектоване елементом продавлювання з гідравлічним засобом створення тиску, а елемент продавлювання виготовлений у вигляді карболітової кульки.

Внутрішня структура більшої частини палітурних матеріалів, використовуваних для створення напівжорстких обкладинок, в процесі їх фізико-хімічного виготовлення складається неоднорідно – через направленість волокон цих матеріалів у машинному (поздовжньому) напрямку, що визначається особливістю технологічного процесу.

Через це, і опір експлуатаційним зусиллям руйнування буде залежати від просторового позиціювання розгортки обкладинки на матеріалі в машинному, або поперечному машинному напрямках.

Відповідно, руйнівна міцність у поздовжньому напрямку є більшою, ніж у поперечному напрямку, тому, недоліком конструкцій попередніх пристроїв є те, що, як у випадку, вдавлювання гумової діафрагми, так і в іншому випадку вдавлювання карболітової кульки у матеріали з неоднорідною структурою, не визначаються об'єктивні показники руйнівного тиску у поздовжньому і поперечному напрямках.

Перелічені засоби й технологія вимірювання руйнівних зусиль продавлювання матеріалів із неоднорідною структурою таких, як картон, хром-ерзац і щільні види крейдованих паперів, дозволяють фіксувати тільки опосередковані показники, через круглу конструкцію елементів продавлювання, вплив яких на досліджувані матеріали, не вирізняє

неоднорідність структури цих матеріалів в машинному і поперечному машинному напрямках.

Відповідно, при проектуванні виготовлення обкладинок і формування спусків для друкування, подальшого висікання і фальцювання крайок, або клапанів, не будуть враховані мінімальні показники руйнівних зусиль в одному із напрямів сформованої структури матеріалу, що негативно вплине на подальші експлуатаційні показники та передчасне руйнування книжкової продукції під час використання.

Також відома методика визначення міцності на злам паперу і картону при багаторазових перегибах. Вимірювання міцності на злам зразків паперу та картону товщиною до 1,4 мм здійснюється при їх багаторазових перегибах на кут 90^0 , в кожную сторону, від вертикального положення до розриву зразка, при постійному навантаженню. Вимірювання здійснюються на приладі для випробування міцності на вигин UGT-6014.

На відміну від попередніх випробувань, визначення міцності при багаторазових перегибаннях можливе, як у поздовжньому, так і поперечному напрямках зразків, що по чергово закріплюються у прилад, змінюючи позиціонування у затискачах на кут 90^0 з кожним новим зразком і новим випробуванням.

Але суттєвим фактором обмеження широкого застосування методики визначення міцності матеріалів із неоднорідною структурою на злом, є тривалість процесу багаторазових перегинів, що ускладнює процес вимірювання, а також одиниця виміру, у вигляді кількості циклів перегинань до повного руйнування зразка, носить відносно довірчий характер результатів випробувань.

Однією із технологічних операцій з виготовлення спрощених обкладинок підвищеної жорсткості є формування ліній перегинів для першої і другої сторінок обкладинок, які утворюються бігованням під час висікання розгортки. Або після складання подвійної просторової конструкції

обкладинки з приклеювання крайок і клапанів способом штрихування штрихувальними ножами, або коченням ущільнювального диску, товщина формувальної поверхні якого дорівнює ширині біговальної канавки.

Визначення співвідношення між жорсткістю картону і жорсткістю ліній біговки, відповідно до вимог стандарту BS 6965, визначається опором зразка довжиною 50 мм вигину на 15 градусів. Жорсткість лінії біговки визначається силою залишкової пружності після утримання підготовленого зразка зігнутим під кутом 90 градусів протягом 15 секунд. Прилад УНА-СВТ1 містить вимірювальний канал, призначений для вимірювань сили, необхідної для вигину зразка заданої довжини і форми на визначені кути.

Отримані результати співвідношення між жорсткістю картону і жорсткістю ліній біговки, за цією методикою, мають статичний характер і, через деформовану ущільненням лінію біговки, незалежно від напрямку розташування її на палітурному матеріалі, також не забезпечує вірогідних показників у машинному та поперечному машинному напрямках.

Визначення мінімальних та максимальних показників руйнівних зусиль палітурних матеріалів у машинному та поперечному машинному напрямках, до початку виготовлення обкладинок, є важливим завданням дизайнерської та технологічної підготовки книжкового видання до виготовлення.

Дослідженню також підлягає можливість створення вимірювального пристрою та розробки технології вимірювання жорсткості палітурних матеріалів для виготовлення напівжорстких обкладинок у машинному та поперечному машинному напрямках. Яка є одним із головних показників вимірювання, що визначаються при проведенні вхідного контролю матеріалів перед початком технологічного процесу.

Напівжорсткі обкладинки й матеріали із яких вони виготовлені, в першу чергу, виконують захисні функції, стосовно книжкових блоків, в частині зносостійкості, експлуатаційної міцності, збереженню конструктивно-художньої форми, а лише потім естетичної, дизайнерської, органолептичної

та ін. Тому такі механічні характеристики, як опір продавлюванню, зафіксованого між затискними плитами картону, або іншого палітурного матеріалу з неоднорідною структурою, сприяють виявленню слабких сторін матеріалів і їх орієнтації при макетуванні, друкуванні, розкроюванні, висіканні, фальцюванні, склеюванні й подальшій експлуатації.

В основу дослідження поставлено завдання створити конструкцію вимірювального пристрою для визначення опору продавлювання окремих видів палітурних матеріалів таких, як картон, хром-ерзац, крейдований папір, для об'єктивного визначення показників тиску, при яких зразки руйнуються у поздовжньому і поперечному напрямках.

Конструкція вимірювального пристрою, для визначення опору продавлювання картону, хром-ерзацу, крейдованого паперу складається з верхнього і нижнього притискних елементів, верхній з яких укомплектований елементом продавлювання з гідравлічним засобом створення тиску [24, 25].

Разом з тим, для вимірювання руйнівного тиску у поздовжньому і поперечному напрямках, притискні елементи виконані у вигляді двох прямокутних плит з однаковими прямокутними отворами по центру кожної плити.

В нижній опорній плиті нарізані шість різьбових отворів, в які вкручені чотири циліндричні напрямні, для позиціювання верхньої плити стосовно нижньої плити, і дві різьбові шпильки з шайбами і гайками, за допомогою яких зразок досліджуваного палітурного матеріалу, притиснутий верхньою плитою до нижньої плити.

А механізм продавлювання з гідравлічним засобом створення тиску, обладнаний елементом продавлювання у вигляді паралелепіпеду, нижня частина якого виконана, як половина циліндра, розділеного навпіл вздовж осі циліндра, діаметр якого дорівнює ширині паралелепіпеду і довжина елемента продавлювання в чотири рази більша ніж його ширина.

Елемент продавлювання створює руйнівний тиск на вимірювальні зразки картону і хром-ерзацу, що розташовані в затискному пристрої, спочатку один зразок в поздовжньому, а потім наступний зразок у поперечному напрямку.

У даному технічному рішенні конструктивні особливості вимірювального пристрою, для визначення опору продавлювання картону, хром-ерзацу, крейдованого паперу – матеріалів з неоднорідною структурою, дозволяють отримати об'єктивні показники вимірювань руйнівного тиску в поздовжньому і поперечному напрямках.

Порівняльний аналіз технічного вирішення, що пропонується, з прототипами, дозволяє зробити висновок, що запропоноване технічне вирішення має суттєві ознаки, які відрізняють його від прототипів та відомих технічних рішень і обумовлює досягнення поставленого завдання внаслідок можливості створювати руйнівний тиск на експериментальні зразки палітурних матеріалів для виготовлення напівжорстких обкладинок.

Руйнівний тиск передається за допомогою елемента продавлювання, який здійснює переміщення через прямокутні отвори затискних плит, між якими затиснутий вимірювальний зразок картону або хром-ерзацу, до повного руйнування спочатку одного зразка в поздовжньому, а потім наступного зразка у поперечному напрямку.

Суть і принцип дії запропонованого технічного вирішення пояснюються кресленнями представленими на рис. 2.4.1, рис. 2.4.2, рис. 2.4.3, де подані конструктивні схеми вимірювального пристрою та зображені заготовки картону, хром-ерзацу, щільного крейдованого паперу, або іншого палітурного матеріалу зі структурою волокон в поздовжньому і поперечному напрямках.

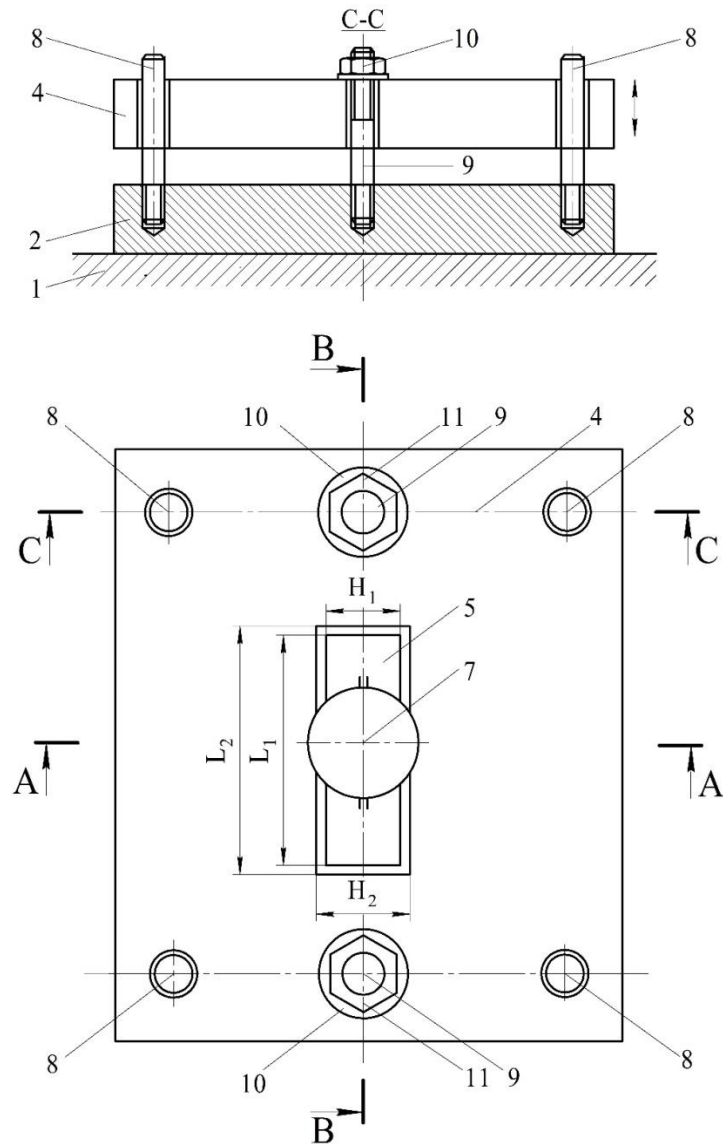


Рис. 2.4.1. Випробувальний пристрій для визначення опору продавлювання палітурних матеріалів: картону, хром – ерзацу, крейдованого паперу (вид зверху, розріз С-С)

В склад вимірювального пристрою (рис. 2.4.1, рис. 2.4.2) входить: станина (1) з нижньою прямокутною притискною плитою, на яку встановлений досліджуваний зразок (3), верхня прямокутна притискна плита (4), елемент продавлювання (5).

Діаметр циліндра дорівнює ширині паралелепіпеда ($s_1 = D$). Також в склад вимірювального пристрою входить гідравлічний засіб створення тиску (7), до якого прикріплений елемент продавлювання, 4 (чотири) циліндричні

напрямні (8), що позиціюють верхню притискну плиту, стосовно нижньої притискної плити, 2 (дві) різьбові шпильки (9) з шайбами (10) і гайками (11), за допомогою яких зразок досліджуваного картону, або хром-ерзацу притиснутий верхньою плитою до нижньої плити.

Верхня притискна плита(4) має 6 (шість) циліндричних наскрізних отворів (12) для проходження циліндричних напрямних (8) і різьбових шпильок (9), а нижня плита (2) має 6 (шість) різьбових отворів (13), в які вкручені циліндричні напрямні і різьбові шпильки.

Елемент продавлювання за допомогою різьбового отвору (6) прикріплений до гідравлічного засобу створення тиску (7). Габаритні розміри (ширина і довжина) елемента продавлювання $s_1 \times l_1$ на 3 мм, на кожную сторону, менше габаритних розмірів $s_2 \times l_2$ прямокутних отворів у верхній і нижній притискних плитах.

Довжина елемента продавлювання l_1 більша за ширину s_1 в чотири рази ($l_1 = 4s_1$). Висота елемента продавлювання h складається з висоти паралелепіпеду h_1 і радіуса r половини циліндра, з якого утворена нижня частина елемента продавлювання ($h = h_1 + r$).

Досліджуваний зразок (3) картону, або хром-ерзацу має поперечні (14) і поздовжні (15) волокна. Вимірювальний пристрій застосовується для визначення опору продавлювання картону, хром-ерзацу та щільних видів крейдованого паперу в машинному і поперечному машинному напрямках для отримання об'єктивних показників руйнівного тиску.

Які необхідно враховувати при проєктуванні просторових конструкцій напівжорстких книжкових обкладинок, з приклеєними крайками й клапанами, а також місць їх перегинів під час експлуатаційного використання.

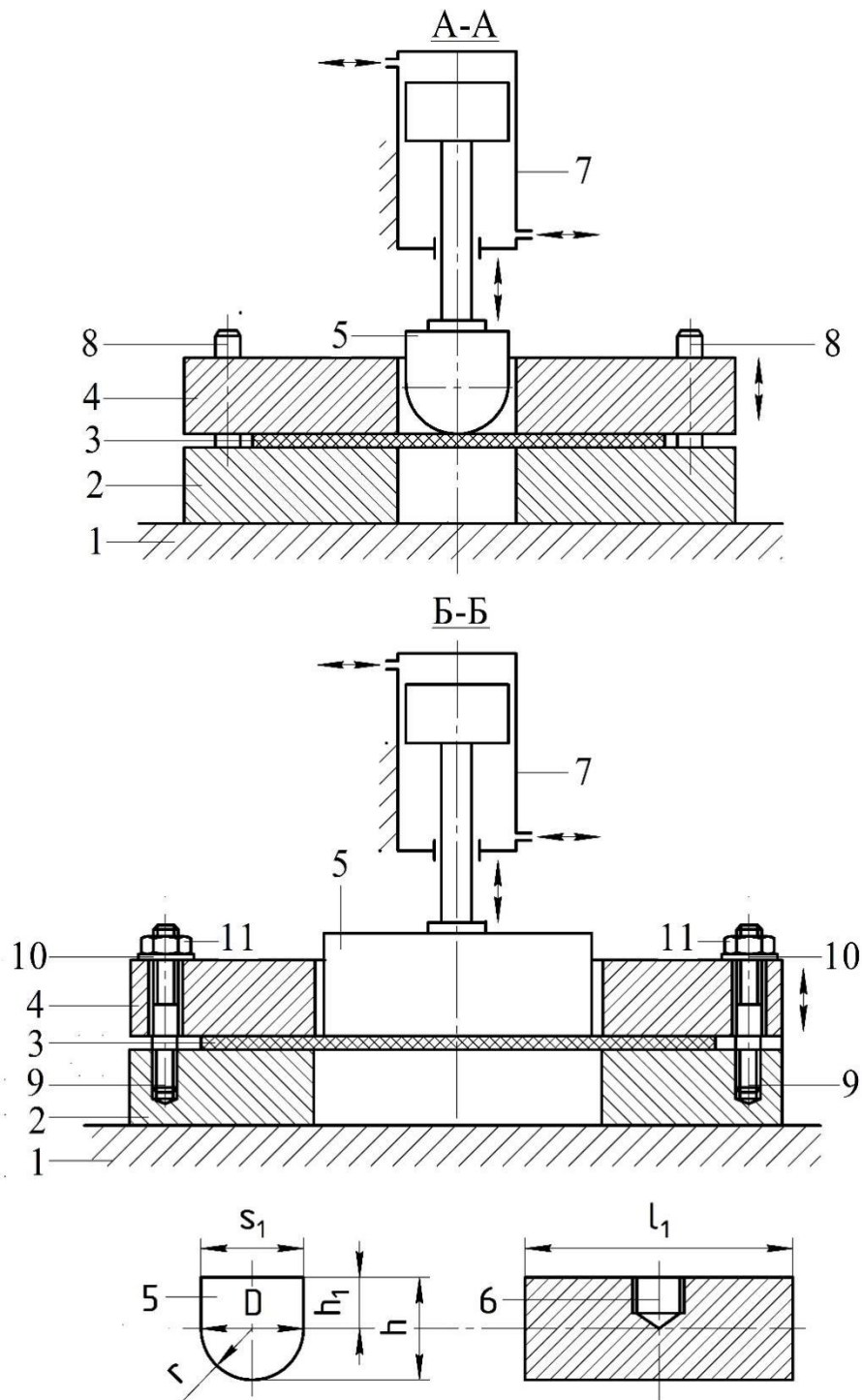


Рис. 2.4.2. Випробувальний пристрій для визначення опору продавлювання палітурних матеріалів: картону, хром-ерзацу, крейдового паперу (розрізи А-А, В-В)

Вимірювальний пристрій для визначення опору продавлювання картону, хром-ерзацу, щільного крейдового паперу, або іншого палітурного

матеріалу в поздовжньому і поперечному напрямку працює наступним чином.

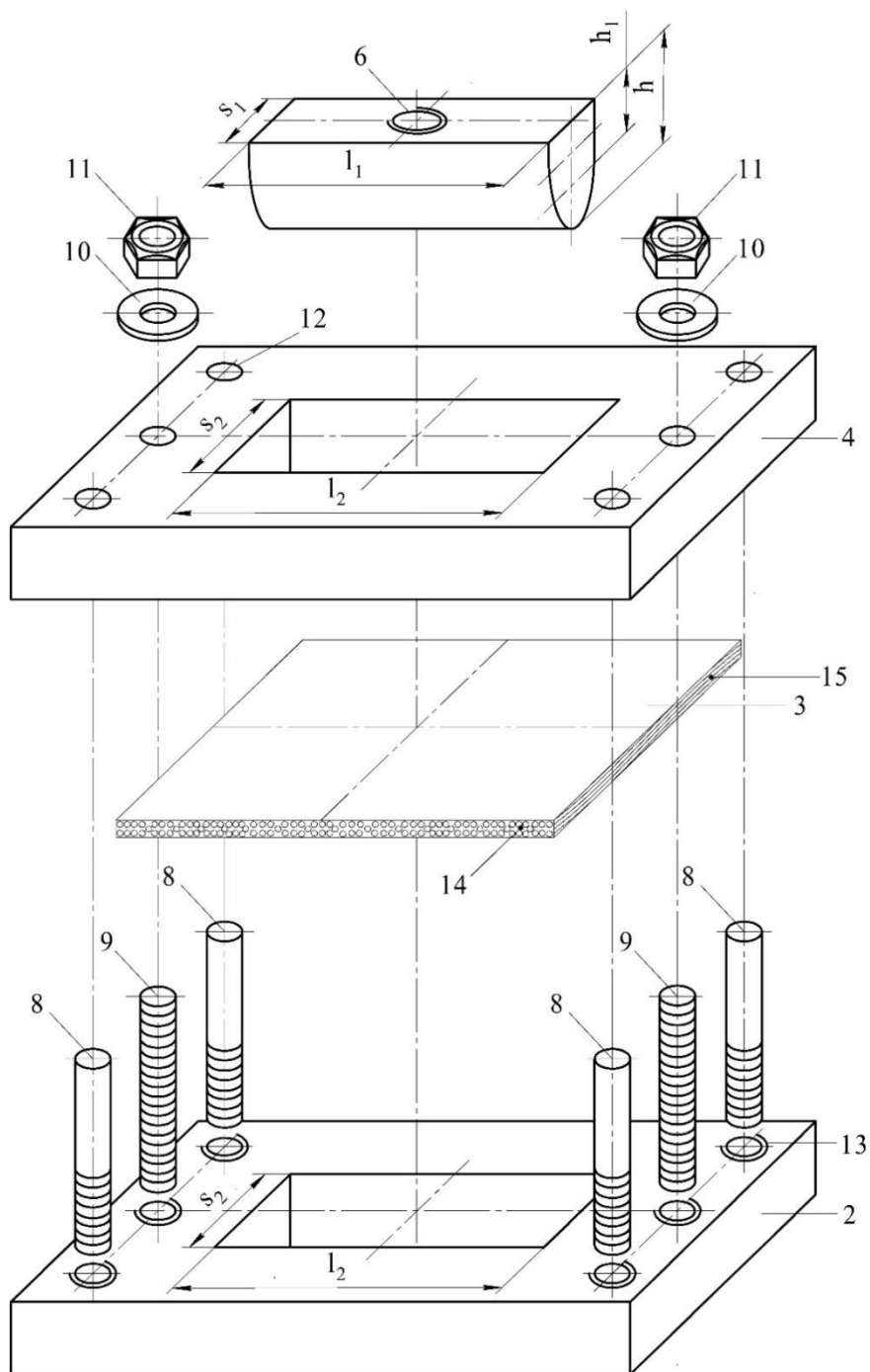


Рис. 2.4.3. Випробувальний пристрій для визначення опору продавлювання папітурних матеріалів: картону, хром – ерзацу, крейдованого паперу (складальне креслення)

На нижню притискну плиту 2, в різьбові отвори 13, якої, вкручені циліндричні напрямні 8 і різьбові шпильки 9, поміщають зразок 3, з поздовжнім розташуванням волокон в структурі досліджуваних картонів, або хром-ерзацу таким чином, щоб вся поверхня плити була перекрита зразком.

Верхня притискна плита 4 через отвори 12 по циліндричним напрямним і різьбовим шпилькам позиціонована на верхній частині досліджуваного зразка. За допомогою шайб 10 і гайок 11, накручених на різьбові шпильки із натягом, верхня притискна плита щільно фіксує зразок досліджуваного картону, або хром-ерзацу.

Внаслідок поступового підвищення тиску в гідравлічному пристрої 7, елемент продавлювання 5 опускається вниз, проходить через перший прямокутний отвір у верхній притискній плиті 4, вступає в контакт зі зразком 3, продовжує опускатися вниз через прямокутний отвір у нижній притискній плиті 2 і руйнує структуру зразка 3.

Зусилля руйнування зразка, розміщеного у вимірювальному пристрої в повздовжньому напрямку, фіксують за допомогою вимірювальної апаратури. Наступний етап вимірювання руйнівного зусилля проводиться в такій же послідовності для зразка, розміщеного у вимірювальному пристрої в поперечному напрямку.

Для перевірки коливань показників міцності окремих видів паперу та картону хром-ерзацу одинарної товщини, перелічених у табл. 2.4.1, у машинному та поперечному машинному напрямках, проведені експериментальні дослідження із застосуванням пристрою зображеному на рис. 2.4.3.

В окремому випадку, на прикладі зразків крейдованого паперу масою 300 г/м^2 , використані зразки без ламінування і з ламінуванням, з метою визначення впливу додаткового поверхневого зміцнення на показники міцності у машинному та поперечному машинному напрямках.

Заготовки зразків матеріалів (табл. 2.4.1) розташовувались між притискними плитами спочатку в поперечному, а потім у машинному напрямках орієнтування волокон в структурі матеріалів. Показники отриманих результатів занесені до табл. 2.4.2.

Таблиця 2.4.1. Види палітурних матеріалів для випробувань

№	№ зразків	Види палітурних матеріалів
1	Зразок №1	газетний папір 45 г/м ²
2	Зразок №2	офсетний папір 80 г/м ²
3	Зразок №3	крейдований папір 115 г/м ²
4	Зразок №4	крейдований папір 300 г/м ²
5	Зразок №5	крейдований папір 300 г/м ² + ламінація (плівка 30 мкм)
6	Зразок №6	крейдований папір 350 г/м ²
7	Зразок №7	картон хром-ерзац, d = 0,3 мм

Таблиця 2.4.2. Показники міцності зразків палітурних матеріалів у поперечному і поздовжньому напрямку розташування волокон

№	Зразки паперу і картону	Напрямок розташування волокон	Руйнівне зусилля, (н)					Середнє значення (н)	Міцність (н/см)
			Номер зразків						
			1	2	3	4	5		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Зразок №1	поперечний	26,46	27,44	28,42	26,46	27,44	27,24	18,13
2	Зразок №1	поздовжній	33,32	36,26	32,34	33,32	36,26	34,3	22,83
1	Зразок №2	поперечний	63,7	65,66	67,62	64,68	63,7	65,66	43,8
2	Зразок №2	поздовжній	70,56	73,5	70,56	72,52	71,54	71,74	47,82
1	Зразок №3	поперечний	77,42	76,44	75,46	77,42	75,46	76,44	50,96
2	Зразок №3	поздовжній	93,1	97,02	96,04	93,1	96,04	95,06	63,41
1	Зразок №4	поперечний	86,24	83,3	108,78	85,26	83,3	85,06	56,74
2	Зразок №4	поздовжній	117,6	119,56	117,6	120,54	117,6	118,58	79,08
1	Зразок №5	поперечний	88,2	87,22	88,2	89,18	90,16	88,59	59,09
2	Зразок №5	поздовжній	125,44	126,42	121,52	122,5	124,46	124,07	82,71
1	Зразок №6	поперечний	98,0	97,02	98,98	96,04	98,0	97,61	65,07
2	Зразок №6	поздовжній	155,82	153,86	152,88	154,84	155,82	154,64	103,1
1	Зразок №7	поперечний	97,02	90,16	88,2	92,12	90,16	91,53	61,05
2	Зразок №7	поздовжній	146,02	141,12	143,08	144,06	146,02	144,06	96,04

Аналіз отриманих результатів засвідчує значне відхилення показників міцності представлених матеріалів у машинному, відносно поперечному машинному напрямках.

Ламінування зразків крейдованого паперу масою 300 г/м^2 і внаслідок цього створення додаткового поверхневого зміцнювального ефекту, практично не вплинуло на різницю показників міцності.

Без ламінування зразків відхилення в сторону збільшення, на користь машинного напрямку, складає $28,25\%$, а з ламінуванням – $28,56\%$. Найменші показники відхилень виявлені в зразках офсетного паперу масою 80 г/м^2 – $9,2\%$, а найбільші показники виявлені у крейдованого паперу масою 350 г/м^2 – $36,89\%$ та картону хром-ерзац товщиною $0,3 \text{ мм}$ – $36,68\%$.

На гістограмі (рис. 2.4.4) зображені відхилення показників міцності матеріалів (табл. 2.4. 2) у машинному і поперечному машинному напрямках у відсотках.

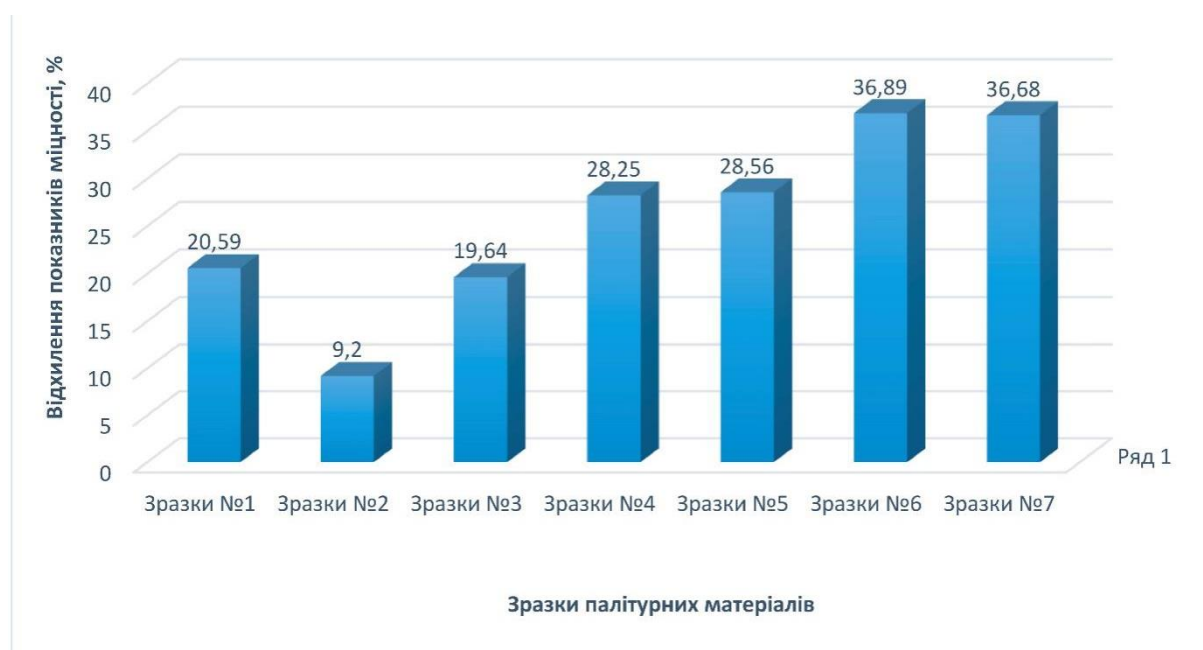


Рис. 2.4.4. Відхилення показників міцності окремих палітурних матеріалів в машинному і поперечному машинному напрямках

При формуванні друкарського аркуша і здійсненні розкладок розгорток напівжорстких обкладинок, необхідно враховувати значні відхилення

показників міцності палітурних матеріалів у машинному і поперечному машинному напрямках розташування волокон в структурі матеріалів. Слід зазначити, що місця майбутніх тривалих перегинань обкладинок, під час споживчого відкривання книжок, доцільно орієнтувати на друкарських аркушах вздовж машинного розташування волокон. В іншому випадку, тривалість використання обкладинок в неушкодженому стані скоротиться на 20-37% часу запланованого державними стандартами.

Контрольні запитання до розділу 2

1. В чому полягають конструктивні особливості штанцформ для виготовлення розгорток книжкових напівжорстких обкладинок однакового формату і різної ширини корінцевої частини?

2. Які економічні переваги надає застосування штанцформ зі змінною контурною геометрією в порівнянні зі штанцформами для висікання одного виду розгорток обкладинок?

3. Як здійснюється висікання розгорток напівжорстких обкладинок і формування біговальних ліній для майбутніх згинів крайок і клапанів у висікальних пресах тигельного типу?

4. Які основні особливості висікальних пресів тигельного типу, що обмежують застосування широкого спектра палітурних матеріалів і можливостей підвищення продуктивності праці?

5. Як визначається кількісна позиційність штанц-форм стоп-циліндрових пристроїв для висікання напівжорстких обкладинок з А1 і А0 форматів палітурного матеріалу?

6. Яка технологічна послідовність роботи чотириланкового механізму висікання розгорток напівжорстких обкладинок у вигляді поворотного шарнірного до складу якого входять плоскі рухомі плити, закріплені на кривошипях?

7. Як здійснюється зрівноваження динамічних навантажень, що виникають при обертанні плит в процесі роботи висікального чотириланкового поворотного шарнірного механізму ?

8. Якими повинні бути габаритні розміри штанцформ, що кріпляться на плоских гранях шестигранної призми в пристроях, що використовують для висікання одно позиційні висікальні форми, розташовані на багатогранній призмі, що обертається.

9. Які конструктивні особливості використані у вимірювальному пристрої для отримання розподілених показників міцності матеріалів з неоднорідною структурою розташування волокон в машинному і поперечному машинному напрямках?

10. Яка послідовність процесів вимірювання розподілених показників міцності матеріалів з неоднорідною структурою розташування волокон в машинному і поперечному машинному напрямках, з яких виготовляють напівжорсткі обкладинки для книжкової продукції?

11. Як позначаються результати вимірювання розподілених показників міцності матеріалів на формуванні технологічно обґрунтованих розкладок розгорток напівжорстких обкладинок на друкарських аркушах?

12. В якому напрямку доцільно формувати місця тривалих перегинань обкладинок під час споживчого відкривання книжок на друкарських аркушах?

13. Чи впливає ламінування зразків крейдованого паперу для створення додаткового поверхневого зміцнювального ефекту напівжорстких обкладинок на різницю показників міцності?

14. Які конструктивні особливості використані для створення індентора (елемента продавлювання) за допомогою якого передається тиск на затиснуті вимірювальні зразки картону або хром-ерзацу до їх повного руйнування?

РОЗДІЛ 3.

НОВІТНІ ТЕХНОЛОГІЇ СКЛЕЮВАННЯ КНИЖКОВИХ ОПРАВ МОДИФІКОВАНИМИ КЛЕЙОВИМИ КОМПОЗИЦІЯМИ

3.1. Комплексне оцінювання технологічних особливостей дискретного нанесення клею

До визначення технологічних можливостей модифікації доданої міцності клейових композицій при виготовленні напівжорстких обкладинок, розглянемо основні відмінності клейових валів клейових апаратів фальцювально-склеювальних ліній та технологій нанесення клею, за допомогою яких здійснюється суцільне і дискретне нанесення клею на конструктивні деталі висічених розгорток заготовок майбутніх обкладинок [38].

Дослідження конструктивних особливостей деяких клейових апаратів, способів нанесення палітурних клеїв суцільними або дискретними шарами і чинників, що впливають на мінімізацію витрат клею для виготовлення напівжорстких обкладинок, проведено за умов дотримання визначеної технологічної міцності і жорсткості виготовлених обкладинок.

Клейові апарати, що застосовуються в палітурних технологічних процесах для нанесення клею суцільним шаром визначеної товщини, поділяються на два основні види, в одному із яких, товщину клейового шару регулює ракельний ніж, просторово дотичний до циліндричних валків нанесення клею, в іншому механізм щілинного типу з регульованим пласким отвором подачі клею.

Клейові апарати для дискретного нанесення клею відрізняються конструктивними особливостями нанесення клейового шару (лише незмінної каліброваної товщини), який забезпечується циліндричними валками, що мають живильники заглибини кругового типу в циліндричному тілі клейових валків, розташованих з кроком нанесення клею, або живильники заглибини коміркової побудови поверхні (рис. 3.1.1, рис. 3.1.2).

На рис. 3.1.1 зображено конструкцію клейового циліндра коміркового типу, механізму обертального нанесення клею в фальцювальньо-склеювальних автоматизованих лініях. Комірки (рис. 3.1.1, *a*) круглого типу із заглибинами у вигляді частини шару, розміри якого коливаються в залежності від розрахованої кількості клею, який переноситься на палітурний матеріал.

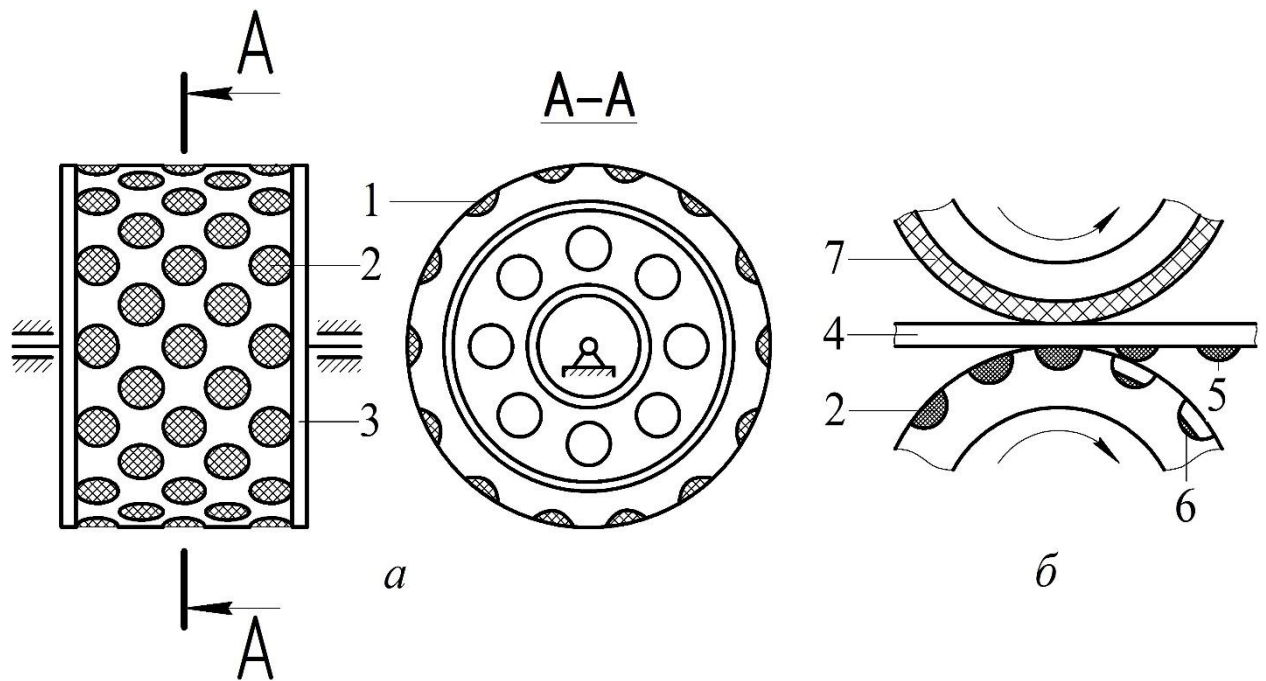


Рис. 3.1.1. Клейовий комірковий вал зі схемою перенесення клею на палітурний матеріал, *a* – клейовий вал коміркового типу; *б* – схема перенесення клею; 1 – зовнішня поверхня клейового валу; 2 – комірки з клеєм; 3 обмежувальні обіди; 4 – палітурний матеріал; 5 – перенесений клей; 6 – залишки клею; 7 – пружний декель

Розміри комірок і кількісний показник їх розташування на поверхні клейового валу залежать, в першу чергу, від фізико-механічних властивостей палітурних матеріалів і ступеню їх адгезійного зв'язку з клейовими полімерними композиціями застосовуваними для виготовлення напівжорстких обкладинок.

В процесі перенесення клею, зображеного на рис. 3.1.1, б, в результаті контакту клейового циліндра з палітурним матеріалом для виготовлення обкладинок, клей прилипає до поверхні палітурного матеріалу і більша частина клею залишається на палітурному матеріалі.

Цей процес обумовлений силами адгезії, що діють між палітурним матеріалом і клеєм, і які для забезпечення технологічного процесу завжди більше сил когезії клею. Товщина шару клею, з врахуванням відсотку розтискування при склеюванні складових напівжорстких обкладинок, коливається при використанні клейових валів із різними за розмірами й геометричною побудовою заглибинами.

При перенесенні клею із комірок на поверхню палітурного матеріалу, не дивлячись на силу адгезійного зв'язку, незначна частина клею залишається в комірках, яку необхідно враховувати при розрахунках кількості клею, що має бути перенесений на палітурний матеріал.

В залежності від в'язкості й липкості різних видів клею, конструкції, розмірів і класу обробки ввігнутих поверхонь коміркових заглибин, розмірний показник залишків клею у кожному випадку буде різний. Тому технологічному склеюванню напівжорстких обкладинок має передувати процес визначення утворюваних залишків клею. А також має бути врахована можливість часткової полімеризації залишків клею в комірках. Тому необхідно передбачити циклічний процес технологічного очищення клейових циліндрів в процесі тиражного виготовлення напівжорстких обкладинок.

На рис. 3.1.2. зображено клейові вали з круговими заглибинами різних типів перерізів: дугових, трикутних, трапецієподібних.

Відповідно, об'єм клею, який можливо нанести на розгортки для напівжорстких обкладинок, буде порівнянний з площиною перерізів відповідних профілів. З площиною, утвореною перерізом дуги, трикутника, трапеції та інших можливих геометричних варіантів.

Для подальших досліджень і розроблення системи довірчих розрахунків кількісного нанесення клейових шарів на розгортки напівжорстких обкладинок, приймаємо профіль кругових заглибин в клейовому циліндрі прямокутним і профіль дискретних коміркових заглибин також прямокутним.

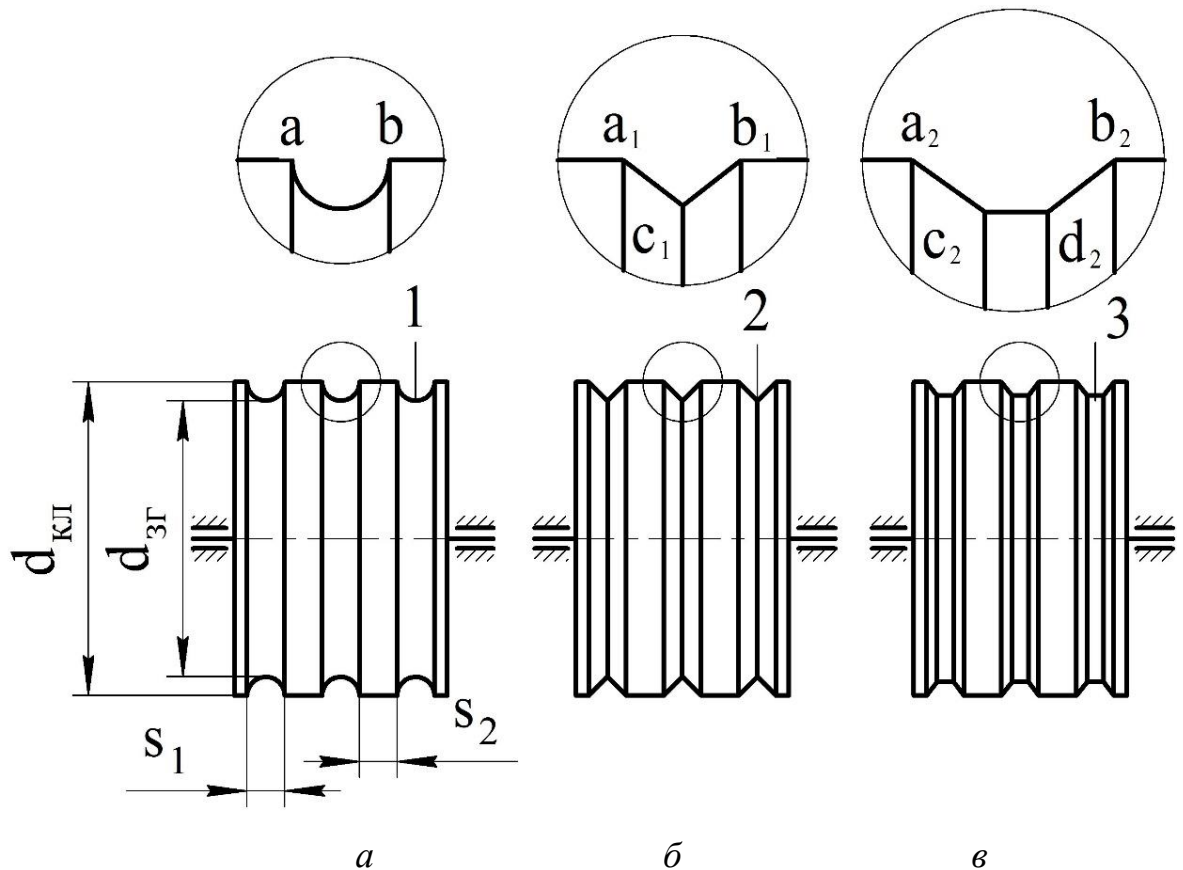


Рис. 3.1.2. Окремі типи клейових валів з круговими заглибинами, *а* – дуговий профіль перерізу; *б* – трикутний; *в* – трапецієподібний

Разом з тим, враховуємо, що технологічні процеси поліграфічного машинобудування, при виготовленні клейових валів, передбачають застосування метало різальних інструментів наявних в галузі з іншими конфігураціями поверхні різання.

Згідно з отриманням, у зв'язку з цими обставинами, різних профілів перерізів і комірок, можливо вирахувати коефіцієнти переходу від розрахункових величин кількості клею, нанесеного за один оберт клейового валу прямокутного профілю, стосовно інших, утворених в результаті

застосування відповідних інструментів з відмінними від прямокутних профілями.

На рис. 3.1.3, *a* зображено технологію нанесення каліброваного шару клею суцільними стрічкоподібними ділянками з товщиною клейового шару, позначеною, як $t_{\text{кл}}$. Розгортка (1) заготовки напівжорсткої обкладинки з товщиною палітурного матеріалу $t_{\text{м}}$ переміщається \vec{v} в напрямку обертового клейового валу.

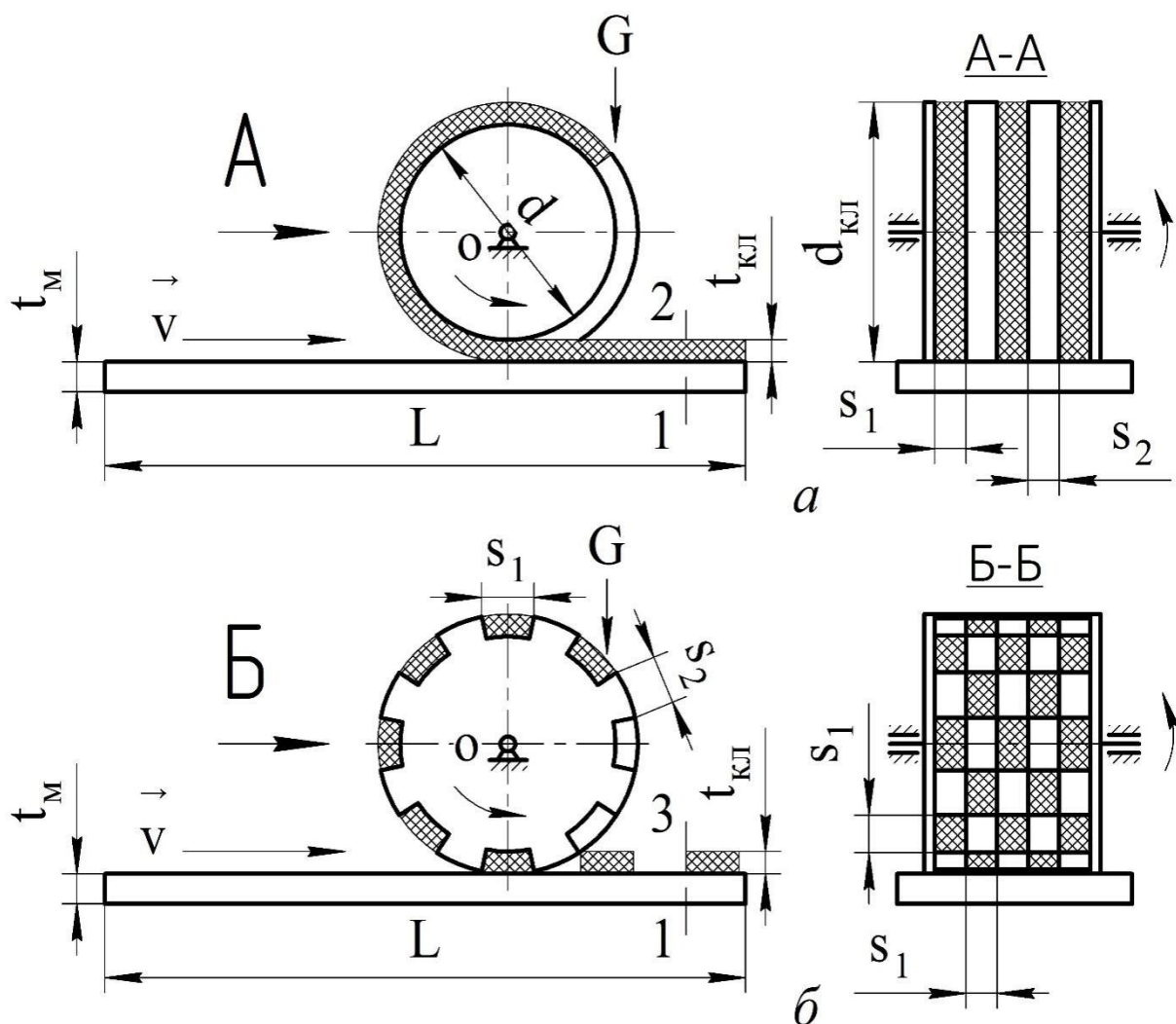


Рис. 3.1.3. Технології нанесення каліброваного шару клею, *a* – суцільного стрічкового; *б* – дискретного шахового

Клейовий вал має однорідні ділянки заглиблення для наповнення клеєм, ширина яких позначена, як s_1 , проміжкові ділянки, як s_2 , що у випадку, зображеному на рис. 3.1.3, $s_1=s_2$, діаметр заглиблення – d , а діаметр

зовнішньої поверхні, який обмежує кількість клею, що потрапляє в заглиблення і калібрує однорідність нанесення, як $d_{\text{кл}}$, G – зона завантаження клею.

Відповідно, товщина клейового шару, який наноситься для склеювання обкладинки:

$$t_{\text{кл}} = d_{\text{кл}} - d, \quad (3.1.1)$$

а об'єм, що може бути нанесений за один оберт клейового валу:

$$V_{\text{кл}} = (d_{\text{кл}} - d) \times s_1 \times n, \quad (3.1.2)$$

де n – кількість колових заглиблень однакової ширини.

Для планування і технологічного розрахунку витрат клею у виробництві необхідно враховувати лінійну довжину ділянки обкладинки, на яку наносять дискретний шар клею, тоді [40]

$$V_L = \frac{(d_{\text{кл}} - d) \times s_1 \times n}{\pi \times d} \times L, \quad (3.1.3)$$

де V_L – витрати клею на фіксовану розмірами обкладинки довжину;

L – лінійний розмір зони нанесення клею.

На рис. 3.1.3, б зображено технологію нанесення каліброваного шару клею комірковими клейовими валками. Утворювальна поверхня такого клейового валка поділена на прямокутні ділянки з однаковими контурними розмірами s_1 .

Прямокутні ділянки чергуються у шаховому порядку в поздовжньому і поперечному напрямках утворювальній поверхні клейового валка: комірка – прямокутна ділянка – комірка – прямокутна ділянка, і так по всій утворювальній поверхні клейового валка.

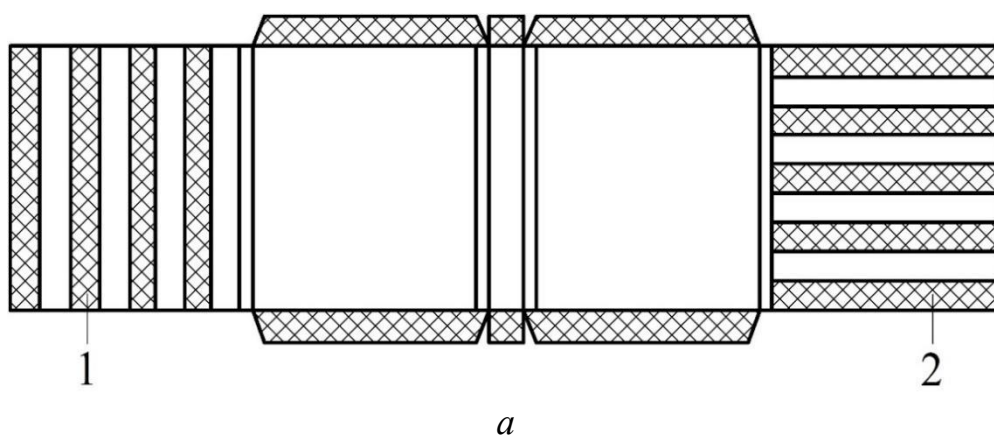
Розміри комірок для поділу поверхні клейового валка вибрані такими, щоб могла бути відтворена їх кратна кількість, без залишків, для створення можливостей рівномірного нанесення клею на складові деталі обкладинок.

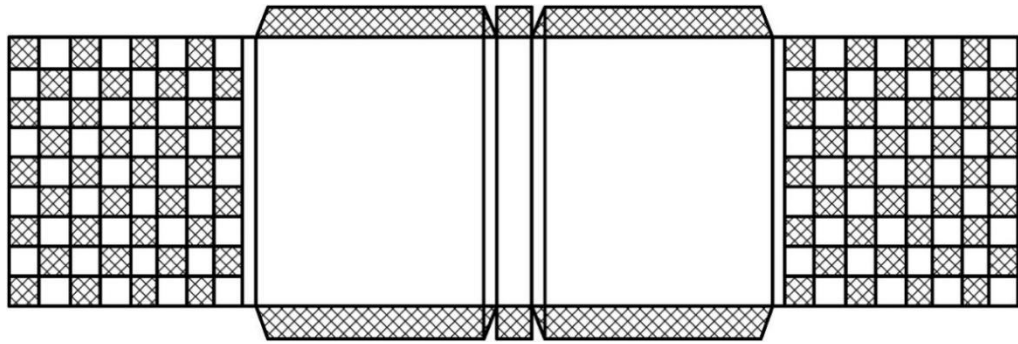
Комірки утворувальної поверхні клейового валка можуть мати різну геометричну форму на поверхні валка, у вигляді круглих отворів, чотири, п'яти, шести, або іншої конфігурації багатогранників.

В глибину валка, відраховуючи від утворувальної поверхні, формування отворів залежить від конфігурації метало різального інструменту, технології механічного утворення отворів і визначеної кількості клею, що має бути перенесена із комірок на обкладинку. Для проведення порівнянних досліджень різних типів клейових апаратів і відмінностей у способах нанесення клею на деталі напівжорстких обкладинок відібрані клейові валки з тотожними прямолінійними, для стрічкоподібного нанесення клею, і прямокутними, для коміркового нанесення клею, розмірними параметрами.

За умови однакових розмірів заглиблень і «пробільних» частин поверхні клейових валків, на які клей не наноситься, клейові апарати, як такі, що створюють шар клею суцільними стрічкоподібними ділянками, чи комірковими ділянками, утворюють параметрично тотожні площі клейового заповнення поверхонь конструктивних деталей обкладинок.

Але міцність виготовленої напівжорсткої обкладинки, при нанесенні клею суцільними стрічкоподібними ділянками, буде відрізнятися в поздовжньому і поперечному напрямках в залежності від напрямків нанесення клею (рис. 3.1.4).





б

Рис. 3.1.4. Стрічкоподібні й шахові ділянки нанесення клею,
1 – в поперечному напрямку; 2 – в поздовжньому напрямку

Для технологічності операції нанесення стрічкоподібного шару клею доцільно використовувати валковий механізм, що здійснює нанесення клею при транспортуванні обкладинки в напрямку (1) показаному на рис. 3.1.4.

Нанесення клею у напрямку (2) ускладнює конструкцію клейового механізму, але створює більш сприятливі експлуатаційні умови використання напівжорсткої обкладинки при тривалих розкриваннях книг і уповільнення отримуваної, відповідно, деформації обкладинок.

Для підготовки досліджень залежності площі нанесення палітурного клею на конструктивні деталі напівжорстких обкладинок та отримуваної міцності і жорсткості виготовлених обкладинок, після склеювання основної частини обкладинки і її додаткових зміцнювальних деталей, необхідно дослідити процес розтискування клею при проходженні склеєних частин через валки механізму каландру.

Кількісний показник дискретної подачі клею клейовими валками та зусилля стискання склеєних поверхонь палітурного матеріалу напівжорсткої обкладинки будуть суттєво впливати на отримувані геометричні параметри клейової площі заповнення, утвореної композитної структури картон-клей-картон.

Клейові апарати, які наносять клей суцільним площинним шаром регулюють мінімальну товщину клею, враховуючи його липкість і в'язкість, в межах, що забезпечує надійне з'єднання склеєних поверхонь палітурного матеріалу напівжорсткої обкладинки й заповнення профільного рельєфу, притаманного поверхням кожного матеріалу.

Будь-яке значне технологічне розтискування клею, після каландрування склеєних деталей одного щільного матеріалу, не планується і має характер похибки. Наявність же значного розтискування, у таких випадках, свідчить про надмірну подачу клею, не викликану структурною необхідністю забезпечення додаткової міцності виготовленої обкладинки.

У випадку нанесення клею дискретними суцільними стрічковими, або комірковими шарами клею, порційність нанесення клею залежить від конструкції клейових валків, що сприяють забезпеченню технологічного розтискування клейового шару під час каландрування склеєних поверхонь обкладинок.

Площа утвореної дискретної зони склеювання не тільки забезпечує доцільну міцність і жорсткість обкладинок різних конструкцій, а є елементом створення їх просторових варіантів.

Розглянемо декілька варіантів дискретного нанесення клейових шарів (рис. 3.1.5) для склеювання деталей напівжорстких обкладинок і виявлення особливостей технологічного обґрунтування необхідності такого склеювання. Де цифрами 1, 3, 5 позначені ділянки клейового валу без клею на поверхні, а 2, 4, 6 – ділянки каліброваних клейових впадин, що регулюють кількість нанесення клею.

Клейовий вал (рис. 3.1.5, а) має декілька радіальних колових пазів (2), утворених в тілі валу, що мають однакову ширину зі з'єднувальними елементами (1), розташованими в черговій послідовності з радіальними пазами. Ширина радіальних колових клейових пазів t_1 і ширина ділянок s_1 тотожні, тобто $t_1 = s_1$.

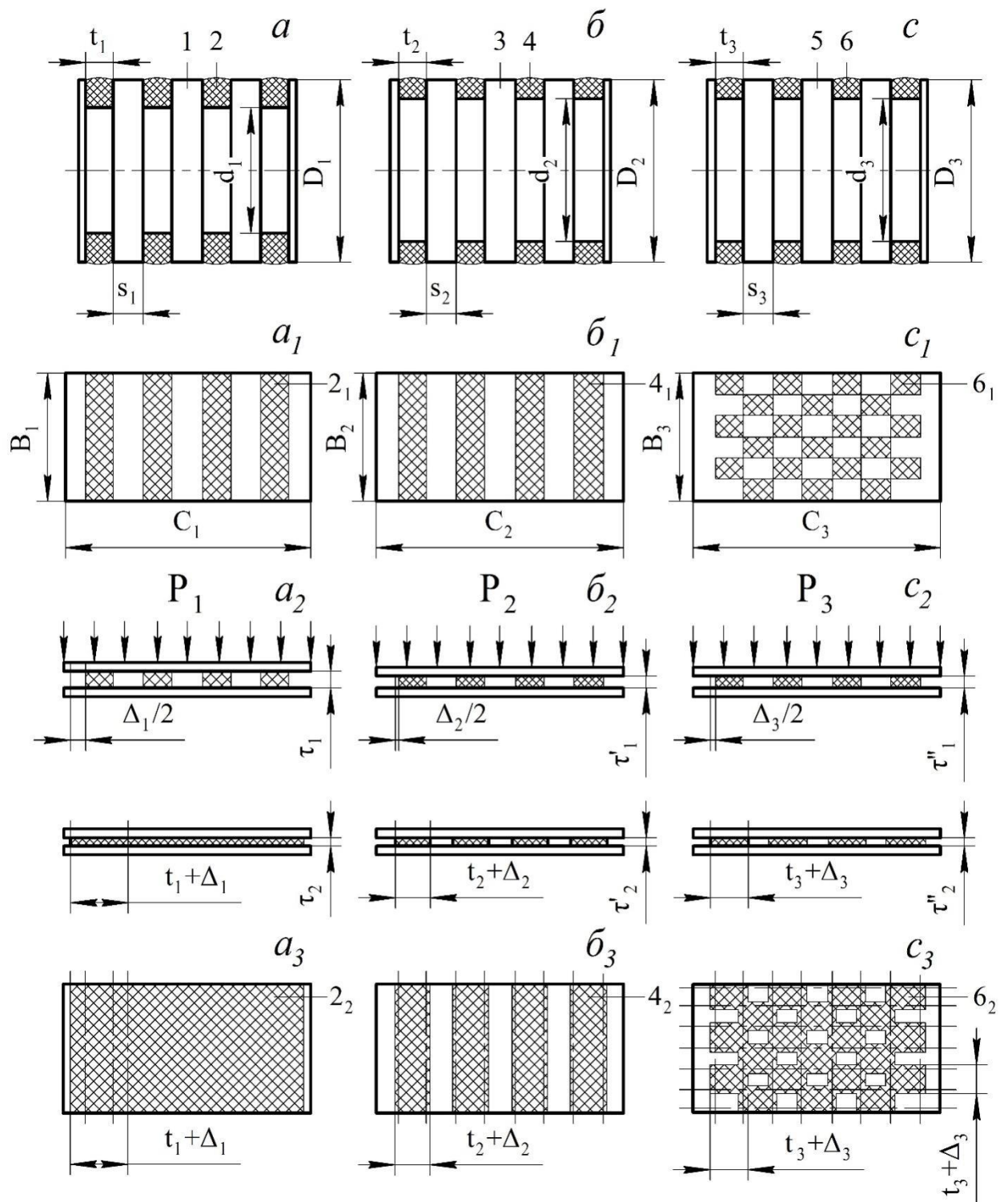


Рис. 3.1.5. Конструктивні особливості клейових валів і схем нанесення клею для виготовлення напівжорстких книжково-журнальних обкладинок, 1, 3, 5 – клейові вали для нанесення суцільних і дискретних шарів клею; 2, 4, 6 – профільні заглибини в клейових валах

Діаметр d_1 позначає глибину радіального клейового паза, що регулює порційність нанесення клейового шару з однієї сторони. А діаметр D_1 позначає, як загальний зовнішній розмір циліндричної утворювальної поверхні клейового валу і циліндричний розмір з'єднувальних ділянок, так і зовнішній розмір клейового шару розташованого в радіальних колових пазях.

На рис. 3.1.5, a_1 відтворена прямокутна частина клапана напівжорсткої обкладинки, що приклеюється до основної частини обкладинки, позначена сторонами B_1 і C_1 прямокутника. На поверхню клапану обкладинки нанесені стрічкоподібні шари клею шириною t_1 і товщиною τ_1 (рис. 3.1.5, a_2).

Товщина клею τ_1 утворена нанесенням його в такій кількості, що забезпечує розтискування $\frac{\Delta_1}{2}$ за умови, що $\frac{\Delta_1}{2} = \frac{s_1}{2}$. Загальна величина розтискування такого клейового шару Δ має бути тотожною з шириною з'єднувальних ділянок s_1 на яких відсутній будь-який шар клею, $\Delta_1 = s_1$.

Враховуючи виконання попередньої умови, склеюванні поверхні частин напівжорсткої обкладинки при проходженні через стискувальні, з зусиллями \bar{P}_1 , валки каландру, перетворюють поверхню склеювання із дискретної у суцільну, із товщиною клейового шару τ_2 ($\tau_2 < \tau_1$).

З врахуванням розтискування клейового шару $(t_1 + \Delta_1)$, площа дискретного нанесення клею (2_1) , (рис. 3.3.5, a_1) на прямокутну частину клапану обкладинки $B_1 \times C_1$ набула суцільного характеру (2_2) , (рис. 3.1.5, a_3).

Клейові апарати нанесення клею дискретними суцільними стрічковими ділянками, які після розтискування механізмом каландру, перетворюються на суцільні клейові зони, в порівнянні із клейовими апаратами щілинного типу і циліндрично-ракеельними, потребують постійного регулювання товщини клейового шару.

Відмінність таких апаратів від апаратів дискретного нанесення клею полягає в тому, що для виготовлення напівжорстких обкладинок використовується клейовий вал з радіальними коловими пазями, що

забезпечують незмінну калібровану кількість клею для нанесення на деталі обкладинки, з врахуванням розтискування, і не потребують налагоджень.

Розглянемо інший варіант влаштування клейового апарату з дискретним нанесенням клею для виготовлення напівжорстких обкладинок, представлений на рис. 3.1.5, б.

Застосування напівжорстких обкладинок в книжково-журнальній продукції, де скріплення обкладинок із книжковими, або журнальними блоками відбувається незшивним клейовим способом, не вимагає однорідності склеєної композитної структури обкладинки й не потребує склеювання деталей обкладинки суцільним клейовим шаром.

З метою мінімізації витратної частини замовлення, на виготовлення такої книжково-журнальної продукції, можливе застосування клейового апарату з економним дискретним стрічковим нанесенням клею на деталі обкладинки, з мінімальним його розтискуванням і збереженням зон вільних від клею.

В такому випадку, об'єм клею $V_{\text{кл}}$, що має бути нанесений на фрагмент прямокутної частини клапана напівжорсткої обкладинки, зі сторонами B_2 і C_2 , буде дорівнювати:

$$V_{\text{кл}} = (D_2 - d_2) \cdot t_2 \cdot L \cdot n, \quad (3.1.4)$$

де D_2 – зовнішній діаметр клейового валу і зовнішньої поверхні клею, що знаходиться в радіальних колових пазах;

d_2 – внутрішній діаметр клейових колових пазів;

t_2 – ширина клейового паза;

L – довжина клейової стрічки;

n – кількість клейових стрічок.

Товщина клейового шару τ'_2 , з врахуванням розтискування:

$$\tau'_2 = \frac{V_{\text{кл}}}{t_2 + \Delta_2}, \quad (3.1.5)$$

де Δ_2 – розмірний показник розтискування.

За умов рівності розмірів ширини клейових радіальних колових пазів і ділянок клейового валу вільних від клею ($t_2 = s_2$), площа внутрішньої склеєної поверхні фрагменту клапана обкладинки, після каландрування (із притискним зусиллям \overline{P}_2) і відповідного розтискування клею, збільшиться по ширині клейової стрічки, у порівнянні з початковою, і буде дорівнювати:

$$S = \frac{t_2 + \Delta_2}{t_2} \cdot L \cdot n \cdot 100\%. \quad (3.1.6)$$

Можливий варіант стрічкового нанесення клею, в якому початкова ширина ділянок без клею більша за ширину ділянок з нанесеним клеєм на розмір подальшого розтискування, що дозволяє отримувати рівномірні ділянки після завершення склеювання і каландрування готового виробу.

Відповідно

$$s_2 > t_2 = t_2 + \Delta_2. \quad (3.1.7)$$

Можливі і інші варіативні поєднання ширини стрічкових клейових шарів і проміжних ділянок між ними.

На рис. 3.1.5, с представлений клейовий вал коміркового типу, що здійснює нанесення клейового шару у шаховому порядку з перемінним чергуванням комірок з клеєм і з'єднувальних ділянок без клею.

Напівжорсткі обкладинки виготовлені комірковим способом нанесення клею, з подальшим його незначним розтискуванням, придатні для з'єднання з книжковими блоками через приклеювання до форзаців і не утворюють дефектів, як зовнішньої поверхні обкладинок, так і їх внутрішньої структури.

Розглянемо відмінність утвореної поверхні нанесення клею комірковим способом від попередньо перерахованих.

Необхідно відзначити, що стрічкове нанесення клею формує на площині склеєної обкладинки суцільні поздовжні, або поперечні шари клею, відмінні від початкової ширини на величину розтискування Δ .

Стрічкові клейові ділянки чергуються зі стрічковими ділянками на яких клей відсутній. В таких випадках заповнення клеєм площини обкладинки коливається в межах прямолінійних зон розтискування.

Шахове розташування комірок передбачає розмірне розтискування Δ_3 (із зусиллям стискання \bar{P}_3) клейових клітинок не лише в поздовжньому напрямку, а і в поперечному напрямку, що на відміну від стрічкового нанесення клею, суттєво зменшує поверхню обкладинки, на якій клей відсутній, на величину поперечного розтискування клітинок.

Для моделювання розрахунку площі шахового заповнення клеєм площини обкладинки, з врахуванням зон розтискування, введемо необхідні припущення.

Довжина фрагменту обкладинки, на який наноситься клей, дорівнює довжині утворювальної клейового валика: $S_{\text{кола}} = L_{\text{обкл}}$. Ширина клейового валу дорівнює ширині фрагменту обкладинки, на якому розташовується довільна кількість клітинок, яка дорівнює цілому числу.

Розміри клейових клітинок з розтискуванням і квадратних ділянок, на яких клей відсутній, – тотожні [40].

Отже, для загального випадку, визначаємо кількість клітинок з клеєм і без клею, що можуть розташуватися на площині утворювальної клейового валу.

$$n = \frac{\pi D}{2(t + \Delta)}, \quad (3.1.8)$$

де D – діаметр клейового валу;

t – розмір сторони клейової комірки;

Δ – розмір двостороннього розтискування клею.

Загальна площа клейових комірок:

$$S_k = \frac{\pi D}{2(t + \Delta)} \cdot t^2 \cdot m, \quad (3.1.9)$$

де m – кількість цілих рядів клітинок вздовж клейового валу.

Відповідно, загальна площа клейової поверхні, утвореної комірковим нанесенням клею, з врахуванням розтискування, дорівнює:

$$S_{\text{кл}} = \frac{\pi D(t+\Delta)^2}{2(t+\Delta)} \cdot m = \frac{1}{2} \pi D(t+\Delta) \cdot m. \quad (3.1.10)$$

В подальших розрахунках для визначення площі клею, що наноситься комірковим клейовим валом на обкладинку, з параметрами формату видання, застосовуються коефіцієнти переходу, які враховують розміри клейового валу виробничого механізму нанесення клею, а також враховують довжину і ширину клейової ділянки обкладинки.

На рис. 3.1.6 зображено конструктивні особливості розташування клейових зон, утворених комірковими клейовими валами, у яких прямокутні комірки розташовані у шаховому порядку, або зі зміщенням одного ряду комірок відносно іншого. Правильне шахове розташування квадратних клейових зон (рис. 3.1.6, а) поділяє конструктивну поверхню приклеєної деталі обкладинки навпіл: 50% площі обкладинки з нанесеним клеєм, 50% - без клею.

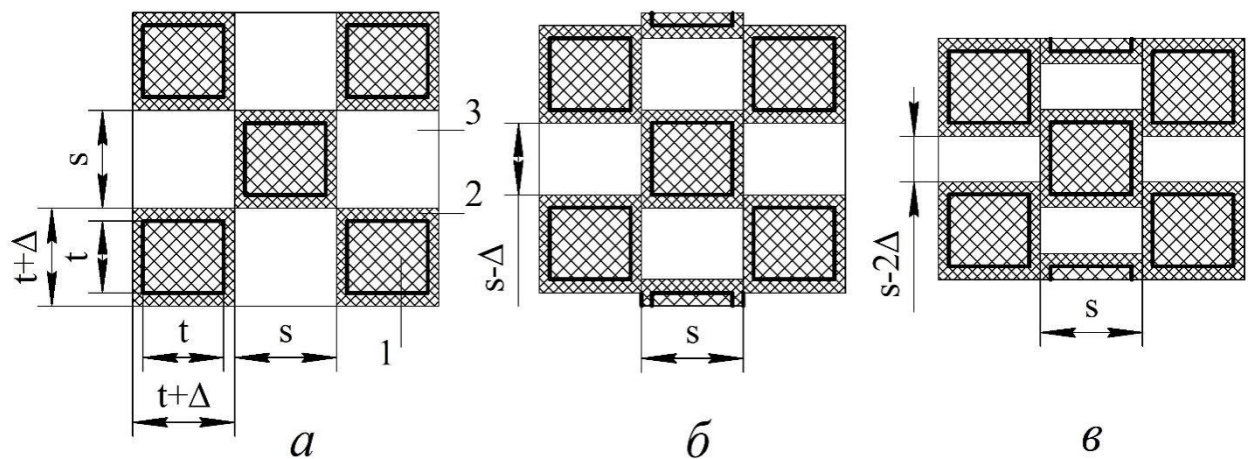


Рис. 3.1.6. Конструктивне розташування квадратних клейових комірок і послідовна зміна площі нанесення клею, а – шахове розташування зон нанесення клею з розтискуванням; б, в – розташування зон нанесення клею зі зміщенням; 1 – зона комірки; 2 – зона розтискування; 3 – зона вільна від клею.

На рис. 3.1.6, б зображені квадратні клейові зони із суміщенням на розмір розтискування клею Δ ($s - \Delta$). Загальна площа клейової поверхні дорівнює:

$$S_{\text{кл(б)}} = \frac{\pi D}{(t+\Delta)+(s-\Delta)} \cdot (t+\Delta) \cdot m = \frac{\pi D}{s+s-\Delta} \cdot s \cdot m = \frac{\pi D}{2s-\Delta} \cdot s \cdot m. \quad (3.1.11)$$

На рис. 3.1.6, в зображені квадратні клейові зони із суміщенням на розмір подвійного розтискування клею 2Δ ($s - 2\Delta$).

Загальна площа клейової поверхні дорівнює:

$$S_{\text{кл(в)}} = \frac{\pi D}{(t+\Delta)+(s-2\Delta)} \cdot (t+\Delta) \cdot m = \frac{\pi D}{s+s-2\Delta} \cdot s \cdot m = \frac{\pi D}{2(s-\Delta)} \cdot s \cdot m. \quad (3.1.12)$$

Для проведення експериментальних досліджень міцності обкладинок відібрані обкладинки, у яких розгортки для заготовки висічені із тонкого картону хром-ерзац товщиною 0,3 мм.

Приклеювання клапанів напівжорстких обкладинок до основної частини виконано після нанесення клею у способи перелічені в попередньому описі, що внесені до табл. 3.1.1.

Таблиця 3.1.1. Способи нанесення клею на конструктивні деталі напівжорстких обкладинок

№	Кодування	Назва способу склеювання експериментальних зразків	Площа ділянок без клею
1	А	Суцільний	0%
2	Б	Стрічковий з ділянками однакових розмірів, розташованих в поздовжньому напрямку	50%
3	В	Стрічковий з ділянками однакових розмірів, розташованих в поперечному напрямку	50%
4	Г	Шаховий, з однаковими розмірами квадратних ділянок з клеєм і ділянок без клею	50%
5	Д	Шаховий зі зміщенням	40%

Експериментальні дослідження виконувалися на розривній машині РМБ-30 з граничним навантаженням не менше 50 Н (5 кгс), ціною поділки шкали

A не більше 0,02 кГс і вантажем, що створює зусилля на розрив близько 0,001 МПа (0,01 кГс/см²).

Для випробовування виділені фрагменти склеєних обкладинок, які являють собою смужки тонкого картону хром-ерзац, товщиною 0,3 мм, довжиною 100 мм і шириною 15 мм, склеєні у вищезазначені способи.

Склеювання зразків здійснювались за допомогою сучасних палітурних клеїв: PLAKAL Batch 6602 (Німеччина), термоклей Tesnomelt 3660 (Німеччина), термоклей Swift therm 8026 (Фінляндія), дисперсія полівініл-ацетатна ПВАД 51-П (Україна), дисперсія полі-вініл-ацетатна ПВАД ДФ-51/15В(Україна).

Результати проведених досліджень занесені до табл. 3. 1.2.

На гістограмі зображеній на рис. 3.1.7 відтворені порівняльні показники міцності склеєних, у способи вказані в табл. 3.1.1, фрагментів напівжорстких обкладинок.

Таблиця 3.1.2. Результати експериментальних досліджень клеєних фрагментів напівжорстких обкладинок

№ п/п	Спосіб склеювання (кодування із таблиці 1)	Назва клею	Руйнівне зусилля					Середнє всіх зразків, кГс	Міцність під час розтягування, кГс/см
			Номер зразків						
			1	2	3	4	5		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	(А)	PLAKAL Batch 6602	28,7	28,5	28,5	28,3	28,5	28,5	19,0
	»	Термоклей Tesnomelt 3660	29,2	29,3	29,2	29,3	29,5	29,3	19,53
	»	Термоклей Swift therm 8028	29,1	29,2	29,6	28,8	28,8	29,1	19,4
	»	ПВАД ДФ 51/15В	30,5	30,5	30,5	30,6	30,4	30,2	20,13
	»	ПВАД 51-П	30,0	30,2	30,0	30,4	30,4	30,2	20,13
2	(Б)	PLAKAL Batch 6602	17,9	17,8	17,9	17,7	17,9	17,84	11,89
	»	Термоклей Tesnomelt 3660	19,2	19,4	19,3	19,2	19,0	19,22	12,81
	»	Термоклей Swift therm 8028	19,0	19,2	19,2	19,0	19,1	20,1	13,40
	»	ПВАД ДФ 51/15В	21,7	21,8	21,8	21,7	21,6	21,72	14,48
	»	ПВАД 51-П	21,3	21,3	21,4	21,3	21,3	21,32	14,21
3	(В)	PLAKAL Batch 6602	16,9	17,0	16,9	17,1	17,2	17,02	11,34
	»	Термоклей Tesnomelt 3660	17,8	18,0	17,9	18,1	18,2	18,0	12,00

»	Термоклей Smift therm 8028	17,7	17,7	17,8	17,8	17,9	17,78	11,85
»	ПВАД ДФ 51/15В	19,2	19,2	19,3	19,2	19,3	19,24	12,82
»	ПВАД 51-П	19,0	18,9	18,9	18,8	19,0	18,92	12,61
(Г)	PLAKAL Batch 6602	18,9	18,8	18,9	18,7	18,8	18,82	12,54
»	Термоклей Тесномелт 3660	19,8	19,8	19,9	19,9	19,9	19,84	13,22
»	Термоклей Smift therm 8028	19,6	19,6	19,7	19,8	19,7	19,68	13,12
»	ПВАД ДФ 51/15В	22,7	22,6	22,7	22,8	22,6	22,68	15,12
»	ПВАД 51-П	23,0	23,1	23,2	23,0	23,3	23,12	15,41
(Д)	PLAKAL Batch 6602	26,7	26,5	26,5	26,3	26,5	26,5	17,66
»	Термоклей Тесномелт 3660	27,2	27,3	27,2	27,3	27,5	27,3	18,2
»	Термоклей Smift therm 8028	27,1	27,2	27,6	26,8	26,8	27,1	18,06
»	ПВАД ДФ 51/15В	28,5	28,5	28,5	28,6	28,4	28,5	19,0
»	ПВАД 51-П	28,0	28,2	28,0	28,4	28,4	28,2	18,8

Порівняння показників міцності відтворює не стільки відмінність способів склеювання розгорток напівжорстких обкладинок, як залежність показників міцності від площі заповнення поверхонь склеювання і геометричної конфігурації нанесеного клею.

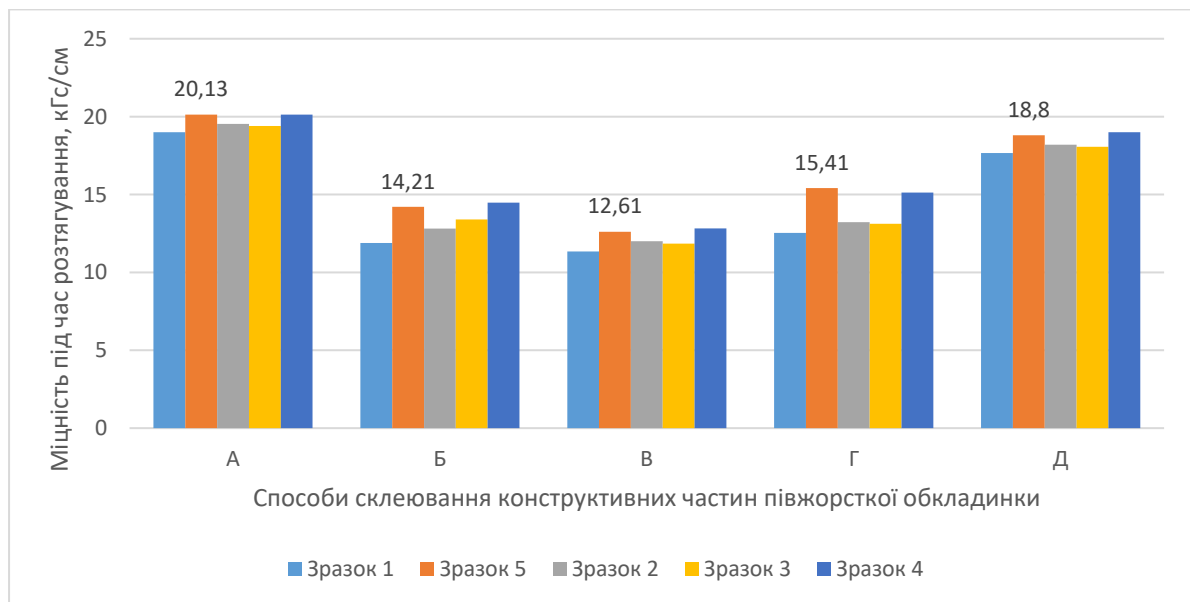


Рис. 3.1.7. Порівняльні показники міцності склеєних фрагментів напівжорстких обкладинок

Експериментальні дослідження показали незмінність структури склеєних напівжорстких обкладинок, не дивлячись на спосіб склеювання, після їх приклеювання до форзаців книжкових блоків, і відсутність зовнішніх дефектів у вигляді пухирів різних розмірів, або розшарувань самої обкладинки.

Отже, застосовуючи різні способи склеювання конструктивних деталей напівжорстких обкладинок, необхідно у кожному технологічному випадку визначати площу заклеювання, відповідні витрати клею для кожного способу й отриману, в результаті склеювання, міцність обкладинок, яка відповідає їх експлуатаційній стійкості.

В порівнянні з суцільним заклеюванням (кодування А в табл. 3.1.1) конструктивних поверхонь напівжорстких обкладинок, зменшення показників міцності, відповідно способу нанесення клею складає: Б – 13,9%; В – 15,7%; Г – 13,06%; Д – 10,6% .

Найбільш сприятливим для застосування виявився спосіб коміркового шахового нанесення палітурного клею із частковим осьовим зміщенням клейових клітинок. При 40% економії клею міцність склеєної напівжорсткої обкладинки зменшується лише на 10,6% у порівнянні із суцільно клеєною.

3.2. Аналіз впливу палітурних клеїв на міцність напівжорстких обкладинок

Виготовлення обрізних обкладинок і обкладинок підвищеної жорсткості із заданими показниками міцності, експлуатаційної стійкості та тривалості використання залежить від властивостей і технічних характеристик матеріалів із яких обкладинки виготовляються [39].

Це крейдований папір з показниками маси 130-400 г/м², картон хром-ерзац товщиною 0,3-1,2 мм та різні види тонких палітурних картонів для виготовлення обкладинок.

Через те що виготовлення обрізних обкладинок і напівжорстких обкладинок частково подвійної, або подвійної товщини з проклеюванням і без проклеювання площини конструктивного дотику, відбувається з одного аркуша матеріалів з різними технологічними властивостями.

Тому необхідно визначити максимальні зусилля, при яких відбувається руйнування одиничних, подвійних та склеєних подвійних зразків матеріалів під час розтягування їх на розривній машині до повного руйнування.

Для проведення досліджень були використані клеї [40] марки яких показані в табл. 3.2.1.

Таблиця 3.2.1. Вибірка клеїв

	№ клею	Назва і марка клею	Країна виробник
1	Клей №1	термоклеї PLAKAL Batch 6602	Німеччина
2	Клей №2	термоклеї Tecnomelt 3660	Німеччина
3	Клей №3	термоклеї Swift therm 8026	Фінляндія
4	Клей №4	полівінілацетатна дисперсія ПВАД 51-П	Україна
5	Клей №5	полівінілацетатна дисперсія ПВАД ДФ-51/15В	Україна

Для визначення зусиль, що призводять до руйнування та розриву зразків застосована вибірка крейдованих паперів Lumi Forte (виробник Stora Enso, Фінляндія) масою 130,150, 170, 250, 300, 350 г/м² та картон хром-ерзац (chrome-erzas) (виробник Україна) товщиною 0,3 мм.

Експериментальні дослідження виконувалися на розривній машині РМБ-30 з граничним навантаженням не менше 50 Н (5 кГс), ціною поділки шкали А не більше 0,02 кГс і вантажем, що створює зусилля на розрив близько 0,001 МПа (0,01 кГс/см²).

Зразки, призначені для випробовування являють собою смужки перелічених матеріалів довжиною 100 мм і шириною 15 мм, одиничні

(Зразок №1), подвійні без склеювання (Зразок №2) та подвійні склеєні між собою палітурними клеями (Зразки №3-№7) (табл. 3.2.1).

Отримані результати максимальних зусиль руйнування крейдованих паперів і картону хром-ерзац під час розтягування зразків, що досліджувалися, та розрахована міцність під час розтягування відтворені у табл. 3.2.1 - 3.2.7.

Таблиця 3.2.2. Показники міцності зразків крейдованого паперу 130 г/м²

№	Структура з'єднання 1.	Клей (відсутність, наявність)	Руйнівне зусилля, (н)					Середнє значення (н)	Міцність (н/см)
			Номер зразків						
			1	2	3	4	5		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Зразок №1	Без клею	49,98	49,98	51,94	50,96	51,94	50,96	34,3
2	Зразок №2	Без клею	95,06	95,06	93,1	93,1	94,08	94,08	62,72
3	Зразок №3	Клей №1	107,78	105,84	109,76	105,84	108,78	107,8	71,83
4	Зразок №4	Клей №2	116,62	118,58	112,7	117,6	112,7	115,64	77,13
5	Зразок №5	Клей №3	110,74	116,62	110,74	114,66	115,64	113,68	75,75
6	Зразок №6	Клей №4	128,38	126,42	129,36	125,44	127,4	127,4	84,97
7	Зразок №7	Клей №5	113,68	114,66	108,78	112,7	111,72	111,72	74,48

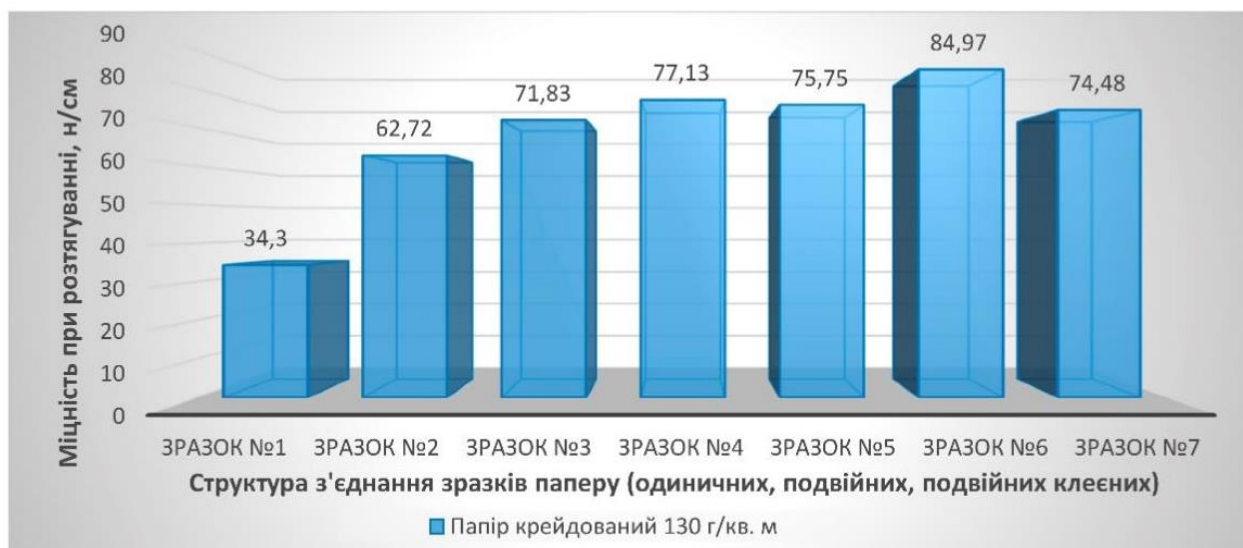


Рис. 3.2.1. Показники міцності зразків крейдованого паперу 130 г/м²

Таблиця 3.2.3. Показники міцності зразків крейдового паперу 150 г/м²

№	Структура з'єднання	Клей (відсутність, наявність)	Руйнівне зусилля, (н)					Середнє значення (н)	Міцність (н/см)
			Номер зразків						
			1	2	3	4	5		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
8	Зразок №8	Без клею	51,94	52,92	56,84	51,94	55,86	53,9	35,97
9	Зразок №9	Без клею	106,82	105,84	104,86	104,86	106,82	105,84	70,56
10	Зразок №10	Клей №1	118,58	120,54	120,54	118,58	119,56	119,56	79,67
11	Зразок №11	Клей №2	128,38	124,46	126,42	129,36	128,38	127,4	84,97
12	Зразок №12	Клей №3	125,44	122,5	123,48	127,4	128,38	125,44	83,59
13	Зразок №13	Клей №4	140,14	137,2	140,14	138,18	140,14	139,16	92,8
14	Зразок №14	Клей №5	129,36	131,32	129,36	131,32	130,34	130,34	86,93

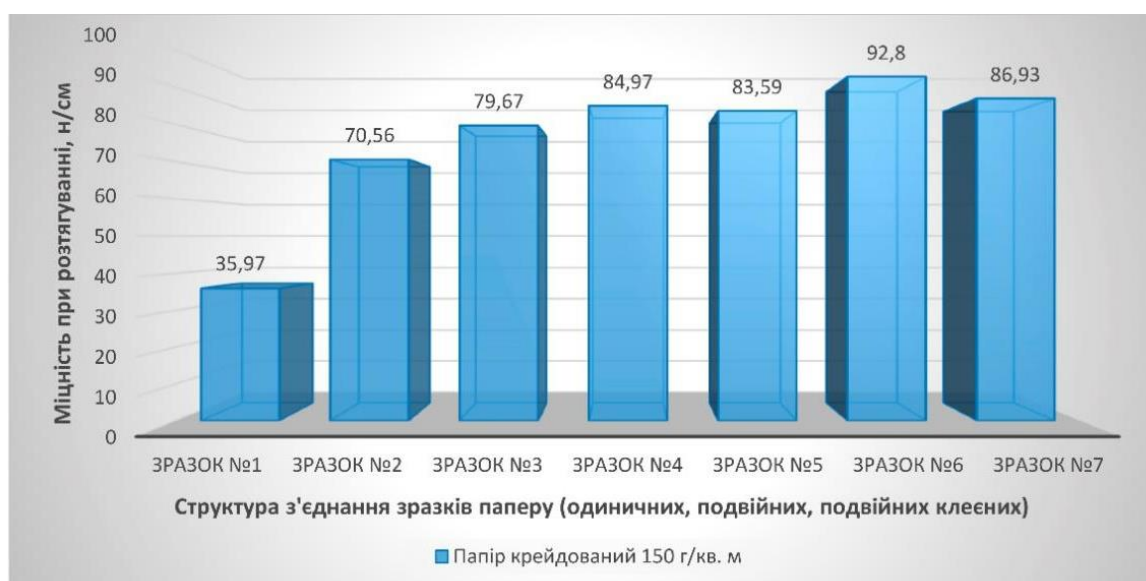


Рис. 3.2.2. Показники міцності зразків крейдового паперу 150 /м²

Таблиця 3.2.4. Показники міцності зразків крейдового паперу 170 г/м²

№	Структура з'єднання	Клей (відсутність, наявність)	Руйнівне зусилля, (н)					Середнє значення (н)	Міцність (н/см)
			Номер зразків						
			1	2	3	4	5		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
15	Зразок №15	Без клею	78,4	75,46	75,46	79,38	78,4	77,42	51,65
16	Зразок №16	Без клею	146,02	146,02	147,98	144,06	146,02	146,02	97,31
17	Зразок №17	Клей №1	160,72	157,78	160,72	157,78	161,7	159,74	106,53
18	Зразок №18	Клей №2	176,58	168,56	176,58	166,6	167,58	167,58	114,86
19	Зразок №19	Клей №3	166,6	167,58	163,66	163,66	166,6	165,62	110,45
20	Зразок №20	Клей №4	180,32	178,36	177,38	180,32	180,32	179,34	119,56
21	Зразок №21	Клей №5	168,56	168,56	168,56	169,54	167,58	168,56	112,41

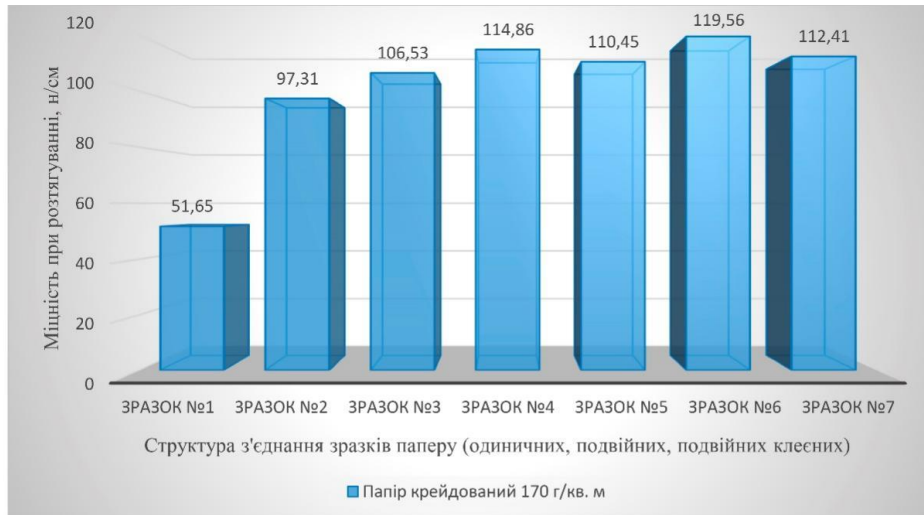


Рис. 3.2.3. Показники міцності зразків крейдованого паперу 170 г /м²

Таблиця 3.2.5. Показники міцності зразків крейдованого паперу 250 г/м²

№	Структура з'єднання	Клей (відсутність, наявність)	Руйнівне зусилля, (н)					Середнє значення (н)	Міцність (н/см)
			Номер зразків						
			1	2	3	4	5		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
22	Зразок №22	Без клею	116,62	121,52	121,52	116,62	116,62	118,58	79,09
23	Зразок №23	Без клею	164,64	163,66	164,64	163,66	164,64	164,25	109,47
24	Зразок №24	Клей №1	175,42	176,4	175,42	177,38	178,36	176,6	117,7
25	Зразок №25	Клей №2	184,24	186,2	185,22	187,18	188,16	186,2	123,48
26	Зразок №26	Клей №3	183,26	183,26	184,24	184,24	185,22	184,04	122,7
27	Зразок №27	Клей №4	197,96	197,96	198,84	197,96	198,84	198,35	132,2
28	Зразок №28	Клей №5	196,0	195,02	195,02	194,04	196,0	195,22	130,14



Рис. 3.2.4. Показники міцності зразків крейдованого паперу 250 г /м²

Таблиця 3.2.6. Показники міцності зразків крейдового паперу 300 г/м²

№	Структура з'єднання	Клей (відсутність, наявність)	Руйнівне зусилля, (н)					Середнє значення (н)	Міцність (н/см)
			Номер зразків						
			1	2	3	4	5		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
29	Зразок №29	Без клею	153,86	153,86	154,84	154,84	155,82	154,64	103,1
30	Зразок №30	Без клею	180,32	181,3	18,6	181,3	181,3	181,3	120,83
31	Зразок №31	Клей №1	195,02	194,04	195,02	193,06	194,04	194,24	129,46
32	Зразок №32	Клей №2	203,84	203,84	204,82	204,82	204,82	204,23	136,12
33	Зразок №33	Клей №3	201,88	201,88	202,86	20,8	202,86	202,66	135,14
34	Зразок №34	Клей №4	232,26	231,28	232,26	233,24	231,28	232,06	154,74
35	Зразок №35	Клей №5	235,2	236,18	237,16	235,2	238,14	236,38	157,58

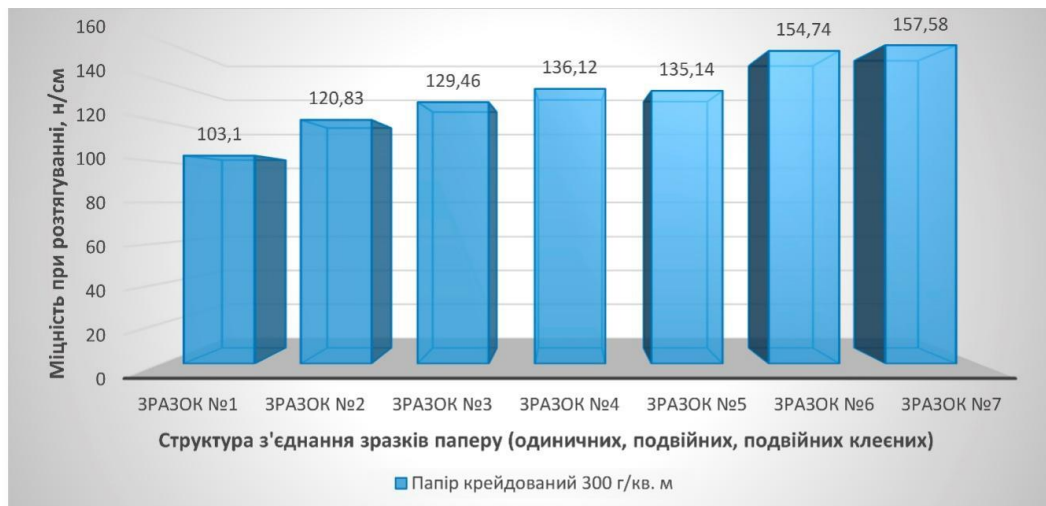


Рис. 3.2.5. Показники міцності зразків крейдового паперу 300 г /м²

Таблиця 3.2.7. Показники міцності зразків крейдового паперу 350 г/м²

№	Структура з'єднання	Клей (відсутність, наявність)	Руйнівне зусилля, (н)					Середнє значення (н)	Міцність (н/см)
			Номер зразків						
			1	2	3	4	5		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
36	Зразок №36	Без клею	141,12	137,2	141,12	140,14	141,12	140,14	93,4
37	Зразок №37	Без клею	263,62	265,58	263,62	267,54	267,54	265,58	177,1
38	Зразок №38	Клей №1	281,3	279,3	279,3	277,34	279,3	279,3	186,2
39	Зразок №39	Клей №2	286,16	287,14	286,16	287,14	289,1	287,14	191,39
40	Зразок №40	Клей №3	285,18	286,16	290,08	282,24	282,24	285,18	190,12
41	Зразок №41	Клей №4	298,9	298,9	298,9	299,88	297,92	295,96	197,27
42	Зразок №42	Клей №5	294,0	295,96	294,0	297,992	297,92	295,96	197,27



Рис. 3.2.6. Показники міцності зразків крейдованого паперу 350 г /м²

Таблиця 3.2.8. Показники міцності зразків картону хром-ерзац d=0,3 мм

1	Структура з'єднання	Клей (відсутність, наявність)	Руйнівне зусилля, (н)					Середнє значення (н)	Міцність (н/см)
			Номер зразків						
			1	2	3	4	5		
43	Зразок №43	Без клею	86,24	8,9	86,24	86,24	86,24	86,44	57,72
44	Зразок №44	Без клею	168,56	169,54	168,56	170,52	169,54	169,34	112,9
45	Зразок №45	Клей №1	185,22	184,24	185,22	183,26	185,22	184,63	123,09
46	Зразок №46	Клей №2	197,96	199,92	198,94	197,96	196,0	198,16	132,10
47	Зразок №47	Клей №3	196,0	197,96	197,96	196,00	196,98	196,98	131,32
48	Зразок №48	Клей №4	222,46	223,44	223,44	222,46	221,48	222,66	148,47
49	Зразок №49	Клей №5	218,54	218,54	219,52	218,54	218,54	218,74	145,82

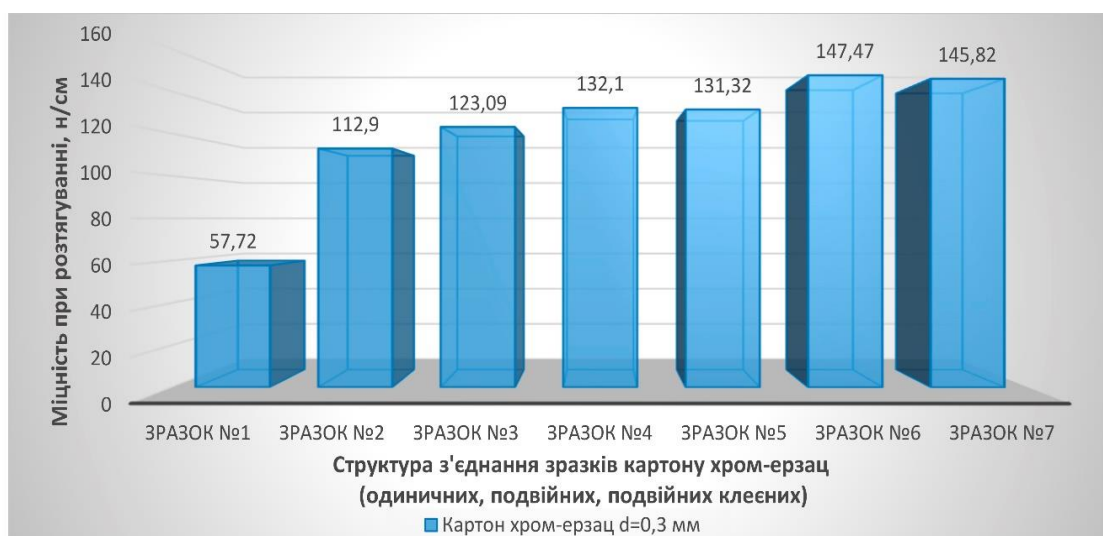


Рис. 3.2.7. Показники міцності зразків картону хром-ерзац d=0,3 мм

Аналізуючи показники міцності одиничних та подвійних зразків під час розтягування, в момент руйнування, отримані в результаті експериментальних досліджень, відзначено відмінність зусиль руйнування одиничних та подвійних зразків, що не мають пропорційних цифрових показів – точних, або наближених до точних подвійних величин.

Відхилення складають від 1,91% для крейдованого паперу 150 г/м² до 41,77% для крейдованого паперу 300 г/м². Розбіжність показників міцності для досліджуваних матеріалів відтворена на графіку (рис. 3.2.8).

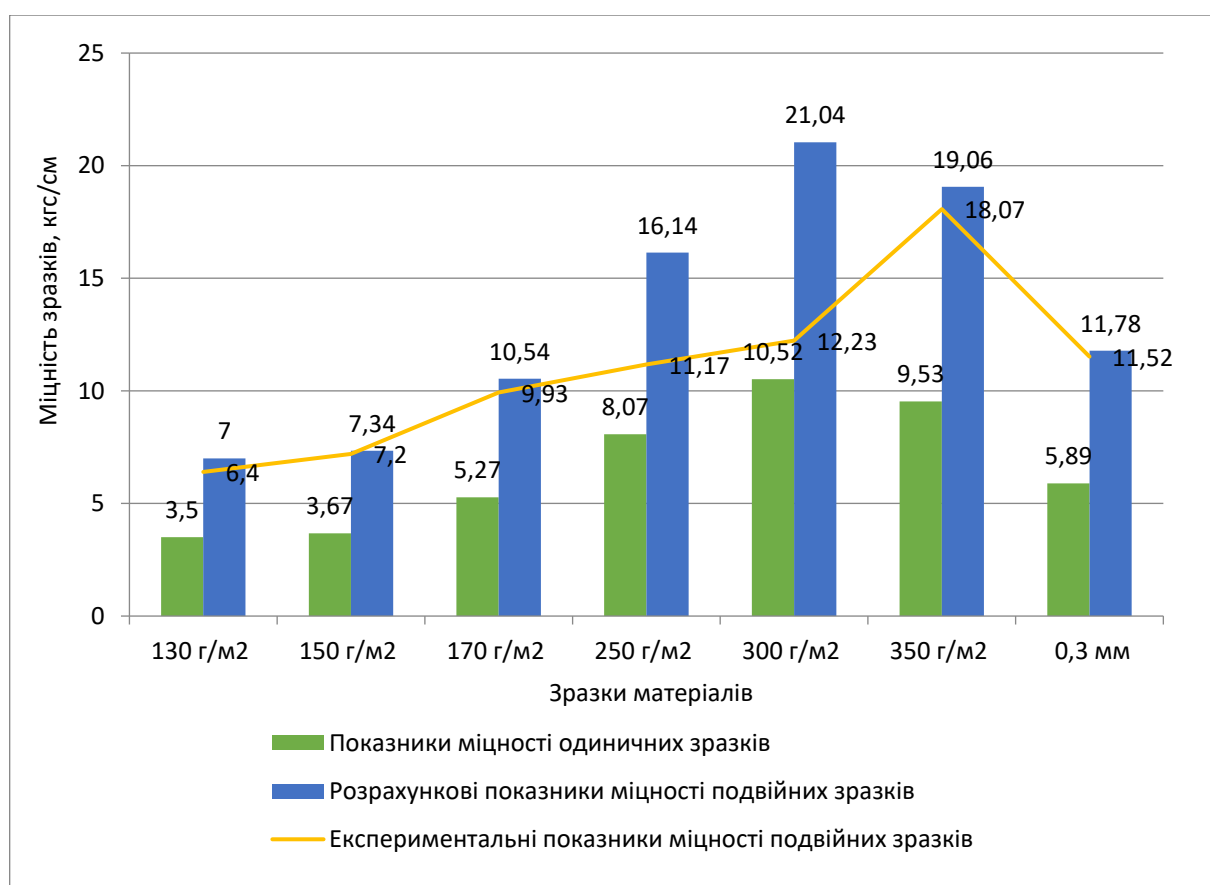


Рис. 3.2.8. Відхилення показників міцності одиничних та подвійних зразків матеріалів

Запис на цифрову відеокамеру процесу руйнування зразків поліграфічних матеріалів, відібраних для експериментів на розривній машині, та перегляд процесу в уповільненому режимі виявив неодноразовість

руйнування подвійних зразків, що вплинуло на цифрові показники та їх значну розбіжність.

Не дивлячись на щільність затискання у розривній машині та паралельність розташування у затискачах зразків досліджуваних матеріалів, руйнування внутрішньої структури одного із двох зразків у процесі розтягування відбувалося з випередженням. Можливо припустити, що обкладинки, які конструктивно виготовлені із подвійного аркуша палітурного матеріалу, зношуються під час тривалого використання та дії руйнівних експлуатаційних чинників у пропорціях наближених до отриманих експериментальних результатів для кожного із застосованих матеріалів.

Для визначення особливостей застосування палітурних клеїв при виготовленні напівжорстких обкладинок, що впливають на збільшення показників міцності клеєних конструктивних елементів обкладинок, проведені порівняльні дослідження міцності зразків палітурних матеріалів та палітурних клеїв найбільш вживаних при виготовленні книжкових оправ.

На підставі отриманих показників міцності можливе створення статистичної бази для вибору взаємодоповнювальних матеріалів та конструкцій обкладинок, що забезпечать необхідну жорсткість та експлуатаційну стійкість з мінімальними витратними показниками.

З розвитком сучасних технологій виготовлення книжкової продукції у традиційних оправах підвищуються вимоги до оправ, що задовольняли б умовам ресурсоощадних технологій та використанням мінімальної кількості палітурних матеріалів з одночасним забезпеченням переваг у тривалості використання, міцності та малій вазі.

Одним із критеріїв забезпечення таких переваг виробленої друкованої продукції і є наростальні вимоги до якості проклейки в процесі виготовлення напівжорстких оправ і надійності скріплення з ними блоків паперу різного типу. Дослідження однотипних матеріалів на міцність під час розтягування

зразків виявили відмінність впливу палітурних клеїв, що були відібрані для експериментів, на показники міцності.

Враховуючи стабільні властивості термоклеїв, їх відмінне прилипання, забезпечення надійного склеювання, утворення клейової плівки високої еластичності при виготовленні обкладинок, згідно з отриманими результатами, максимальні порівняльні характеристики впливу на міцність склеювання зразків крейдованого паперу і картону виявили полі-вініл-ацетатні дисперсії.

ПВА дисперсії характеризуються високою адгезією до різних поверхонь та стійкістю до впливу зовнішніх факторів. Клейове з'єднання за короткий час досягає високого рівня міцності внаслідок ефективного змочування і проникнення всередину матеріалу, забезпечує швидке висихання. Графіки порівняльних характеристик зображені на рис. 3.2.9.

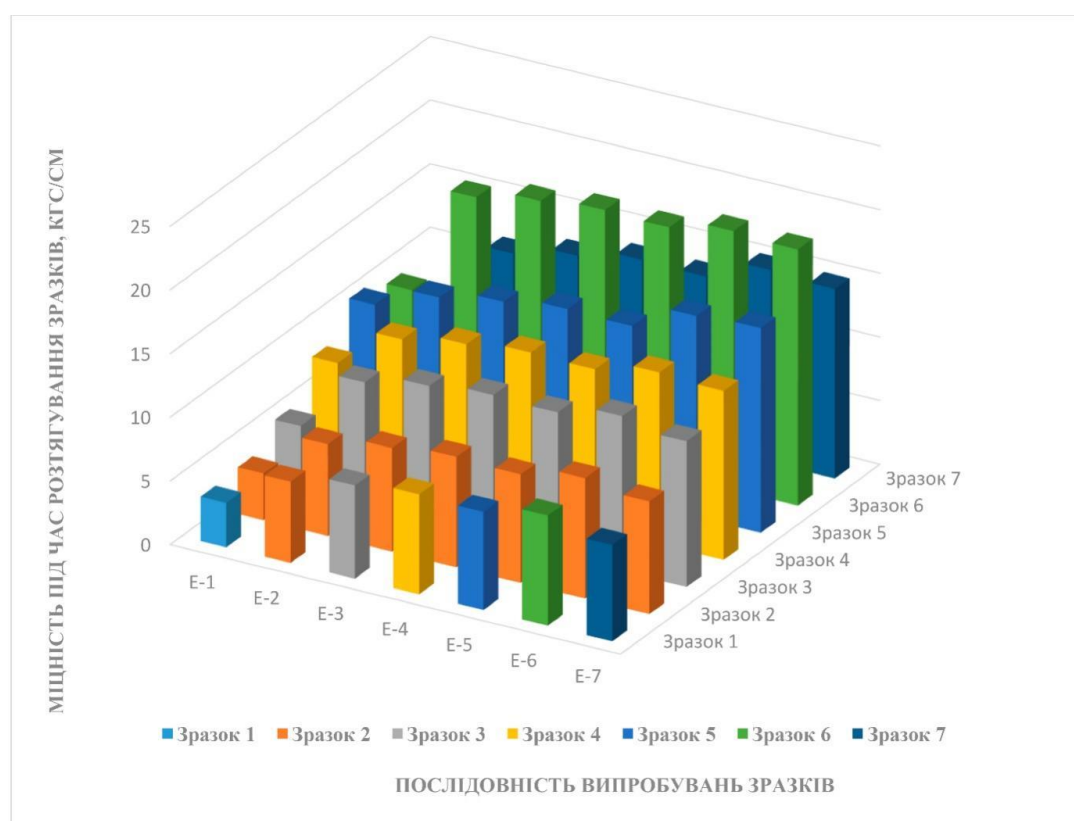


Рис. 3.2. 9. Порівняльні графіки показників міцності зразків

Аналіз графіків показників міцності відтворює поступове збільшення цифрових характеристик міцності зразків крейдового паперу відносно збільшення маси паперу та зразка картону хром-ерзац, що виготовлений з макулатури, а також вплив різних видів палітурних клеїв на показники міцності, що створює часткову інформаційну базу для їх доцільного використання.

Сумарний вплив структури матеріалів та клеїв, якими зразки паперу і картону склеєні, виявив максимальні показники міцності під час розтягування у склеєних зразків крейдового паперу масою 350 г/м², крейдового паперу 300 г/м² та картону хром-ерзац товщиною 0,3 мм, що склеєні клеєм ПВАД ДФ 51/15В.

Разом з тим, порівняльні характеристики міцності під час розтягування одиничних зразків палітурних матеріалів та тотожних подвійних склеєних зразків виявили інші залежності збільшення міцності, що відтворені у табл. 3.2.10 та графіку на рис. 3.2.10.

Максимальні показники міцності, практично однакові, зафіксовані у зразках крейдового паперу масою 150 г/м² (2,58) та картону хром-ерзац товщиною 0,3 мм (2,57). Це свідчить про те, що при виборі компонентів для виготовлення обкладинок, наприклад, з приклеєними крайками, необхідна жорсткість і міцність обкладинки може бути забезпечена застосуванням паперу з нижчими показниками маси ніж у такої ж обрізної обкладинки.

Таблиця 3.2.10. Порівняльні показники міцності палітурних матеріалів

№	Палітурні матеріали	Порівняльні показники
1	Крейдований папір 150 г/м ²	2,58
2	Хром-ерзац товщина 0,3 мм	2,57
3	Крейдований папір 130 г/м ²	2,48
4	Крейдований папір 170 г/м ²	2,31
5	Крейдований папір 350 г/м ²	2,11
6	Крейдований папір 250 г/м ²	1,67
7	Крейдований папір 300 г/м ²	1,45

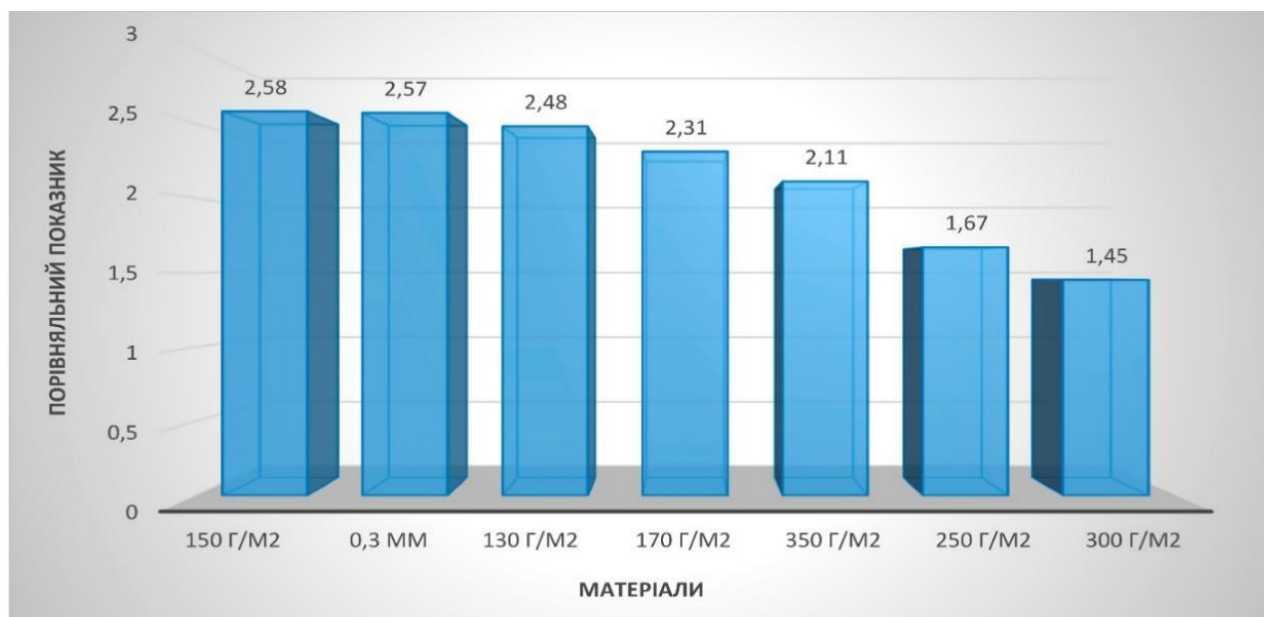


Рис. 3.2.10. Порівняльні графіки показників міцності зразків палітурних матеріалів одиничних та подвійних клеєних.

3.3. Формування методики для складання модифікованих клейових композицій на основі ПВА дисперсій

Завданням дослідження є визначення фізико-хімічних особливостей застосування модифікованих клейових полімерних композицій, на основі полі-вініл-ацетатних дисперсій (ПВАД), які широко використовуються для виготовлення напівжорстких книжкових обкладинок. Конструктивні додаткові елементи таких обкладинок, у вигляді крайок і клапанів, приклеюються до основної частини обкладинок ПВАД клейовими полімерними композиціями [41]

В процесі модифікування клейових композицій враховані механічні властивості застосовуваних речовин і їх вплив на адгезію утвореної полімерної клейової сполучної та палітурного матеріалу зовнішньої частини обкладинки.

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

Для виявлення особливостей, що виникають після застосування модифікованих клейових композицій в порівнянні з такими, що не піддавались модифікації, в [42] досліджена клейова композиція, яка використовується для склеювання книжкових зошитів з друкарського і офсетного паперу на основі полі вінілового спирту (ПВС). (10%-ний водний розчин) - 45%, в суміші з натрій карбометилцелюлозою (NaКМЦ) (6%-ний водний нейтралізований розчин) - 45% та полівінілацетатною дисперсією (ПВАД), пластифікованою 15% дибутилфталатом - 10%.

Відзначено, що недоліком цієї композиції є недостатня міцність склеювання книжкових блоків, виготовлених із паперів підвищеної гладкості (крейдованих). Запропонована в [43] клейова композиція, забезпечує більшу адгезію, достатню когезію, клейну силу та підвищує міцність з'єднань з різних сортів паперу, особливо крейдованих.

Композиція містить полі-вініловий спирт (45,5 – 50,5%), полі-вінілацетатну дисперсію (10 – 20%), дибутилфталат (14 – 9%), додатково вводять сополімер стиролу і малеїнового ангідриду (10 -15%) та диметилсульфоксид (10,5 – 15,5%), в результаті чого збільшується міцність клейових з'єднань, підвищується еластичність плівки (питоме зусилля виривання аркуша з блоку – 1,6 кгс/см).

Клейова композиція ПВАД марки ДБ 51/7ВМ, яка широко застосовується в палітурних процесах, містить 0,5% - залишкового мономера, 55% - сухого залишку в пластиковій дисперсії, в'язкість якої 50-70с (по кружці ВМС), показник концентрації водневих іонів рН - 4,5-6,01 [41, 44].

Недоліком цієї композиції є мала липкість, що не дозволяє її використовувати на механізованих операціях. А також нестабільність у часі, через що при розведенні водою і довгому витримуванні руйнується структура

дисперсії й 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 [44], яка містить полі-вініл-ацетатну дисперсію (40 – 45%), пластифіковану дибутилфталатом (15 – 20%), введений, при постійному перемішуванні магнітною мішалкою, розчин пари амінобензосульфацетоаміду натрію (10,5 – 15,5) і омагніченої води (34,5 – 19,5%). Запропоноване технологічне модифікування, клейової композиції забезпечує підвищення липкості й міцності скріплення, збільшує зусилля розриву склеєних виробів, зменшує час старіння й плісняви дисперсії, шляхом введення антисептика і омагніченої води.

Для модифікування іншої клейової композиції [10] яка може бути використана, як в брошурувальньо-палітурних процесах, так і для склеювання білових виробів, з метою підвищення еластичності, в структуру, що містить пластифіковану дибулфталатом (10 – 15%), полі-вініл-ацетатну 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 [45] використовуваної для склеювання паперу, картону та виробів з них, приклеювання етикеток на різні поверхні і яка має у своєму складі полі-вініловий спирт, диметилсульфоксид і воду у наступному співвідношенні компонентів, мас: полі вініловий 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 густішою, внаслідок чого спостерігається зниження її липкості, а також утворення значної

кількості піни, що обмежує використання композиції при механізованих операціях склеювання. Або потребує використання проти пінних засобів введених в клейову композицію.

Модифікування такої клейової композиції, а, відповідно, усунення вказаних недоліків, досягається тим, що для її модифікування додатково введено саліцилову кислоту, борну кислоту та гліцерин з наступним співвідношенням компонентів, мас. %: полі вініловий 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 клеї, у більшості випадків, використовують для склеювання картонів хром-ерзац, щільних видів крейдованих паперів, кашируванні. 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) і потребують введення добавок, в тому числі і речовин антимікробної дії.

Ці недоліки можливо усунути при використанні клеїв – розплавів, які не містять розчинників, переходять у розплавлений стан при нагріванні й миттєво, при охолодженні (2-30⁰С) виконують склеювання. 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 (130-200⁰С), недостатня адгезія та висока вартість.

Модифікування клеїв - розплавів на основі термопластичних полімерів, здійснюють використанням для полімерної адгезивної основи високомолекулярної сполуки – рециклату, отриманого при алкоголізі відходів поліетилентерефталату (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 й гліцерину у присутності каталізатору (оксиди, ацетати, хлориди металів з перехідною валентністю, арилсульфокислоти) при співвідношенні, мас. ч.: рослинна олія 100%, гліцерин 4-70%, каталізатор 0,01-0,5%. Перевага запропонованого складу клею – розплаву полягає в отриманні продукту з високими адгезивними властивостями та еластичністю клейового шару.

Клейова композиція на водній основі, що склеює папір і картон, дозволяє наклеювати етикетки на різні поверхні, і, яка складається, м. ч.: з полі вінілового спирту – 10%, води – 90%, тобто, являє собою 10 % розчин полі вінілового спирту у воді.

Процес створення такої клейової композиції полягає у змішуванні компонентів при 90-95°C протягом 6-12 годин до повної гомогенізації розчину. Однак їй властиві наступні недоліки: – знижена адгезія, яка обумовлена низькою концентрацією полі вінілового спирту у розчині, через обмежену кількість полярних функціональних груп в 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, що клейова композиція, яка включає полі вініловий спирт і воду, додатково містить полі акрилову кислоту при наступному співвідношенні інгредієнтів мас. Полівініловий спирт 9-15%, полі акрилова кислота 25-55%, вода 36-60%.

Наявність в складі клейової композиції полі акрилової кислоти викликає блокування гідроксильних функціональних груп полі вінілового 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.

Метою експериментального дослідження є визначення можливостей підвищення експлуатаційної жорсткості і міцності напівжорстких книжкових обкладинок після склеювання палітурними клеями, модифікованими допоміжними речовинами, що суттєво не збільшують товщину клейового шару і не змінюють контурну геометрію виготовлених обкладинок.

Досліджено вплив деяких модифікованих клейових полімерних композицій на основі полівінілацетатної дисперсії ПВАД ДФ 51/15В, стосовно клейових композицій без модифікувальних речовин, на зміну показників міцності і твердості напівжорстких обкладинок.

Характерною особливістю технології виготовлення напівжорстких обкладинок є висікання розгорток заготовок з одного листа палітурного матеріалу.

Висікання відбувається з одночасним бігованням 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, що підсилюють загальну конструкцію обкладинки.

Склеєну тришарову структуру напівжорсткої обкладинки припустимо розглянути, як анізотропну композитну структуру, в якій зовнішню – лицьову, і зворотну, для приклеювання форзаців частини, утворює палітурний матеріал, 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 й твердості, суттєво наближеними до таких показників в палітурках.

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.

В процесі дії експлуатаційних навантажень, через тривалі розкривання книжкових блоків і вигинання площини обкладинок у зворотних напрямках, в 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 напівжорстких обкладинок, в процесі експлуатаційного дослідження, впливає з відношення числа навантажень, прикладених до обкладинки, до її довговічності.

Яка являє собою число таких же навантажень, які обкладинка витримує до руйнування, при заданій величині знакозмінних перегинів її геометричної площини, у вигляді циклічної напруги, яка визначається за формулою Пальмгрена – Майнера [46]

$$D = \frac{n}{N(\sigma)} \quad (3.3.1)$$

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

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

$$\sum_{i=1}^n D_i = \sum_{i=1}^n \frac{n_i}{N(\sigma)_i} = 1 \quad (3.3.2)$$

де i і n - номер і загальна кількість значень амплітуд напружень.

Метою випробувань міцності і експлуатаційної стійкості напівжорстких 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 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., які забезпечують цілісність просторової геометрії виготовлених обкладинок, без розтріскувань на місцях згинів.

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

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

Однак, в 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 фальцювальних-склеювальних лініях, що використовуються для

виготовлення напівжорстких обкладинок, із застосуванням серійних палітурних, не модифікованих клеїв.

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

Своєю чергою, полімерна клейова сполука внутрішньої частини обкладинки складається: з полі-вініл-ацетатної дисперсії ПВАД ДФ 51/15В, як основної складової, широко застосовуваної в палітурних процесах, та суміші модифікованих полімерних згущувачів і емульгаторів, введених в структуру ПВАД в різних вагових пропорціях, визначених умовами експериментальних досліджень.

Під час планування експериментального дослідження у складанні й випробуванні модифікованих полімерних клейових композицій, використаних для склеювання конструктивних деталей напівжорстких обкладинок, враховано, що плівки, отримані з полі-вініл-ацетатного 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, запропоновано модифіковані полімерні згущувачі й емульгатори, у вигляді полімерних матеріалів і композицій, сумісних з полі-вініл-ацетатними латексами, і, які активно використовуються в технологічних процесах папероробної й поліграфічної галузей.

Перелік основи й модифікаторів для проведення експериментальних досліджень рецептурного складання полімерних сумішей:

М1(N1) – дисперсія ПВАД ДФ 51/15В (основа для модифікування) – полі-вініл-ацетатний латекс, колоїдний розчин високомолекулярного полімеру в воді. Характеризується високою адгезією до різних поверхонь паперу, картону, штучних палітурних матеріалів, стійкий до впливу зовнішніх факторів.

M2(N2) – крохмаль ($C_6H_{10}O_5$)_n (модифікатор) – суміш полісахаридів амілози й амілопектину, мономером яких є альфа-глюкоза. Найбільше застосовується в целюлозно-паперовій промисловості.

M3(N3) – карбоксиметилцелюлоза (КМЦ, целюлозогліколева кислота, $[C_6H_7O_2(OH)_{3-x}(OCH_2COOH)_x]_n$, де $x = 0,08-1,5$) (модифікатор) – 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 в якості сполучної речовини, пластифікатора, а також затримувача часу схоплювання в якості допоміжного агента для порошкових фарб.

M4(N4) – порошкова целюлоза (модифікатор) – являє собою дрібнодисперсний продукт деструкції целюлози й складається з частинок, які є агрегатами мікрокристалітів 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 диспергувати у водному середовищі, мікрокристалічна 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(N5) – каолін – $H_4Al_2Si_2O_9$, або $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$ (модифікатор) – головна складова частина глини. Має низьку пластичність. Чистий каолін застосовують як наповнювач у паперовій промисловості для крейдування особливо високоякісних сортів паперу.

Для виготовлення напівжорстких обкладинок із суттєво поліпшеними показниками твердості міцності, внаслідок застосування модифікованої полімерної клейової композиції полі-вініл-ацетатного латексу ПВАД ДФ 51/15В (М1), необхідно забезпечити, експериментально визначений діапазон пропорційності, у застосуванні обраних за технологічними властивостями компонентів.

Суміші, виготовлені із крохмалю (М2-Н2), порошкової целюлози (М4-Н4), карбоксиметилцелюлози (М3-Н3) і каоліну (М5), як експериментальних модифікаторів ПВА дисперсії (М1-Н1), виявили наступні позитивні особливості утворених полімерних клейових сполук.

В технологічному процесі виготовлення експериментальної клейової полімерної композиції, забезпечується висока рівномірність розподілу обраних модифікаторів-згущувачів М2-Н2 і М3-Н3 для створення практичних умов нанесення клейового шару однорідною каліброваною товщиною, по всій поверхні розгортки заготовки обкладинки.

Відповідно, створюються сприятливі умови для блокування часток ПВА дисперсії (М1-Н1) і високого ступеня розподілу різнорідних часток, обраних модифікаторів, в з'єднувальних клейових шарах, нанесених при виготовленні напівжорстких обкладинок.

З підвищенням вмісту модифікаторів М2-Н2 і М3-Н3, до верхньої експериментально визначеної межі, ефект блокування часток ПВА дисперсії (М1-Н1) підсилюється.

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

Внаслідок зменшення об'єму клейової полімерної системи обкладинки, при набряканні модифікаторів у ПВА розчиннику, внаслідок 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 і твердості композитної структури по всій площинній і об'ємній конфігурації напівжорсткої обкладинки.

Експериментальні дослідження модифікованих полімерних клейових композицій для виготовлення напівжорстких обкладинок на основі полі-вініл-ацетатної дисперсії виявили зміцнювальні полімерні суміші з різними ваговими діапазонами модифікаторів, що занесені в табл. 3.3.1 і табл. 3.3.2.

Таблиця 3.3.1. 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	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95
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

Модифіковані клейові полімерні композиції, отримані в результаті експериментальних досліджень, в загальному рецептурному вигляді (табл. 3.4.1) можуть бути представлені, як:

$$K_{\Sigma 1} = M1(95) + M2(27,6) + M3(7,4) + M4(8,5) + M5(76,5) + H_2O(280),$$

$$K_{\Sigma 2} = M1(95) + M2(28,6) + M3(6,4) + M4(28,3) + M5(56,7) + H_2O(280),$$

$$K_{\Sigma 3} = M1(95) + M2(31,8) + M3(8,2) + M4(25,0) + M5(65,0) + H_2O(290),$$

$$K_{\Sigma 4} = M1(95) + M2(32,4) + M3(7,6) + M4(30,0) + M5(60,0) + H_2O(290),$$

$$K_{\Sigma 5} = M1(95) + M2(37,5) + M3(7,5) + M4(39,9) + M5(80,1) + H_2O(320)$$

$$K_{\Sigma 6} = M1(95) + M2(38,8) + M3(6,2) + M4(39,9) + M5(80,1) + H_2O(320),$$

$$K_{\Sigma 7} = M1(95) + M2(45,8) + M3(4,2) + M4(46,7) + M5(93,3) + H_2O(340),$$

$$K_{\Sigma 8} = M1(95) + M2(46,9) + M3(3,1) + M4(43,3) + M5(96,7) + H_2O(340),$$

$$K_{\Sigma 9} = M1(95) + M2(43,5) + M3(11,5) + M4(32,1) + M5(112,9) + H_2O(360),$$

$$K_{\Sigma 10} = M1(95) + M2(45,5) + M3(9,5) + M4(14,5) + M5(130,5) + H_2O(360),$$

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

Таблиця 3.3.2. 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	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
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 (табл. 3.3.2) можуть бути представлені, як:

$$PK_{\Sigma 1} = N1(90) + N2(27,6) + N3(7,4) + N4(3,5) + N5(31,5) + H_2O(110),$$

$$PK_{\Sigma 2} = N1(90) + N2(28,6) + N3(6,4) + N4(11,6) + N5(23,4) + H_2O(100),$$

$$PK_{\Sigma 3} = N1(90) + N2(31,8) + N3(8,2) + N4(4,0) + N5(36,0) + H_2O(110),$$

$$PK_{\Sigma 4} = N1(90) + N2(32,4) + N3(7,6) + N4(13,3) + N5(26,7) + H_2O(110),$$

$$PK_{\Sigma 5} = N1(90) + N2(37,5) + N3(7,5) + N4(8,0) + N5(72,0) + H_2O(220),$$

$$PK_{\Sigma 6} = N1(90) + N2(38,8) + N3(6,2) + N4(26,6) + N5(53,4) + H_2O(220),$$

$$PK_{\Sigma 7} = N1(90) + N2(45,8) + N3(4,2) + N4(10,0) + N5(90,0) + H_2O(270),$$

$$PK_{\Sigma 8} = N1(90) + N2(46,9) + N3(3,1) + N4(33,30) + N5(66,7) + H_2O(270),$$

$$PK_{\Sigma 9} = N1(90) + N2(43,5) + N3(11,5) + N4(11,0) + N5(99,0) + H_2O(280),$$

$$PK_{\Sigma 10} = N1(90) + N2(45,5) + N3(9,5) + N4(36,6) + N5(73,4) + H_2O(280),$$

де $PK_{\Sigma 1} \dots PK_{\Sigma 10}$ – виокремлені, із експериментального масиву, модифіковані полімерні клейові композиції, на основі дисперсії PVAD DF 51/15B (N1, табл. 3.3.2).

Якими склеєні фрагменти напівжорстких обкладинок, що відповідають показникам міцності, вищими за показники міцності склеєних PVA дисперсією без модифікування.

На рис. 3.3.1–3.3.4 представлені графічні залежності вагових складових речовин, використаних для модифікування клейових полімерних композицій, на основі ПВА дисперсії, з метою збільшення міцності твердості композитної структури напівжорстких обкладинок.

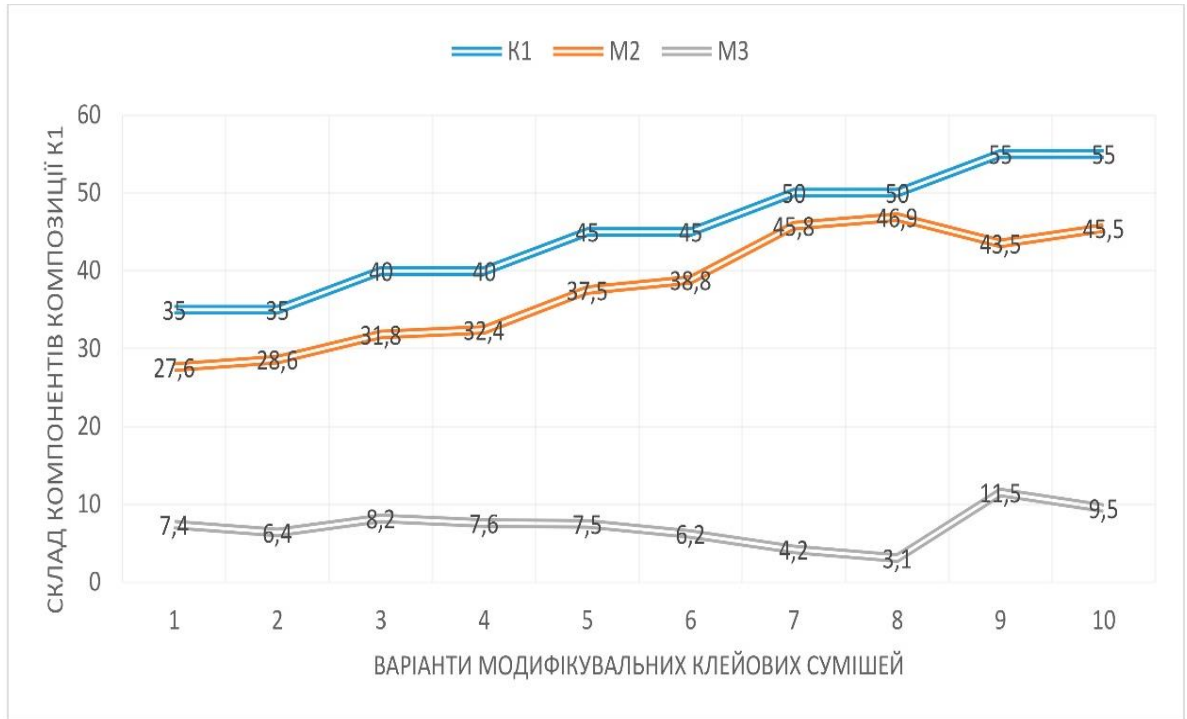


Рис. 3.3.1. Зміна кількісного складу компонентів M2 і M3 в композиції K1

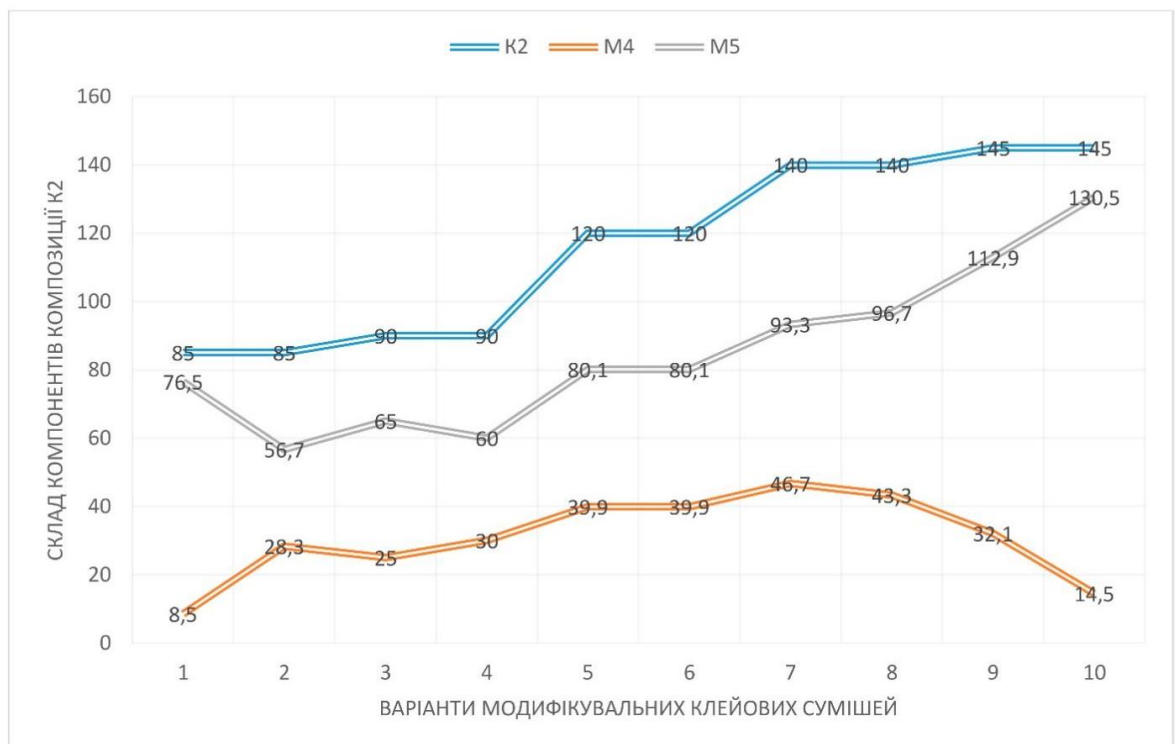


Рис. 3.3.2. Зміна кількісного складу компонентів M4 і M5 в клейовій композиції K2

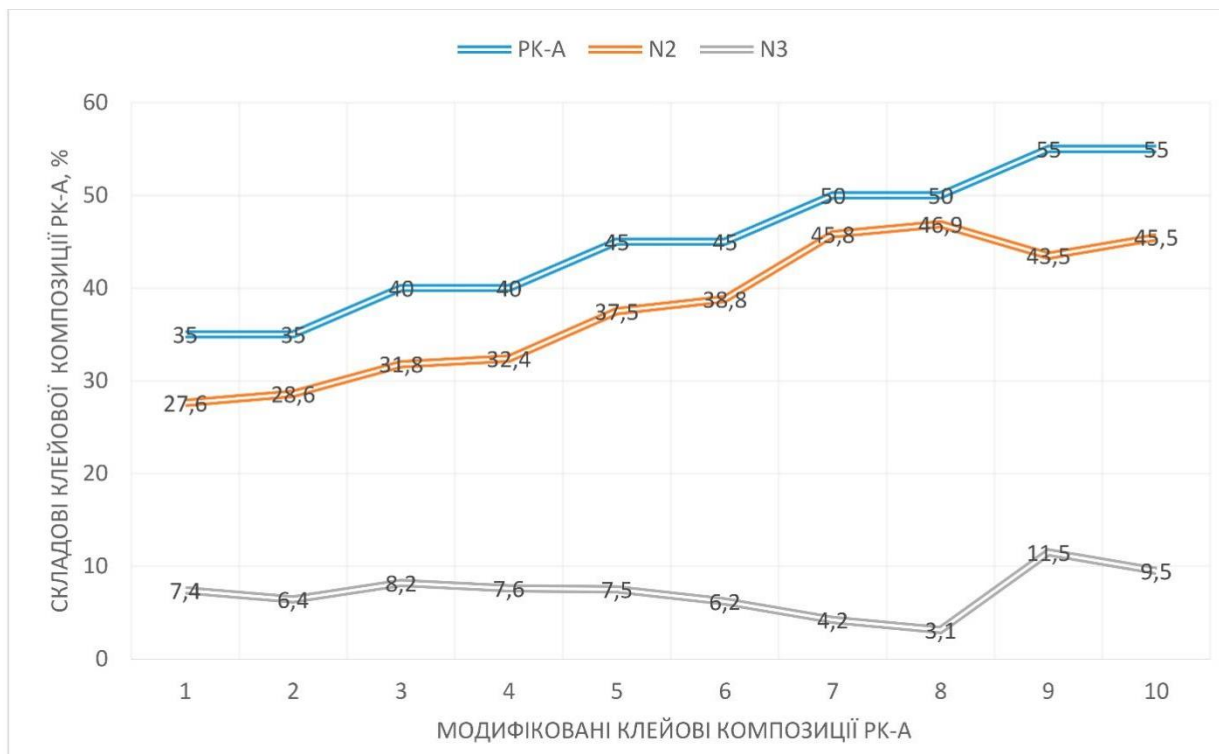


Рис. 3.3.3. Вагові компоненти N2 і N3 в клейовій композиції РК-А

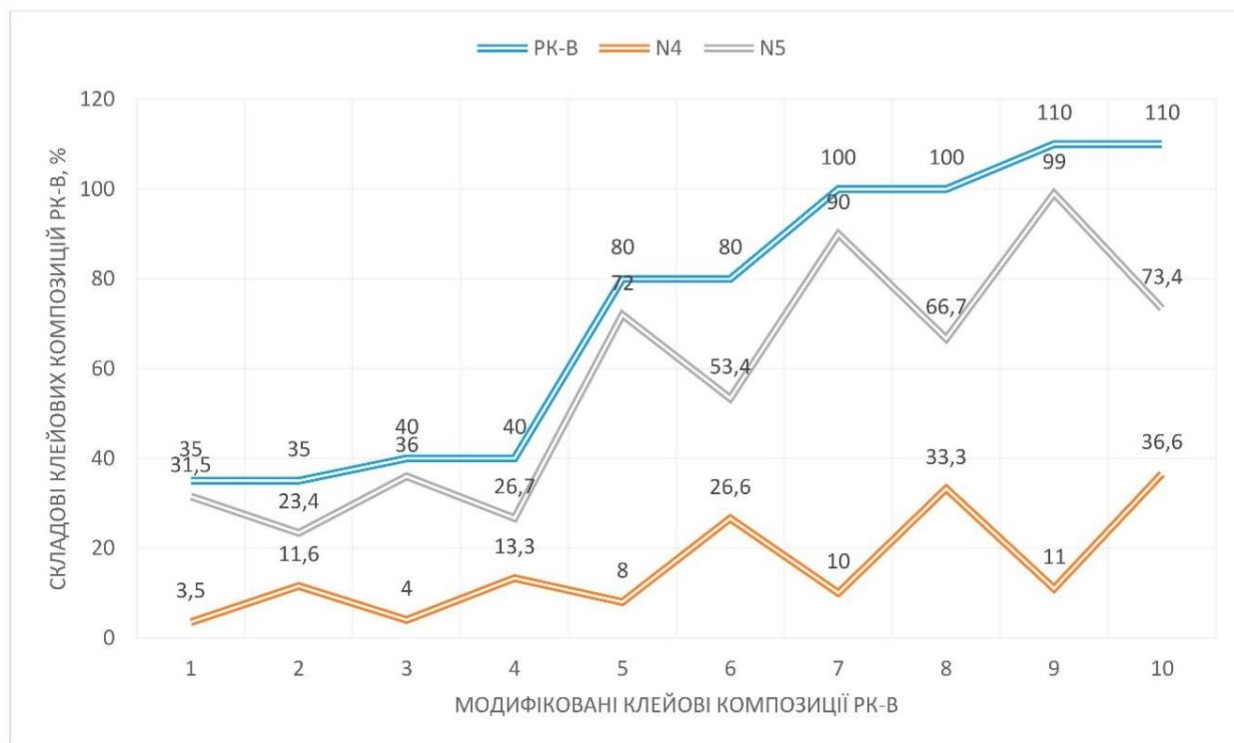


Рис. 3.3.4. Вагові компоненти N4 і N5 в клейовій композиції РК-В

3.4. Порівняльні дослідження змін показників міцності обкладинок клеєних модифікованими клейовими композиціями

Вплив представлених клейових композитних сумішей на міцність напівжорстких 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 клеєних обкладинок, які являють собою смужки тонкого картону хром-ерзац, товщиною 0,3 мм, довжиною 100 мм і шириною 15 мм.

Склеювання зразків здійснювались за двома напрямками: за допомогою сучасного палітурного клею полі-вініл-ацетатної дисперсії ПВАД ДФ-51/15В, без модифікування, а також за допомогою модифікованих клейових полімерних композицій, на основі зазначеної ПВА дисперсії. Результати проведених досліджень занесені до табл. 3.5.1 і табл. 3.5.2 Нумерація варіантів модифікованих клейових сумішей в табл. 3.4.1 і табл. 3.4.2 відповідає нумерації із табл. 3.4.1 і табл. 3.4.2.

Таблиця 3.4.1. Результати експериментальних досліджень клеєних фрагментів напівжорстких 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

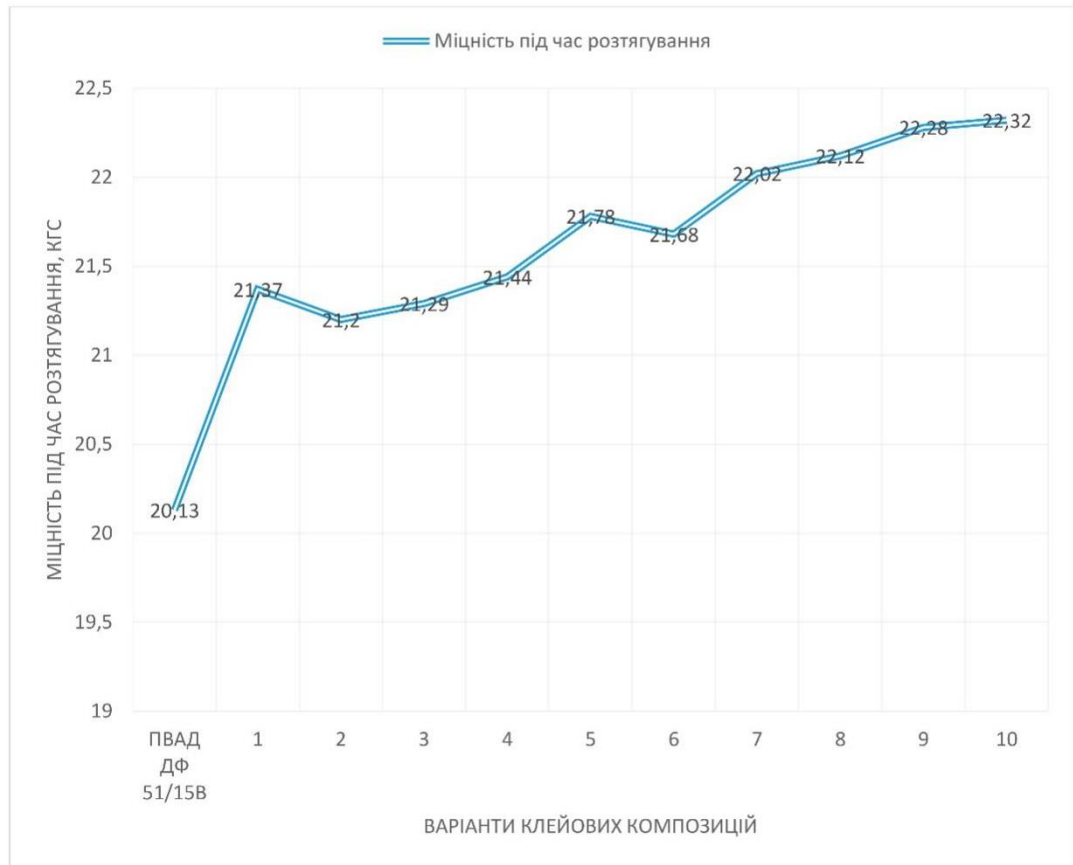


Рис. 3.4.1. Графік зміни міцності під час розтягування склеєних модифікованими клейовими композиціями зразків напівжорстких обкладинок (табл. 3.4.1).

Таблиця 3.4.2. 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, кг/см	20,13	21,34	21,09	21,24	21,43	21,86	21,62	22,10	22,32	22,40	22,59

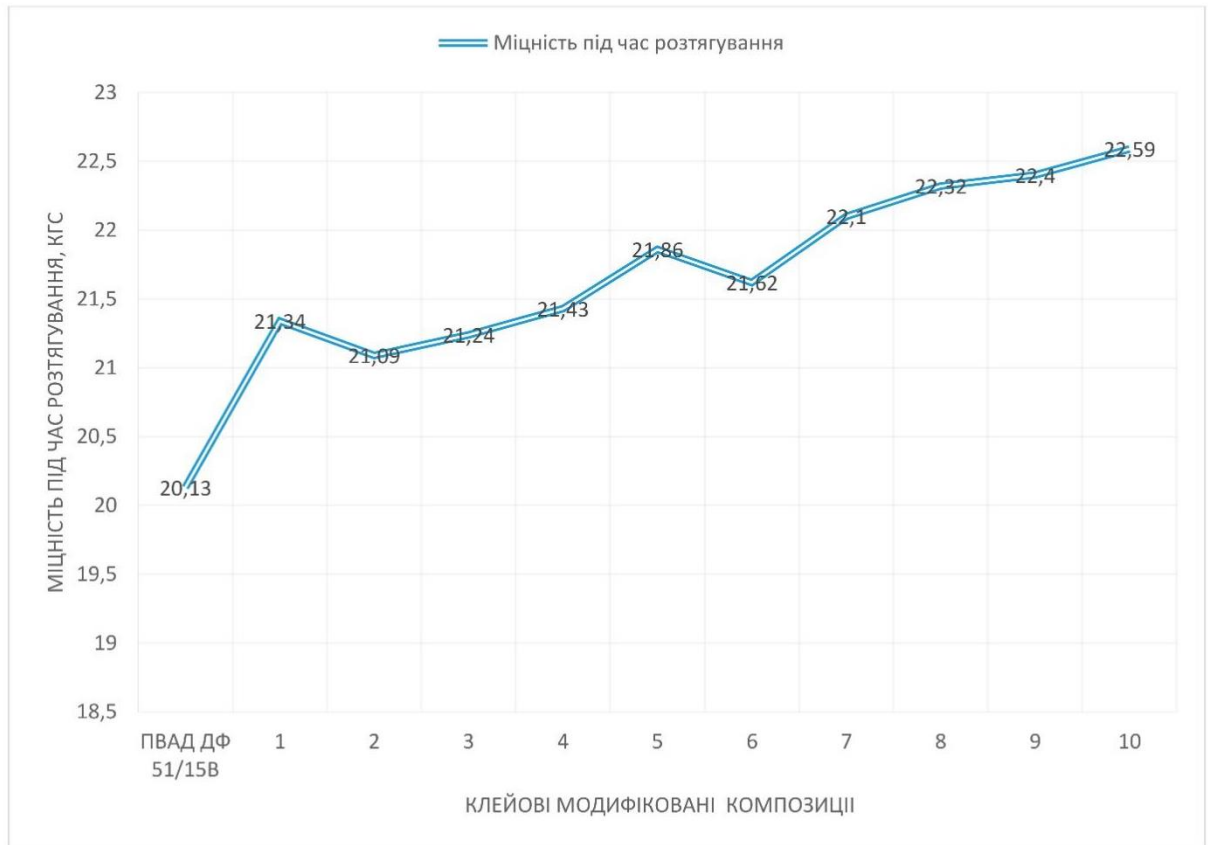


Рис. 3.4.2. Показники зміни міцності склеєних модифікованими клеями фрагментів напівжорстких обкладинок (табл. 3.4.2).

На графіку, зображеному на рис. 3.4.1, відтворені порівняльні показники міцності склеєних експериментальних фрагментів напівжорстких 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. 3.4.1), до 10,9%, в позиції 10 (табл. 3.4.1), на відміну від показників склеєних фрагментів ПВАД ДФ-51/15В без модифікування.

Порівняльний аналіз показників міцності при розтягуванні, демонструє зростання міцності, склеєних модифікованими клеями фрагментів, від 4,8%, в позиції 2 (табл. 3.4.2), до 12,2%, в позиції 10 (табл. 3.4.2), на відміну від

показників склеєних фрагментів дисперсією PVAD DF 51/15B (N1, табл. 3.4.1) без модифікування.

Зростання показників, згідно з графіком, здійснюється не в пропорційній послідовності, а в дискретній, з окремими ділянками зростання і падіння, що 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 ПВАД ДФ-51/15В, позначені в табл. 3.4.1 і табл. 3.4.2 позиціями 7, 8, 9, 10, з наближеними результатами збільшення міцності обкладинок під час розтягування у 9,4%, 9,9%, 10,7%, 10,9% .

Найбільш сприятливими для застосування виявилися модифіковані клейові полімерні композиції на основі PVAD DF 51/15В, позначені в табл. 3.4.1 і табл. 3.2.2 позиціями 7, 8, 9, 10, з суттєвими дотичними результатами збільшення міцності обкладинок, під час розтягування, у 9,8%, 10,9%, 11,3%, 12,2%. Також необхідно відзначити деякі додаткові позитивні особливості утворених полімерних клейових сполук.

Висока пористість і пухкість часток порошкової целюлози (N4, табл. 3.4.1), залученої додатково до використання в суміші мінеральної добавки у вигляді каоліну (N5, табл. 3.4.2), забезпечує суттєве зниження в клейовій суміші вмісту води, яка перебуває у неприєднаному стані. А це, своєю чергою, сприяє рівномірному і швидкому згущенню полімерної клейової композиції.

За рахунок диспергувального компоненту, яким є порошкова целюлоза (N4, табл. 3.4.1), 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.

Контрольні запитання до розділу 3

1. Які відомі способи склеювання конструктивних частин розгорток напівжорстких обкладинок?
2. Як залежать показники міцності склеєних фрагментів напівжорстких обкладинок від способів склеювання конструктивних частин розгорток?
3. Які особливості формування структури напівжорстких обкладинок в процесі їх виготовлення від чергування ділянок заповнених клеєм і таких де клей відсутній?
4. Чи можлива поява дефектів, що сприятимуть пришвидшеному руйнуванню напівжорстких обкладинок після програмованої неоднорідності склеювання їх просторових конструкцій?
5. Якими є основні етапи технологічних розрахунків витрат клейових полімерних композицій, при тиражному виготовленні напівжорстких обкладинок?
6. Як впливають на кінцевий результат розрахунку витрат клею геометричні розміри обкладинок, коефіцієнти розтискування шарів клею, а також об'єми заглибин (стрічкоподібних, або клітинних) розташованих на поверхні клейових валів ліній для виготовлення книжкових оправ?
7. Як впливає на зростання показників міцності напівжорстких обкладинок застосування клейових полімерних композицій, вдосконалених за допомогою технологій модифікування?
8. Які особливості формування параметричної системи вагових рецептурних показників для речовин-модифікаторів, сумісних з полівінілацетатними дисперсіями?
9. Якою є технологічна послідовність моделювання конструкцій напівжорстких обкладинок з розрахованими показниками міцності на основі застосування модифікованих клейових композицій?
10. Якою є мета визначення максимальних зусиль, при яких відбувається руйнування одиничних, подвійних та склеєних зразків

палітурних матеріалів виготовлення напівжорстких обкладинок під час розтягування їх на розривній машині до повного руйнування?

11. Якими факторами можливо пояснити відмінність зусиль руйнування одиничних та подвійних зразків палітурних матеріалів для напівжорстких обкладинок, що не мають пропорційних цифрових показів – точних, або наближених до точних подвійних величин?

12. Якими технологічними особливостями та перевагами характеризуються полівінілацетатні дисперсії застосовані для виготовлення напівжорстких обкладинок, в порівнянні з іншими палітурними клеями?

13. В чому полягає відмінність і наслідки застосування дискретного нанесення клею при виготовленні напівжорстких обкладинок і палітурок для книжкових блоків?

14. Які основні відмінності клейових валів клейових апаратів фальцювально-склеювальних ліній та технологій нанесення клею, за допомогою яких здійснюється суцільне і дискретне нанесення клею на конструктивні деталі розгорток обкладинок?

РОЗДІЛ 4.

СУЧАСНІ НАУКОВО-ПРАКТИЧНІ ТЕНДЕНЦІЇ ПРОЄКТУВАННЯ МЕХАНІЗМІВ ПОТОКОВИХ ЛІНІЙ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ РЕСУРСООЩАДНИХ КНИЖКОВИХ ОПРАВ

4.1. Технологічні особливості конструювання фальцювально-склеювальної лінії для виготовлення напівжорстких обкладинок

Наукові засади створення нової поліграфічної техніки можливо розглядати як процес, що складається із двох взаємодоповнюючих складових. Перша складова несе основоположну ідею і концепцію проектування, а також виведені із цієї концепції головні визначення, принципи і способи розв'язування відповідних інженерних задач.

Друга складова охоплює робочі методики розв'язання характерних інженерних задач, які враховують особливості технологічних процесів виготовлення поліграфічної продукції, операційний алгоритм, допуски і відхилення, що забезпечують її якість та експлуатаційну стійкість.

Конструкція модульно-секційної фальцювально-склеювальної лінії для виготовлення напівжорстких обкладинок, як поліграфічної машини представляє собою сукупність конструкцій складальних одиниць і деталей, які знаходяться у функціональному послідовному технологічно визначеному певному взаємозв'язку і забезпечують потрібне функціонування.

Важливою задачею електричного приводу модульно-секційної лінії є забезпечення швидкого і, в той же час, плавного пуску, а також швидкої зупинки машини. Для тихохідних технологічних машин з електродвигуном – ця задача розв'язується порівняно просто – застосуванням звичайних пускових регулюючих пристроїв і використанням пасових передач та фрикційних муфт, які виключають можливість появи ударів.

Для введення в дію окремих виконавчих механізмів в процесі роботи машини незалежно від інших, то це здійснюється шляхом синхронного

вмикання відповідних допоміжних ведучих валів на один робочий цикл. З цією метою часто використовують стоп-пускову муфту.

У випадку розділених на етапи в модульній лінії технологічних процесів, які можуть виконуватися в повному обсязі, або по операційно, чітка синхронізація початку роботи механізмів - відсутня, тому в конструкції кожної технологічної секції з виконавчими механізмами, використані магнітні пускачі, які вмикають потрібні електродвигуни і електромагнітні муфти тощо.

Приводи машин класифікують за певними ознаками, основними з яких є: кількість двигунів і схема з'єднання їх з передачами; тип двигунів; тип передач. За кількістю двигунів в сучасних машинах розрізняють приводи: одно- і багатодвигунні. Однодвигунний привод поширений в поліграфічних машинах. В цьому випадку кожна технологічна машина має свій індивідуальний двигун з передачею.

Якщо ж в машині є механізми, які приводяться від окремих двигунів, то такий привод називають багатодвигунним. На сучасному етапі конструювання поліграфічного обладнання розвиток приводу іде в напрямку створення багатодвигунного приводу.

Індивідуальні багатодвигунні приводи значно спрощують конструкцію багатьох машин, прискорюють їх пуск і зупинку, полегшують і роблять безпечнішим обслуговування, дозволяють регулювати швидкості роботи з допомогою електродвигуна.

В експериментальній лінії по виготовленню напівжорстких обкладинок (рис. 4.1.1) використані двигуни для здійснення приводу в чотирьох секціях: самонакладу, нанесення клею і фальцювання крайок обкладинок, нанесення клею і фальцювання клапанів, завершального каландрування. Тобто – чотири електродвигуни по 2,4 і 4,5квт.

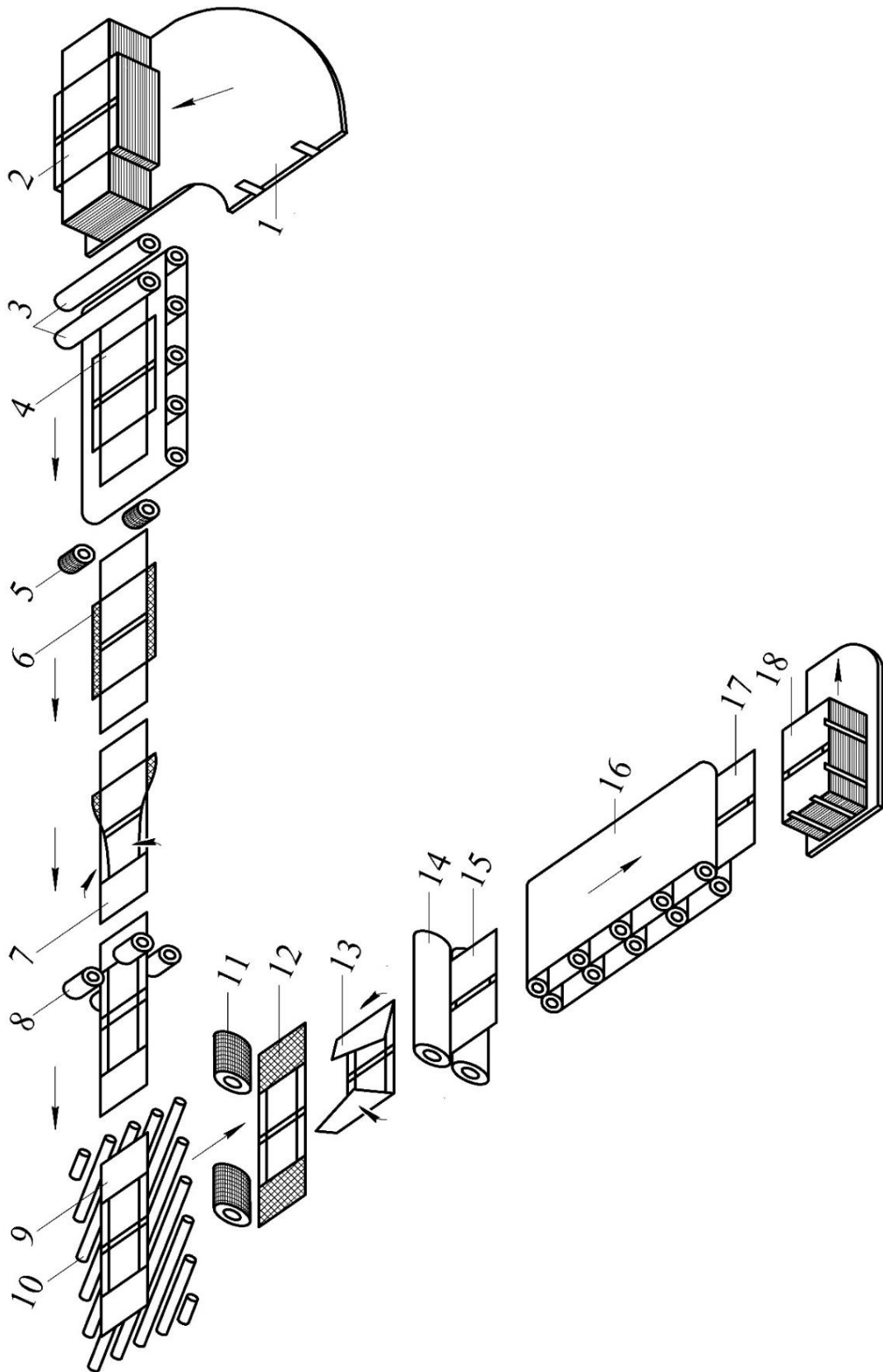


Рис. 4.1.1. Технологічна схема виготовлення напівжорстких обкладинок на експериментальній фальцювально-склеювальній лінії.

До складу лінії (рис. 4.1.1) входять модульні секції виконавчих механізмів, що забезпечують послідовні операції виготовлення напівжорстких обкладинок:

- 1 – завантажувальний бункер з приверткою розгортки;
- 2 – розгортки заготовок обкладинок;
- 3 – лінійний самонаклад розгортки;
- 4, 6, 7, 9, 13, 15, 17 – позиції контурних перетворень розгортки на стадіях виготовлення обкладинок;
- 5 – механізм нанесення клею на крайки;
- 7 – відхиляюче гвинтове фальцювання крайок;
- 8 – ролико-валковий механізм обертового пресування крайок; поворотний рольганг;
- 11 – механізм нанесення клею на клапани;
- 12 – клейовий шар;
- 14 – ролико-валковий механізм обертового пресування клапанів;
- 16 – механізм завершального каландрування і обтискання загальної площини обкладинки;
- 18 – привертка виготовлених обкладинок.

Лінія для виготовлення інтегральних та напівжорстких книжково-журнальних обкладинок призначена для поопераційного виконання наступних технологічних операцій:

- подачі механізмом самонакладу (3), попередньо висічених і бігованих в місцях згинів, розгортки обкладинок (1, 2), в площинну конфігурацію яких входять крайки, або клапани, що створюють подвійну, в окремих місцях (для інтегральних обкладинок), або подвійну суцільну (для напівжорстких обкладинок) просторову конструкцію без проклеювання, або з проклеюванням деталей розгортки (4);

- гвинтового фальцювання (7) і початкового приклеювання в 1-му фальцювально-склеювальному механізмі крайок або клапанів плоскої

розгортки, після попереднього нанесення на них палітурного клею (5); крайки, або клапани розташовані вздовж більшої розмірної частини розгортки;

- каландрування і технологічне обтискання притискними координатно-транспортуючими валками (8) приклеєних крайок або клапанів в 1-му фальцювальньо-склеювальному механізмі, формування початкової прямокутної конфігурації приклеєних елементів розгортки обкладинки;

- зміни напрямку руху на кут 90^0 , за допомогою кутового рольгангу (10), напівфабрикатів обкладинок з приклеєними і обтиснутими крайками (9), або клапанами, в поздовжньому розташуванні їх в розгортці, для подальшого входження в 2-й фальцювальньо-склеювальний механізм;

- гвинтового фальцювання (13) і початкового приклеювання в 2-му фальцювальньо-склеювальному механізмі крайок або клапанів плоскої розгортки, після попереднього нанесення на них палітурного клею (11); крайки, або клапани розташовані вздовж меншої розмірної частини розгортки (71);

- каландрування і технологічне обтискання притискними координатно-транспортуючими валками приклеєних крайок або клапанів в 2-му фальцювальньо-склеювальному механізмі (14); формування завершальної прямокутної конфігурації приклеєних елементів розгортки обкладинки (15);

- завершальне каландрування і обтискання (16) загальної площини обкладинки (17) в термін, що забезпечує повну полімеризацію клейової полімерної композиції, застосованої для склеювання відібраних для виготовлення обкладинок палітурних матеріалів, а також для забезпечення структурної однорідності виготовлених інтегральних, або напівжорстких обкладинок (18).

Лінія для виготовлення інтегральних та напівжорстких книжково-журнальних обкладинок дозволяє виготовлювати інтегральні або

напівжорсткі обкладинки із хром-ерзаців номенклатурної товщини, тонких видів картону та щільних видів крейдованих паперів.

В процесі проектування лінії, як нового зразки поліграфічного обладнання вирішені наступні головні задачі: а) вибір і обґрунтування кінематичної схеми приводу і виконання кінематичних розрахунків; б) визначення технологічних навантажень; в) визначення обертаючого моменту на головному (розподільчому) валу машини, що витрачається на подолання сил опору і технологічних навантажень; г) визначення потужності, що передається машиною і вибір двигуна; д) розрахунок деталей передавальних механізмів на міцність і довговічність. На рис. 4.1.2 представлена структурна побудова фальцювально-склеювальної лінії для виготовлення напівжорстких обкладинок.

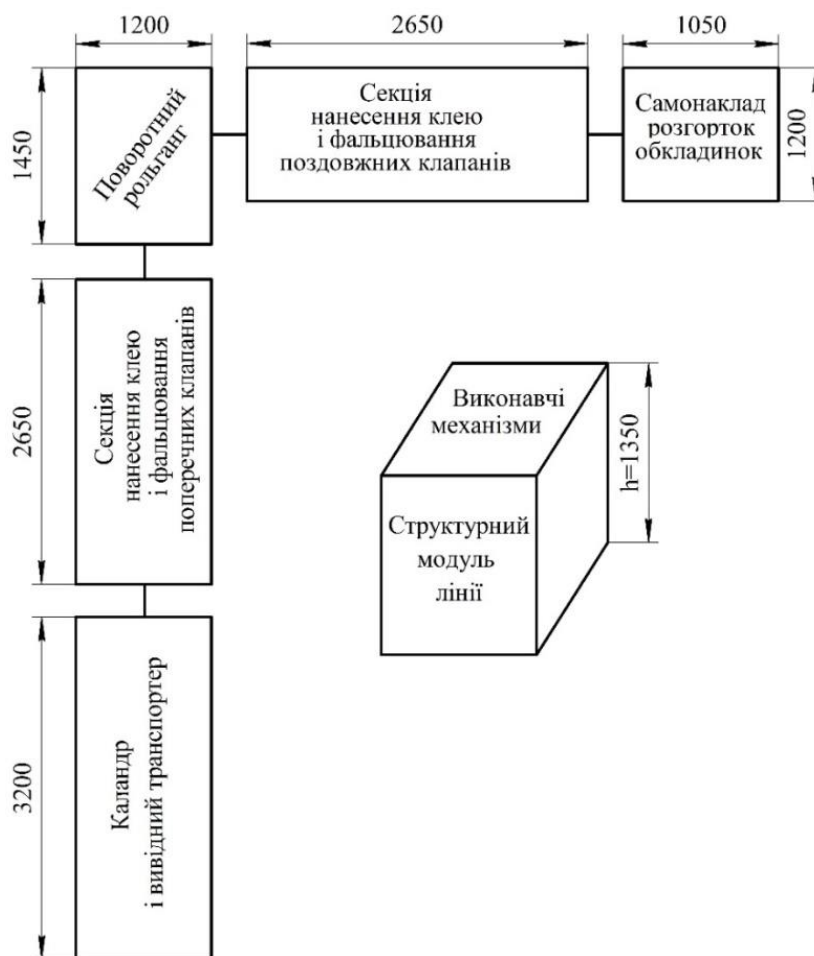


Рис. 4.1.2. Структурна схема секційних модулів фальцювально-склеювальної лінії

Структурна схема має габаритні розміри секційних модулів з виконавчими механізмами: самонаклад розгорток обкладинок, секція нанесення клею і фальцювання поздовжніх клапанів, поворотний рольганг, секція нанесення клею і фальцювання поперечних клапанів, каландр і вивідний транспортер.

Технічні характеристики лінії:

Габарити лінії:

загальна довжина – 12 200 мм;

самонаклад розгорток обкладинок – 1050 мм;

секція нанесення клею і фальцювання поздовжніх клапанів – 2650 мм;

поворотний рольганг – 1450 + 1200 мм;

секція нанесення клею і фальцювання поперечних клапанів – 2650 мм;

каландр і вивідний транспортер – 3200 мм;

загальна ширина – 1200 мм;

висота – 1350 мм.

Вага лінії – 2000 кг

Потужність - ,

Розміри висічених розгорток для виготовлення обкладинок:

мінімальні - 155x784 мм;

максимальні – 250x1144 мм

При проектуванні силової частини фальцювально-склеювальної лінії, врахована спільна робота всіх виконавчих механізмів і приводу. Рівняння кінетичної енергії лінії [90]:

$$A_{\Sigma m} - A_{\Sigma res} = T_{\Sigma end} - T_0, \quad (4. 1. 1)$$

де $A_{\Sigma m}$ - робота здійснена двигунами приводів виконавчих механізмів;

$A_{\Sigma res}$ - робота всіх сил опору лінії;

$T_{\Sigma end}, T_0$ - кінетична енергія лінії в кінцевому циклі виготовлення обкладинок і на початку циклу подачі першої розгортки самонакладом.

Рівняння руху машинного агрегату залежно від виду діючих сил:

$$A_{\Sigma m} - (A_{\Sigma tres} - A_{\Sigma fr} - A_{\Sigma res} \pm A_{\Sigma in} \pm A_{\Sigma wl}) = 0 \quad (4.1.2)$$

де $A_{\Sigma tres}, A_{\Sigma fr}, A_{\Sigma res}, A_{\Sigma in}, A_{\Sigma wl}$ - роботи необхідні для подолання технологічних опорів виконавчих механізмів, сил тертя, інерції і ваги ланок.

При віднесенні до одиниці часу перелічених складових енергетичного балансу:

$$N_{\Sigma m} - (N_{\Sigma tres} - N_{\Sigma fr} - N_{\Sigma res} \pm N_{\Sigma in} \pm N_{\Sigma wl}) = 0 \quad (4.1.3)$$

де N – потужності відповідних сил.

4.2. Структурна побудова виконавчих механізмів фальцювально-склеювальної лінії

Самонаклади фальцювально-склеювальних ліній призначені для автоматичного швидкісного поштучного відділення листів від стопи і подачі їх в першу секцію для нанесення клею на конструктивні деталі розгорток.

Проводка розгорток для виготовлення напівжорстких обкладинок в експериментальній лінії здійснюється механізмами самонакладу (рис. 4.2.1, рис. 4.2.2) в три етапи в такій послідовності:

- відокремлення одного примірника розгортки від привертки розгорток розташованої на плоских підтримуючих опора, що знаходяться в одній площині із стрічковими транспортувальними системами;
- переміщення одного примірника розгортки в зону дії стрічкових попарно контактних транспортувальних пристроїв;
- транспортування розгортки в зону нанесення клею на крайки, або клапани;

Для застосування в лініях виробнича швидкість яких забезпечує середньо тиражні або малотиражні обсяги фальцювання і склеювання розгорток обкладинок можливе застосування пристроїв подачі розгорток або листів палітурних матеріалів які, як правило являють собою ротаційний

циліндр з отворами, який захоплює листи за рахунок вакууму, який створюється між його поверхнею і поверхнею листа.

Вакуум створюється в потрібні моменти циклу за рахунок видалення повітря з внутрішньої порожнини циліндра. Для поліпшення контакту з листами на циліндр може бути нанесено поліуретанове покриття.

Поштучне відокремлення розгорток обкладинок в експериментальній лінії передбачає швидкісне їх переміщення без утворення зазорів між примірниками. Для стабілізації процесу відокремлення розгорток і переміщення їх вздовж технологічного циклу, за умови використання матеріалів, на поверхні яких накопичується статична електрика, що призводить до злипання розгорток і непередбачуваній зупинці лінії, можливе додаткове використання бічних роздувів. Потік стиснутого повітря розпушує торцеву частину привертки сприяючи поштучному відокремленню розгорток.



Рис. 4.2.1. Механізм самонакладу експериментальної лінії по виготовленню напівжорстких обкладинок

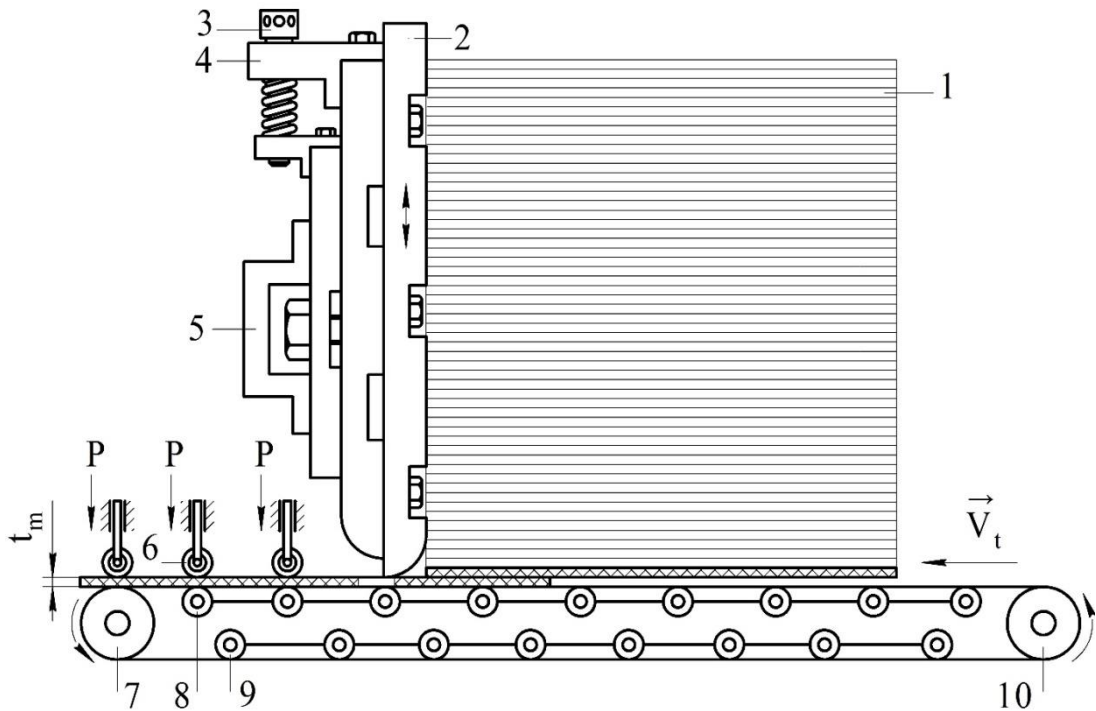


Рис. 4.2.2. Кінематична схема побудови самонакладу експериментальної лінії, 1 – привертка розгорток; 2, 3, 4 – складові механізми регулювання зазорів для поштучної подачі розгорток (залежить від товщини палітурного матеріалу обкладинок); 5 – механізм фіксації технологічних зазорів подачі розгорток; 6 – притискні ролики транспортувальної системи; 7 – приводний вал транспортувальної стрічкової системи; 8 – ролики робочої гілки стрічкового транспортера; 9 – ролики гілки стрічкового транспортера холостого ходу; 10 – натяжний пристрій транспортувальної системи; \vec{V}_t – вектор швидкості подачі розгорток обкладинок.

На рис. 4.2.3 зображена комбінована модульна секція №1 експериментальної лінії яка складається:

- з механізму нанесення клею на крайки, або клапани розгортки напівжорсткої обкладинки (рис. 4.2.4);
- механізму гвинтового відгинаючого фальцювання крайок, або клапанів розгортки обкладинки (рис. 4.2.5);

- механізму обертового пресування та координатного переміщення розгорток обкладинок після фальцювання;

- механізму координатного виведення каландрованих розгорток обкладинок, з приклеєними крайками, або клапанами, на поворотний рольганг для зміни напрямку руху розгортки на кут 90° і введення її в комбіновану модульну секцію №2 приклеювання крайок або клапанів по короткій стороні розгортки.

Секція обладнана індивідуальним приводом і механізмами регулювання затискних зусиль жорсткого тримання розгорток обкладинок між гілками попарно контактних стрічкових транспортерів впродовж виробничого циклу виготовлення тиражів обкладинок. Механізми створення притиску виконані у вигляді шарнірних важелів, у яких шарніри виготовлені, як кулачкові механізми змінного профілю, за рахунок яких відбувається поступове створення зусиль притиску і їх фіксація впродовж роботи.

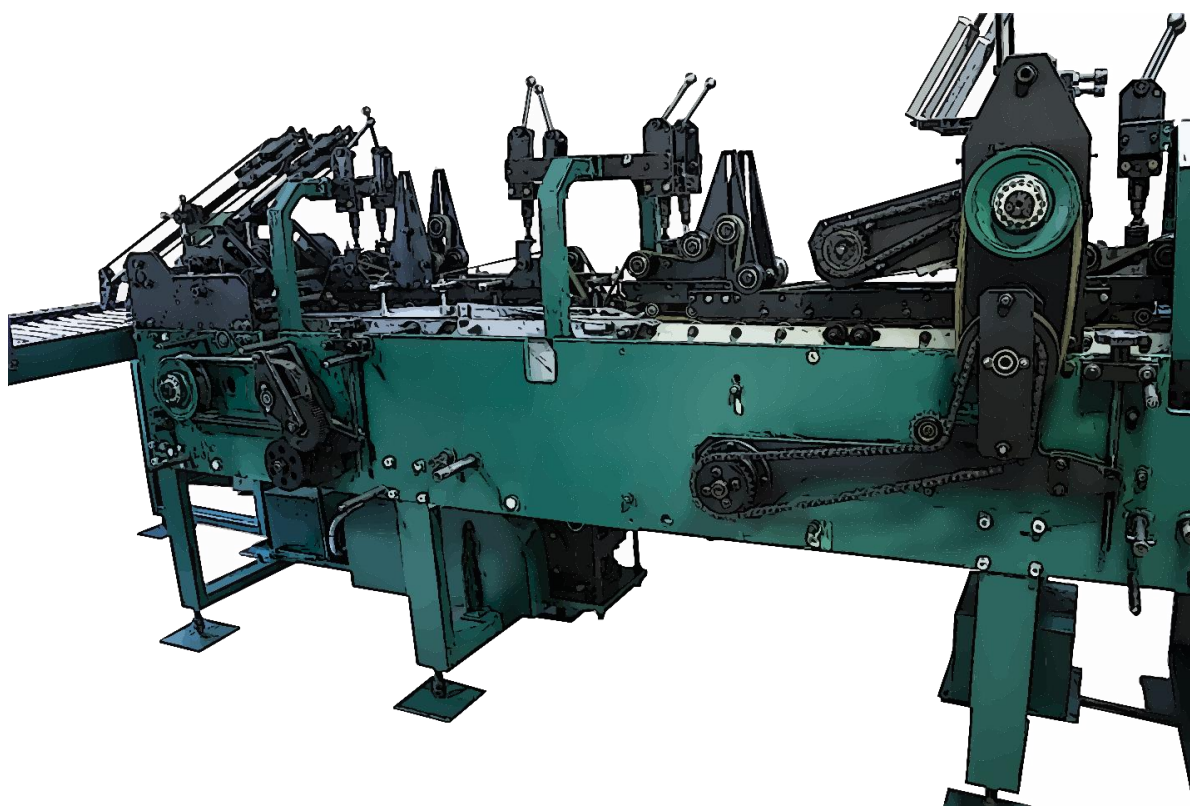


Рис. 4.2.3. Комбінована модульна секція №1 приклеювання крайок або клапанів по довгій стороні розгортки

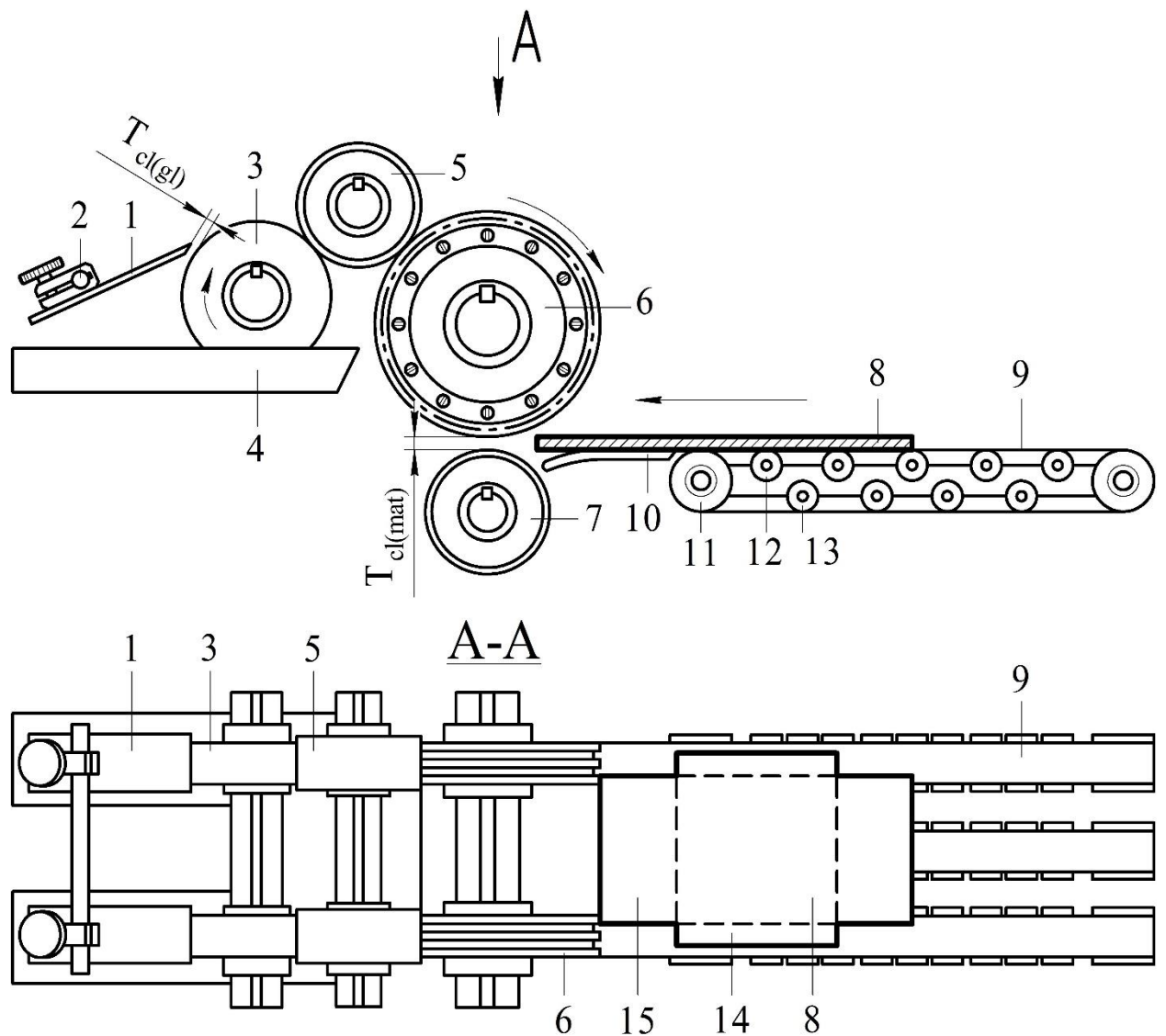


Рис. 4.2.4. Клейовий апарат нанесення клею на краї напівжорстких обкладинок, 1 – рапель регулювання шару клею; 2 – затискач рапель; 3 – живильний клейовий вал; 4 – резервуар для клею; 5 – передаточний клейовий вал; 6 – профільний вал для нанесення клею на краї розгортки; 7 – регулювальний вал; 8 – розгортка обкладинки; 9 – стрічковий транспортер; 10 – направляючі; 11 – приводний вал стрічкового транспортера; 12 – підтримуючі ролики робочої гілки транспортера; 13 – підтримуючі ролики гілки транспортера холостого ходу; 14 – краї розгортки; 15 – клапани розгортки.

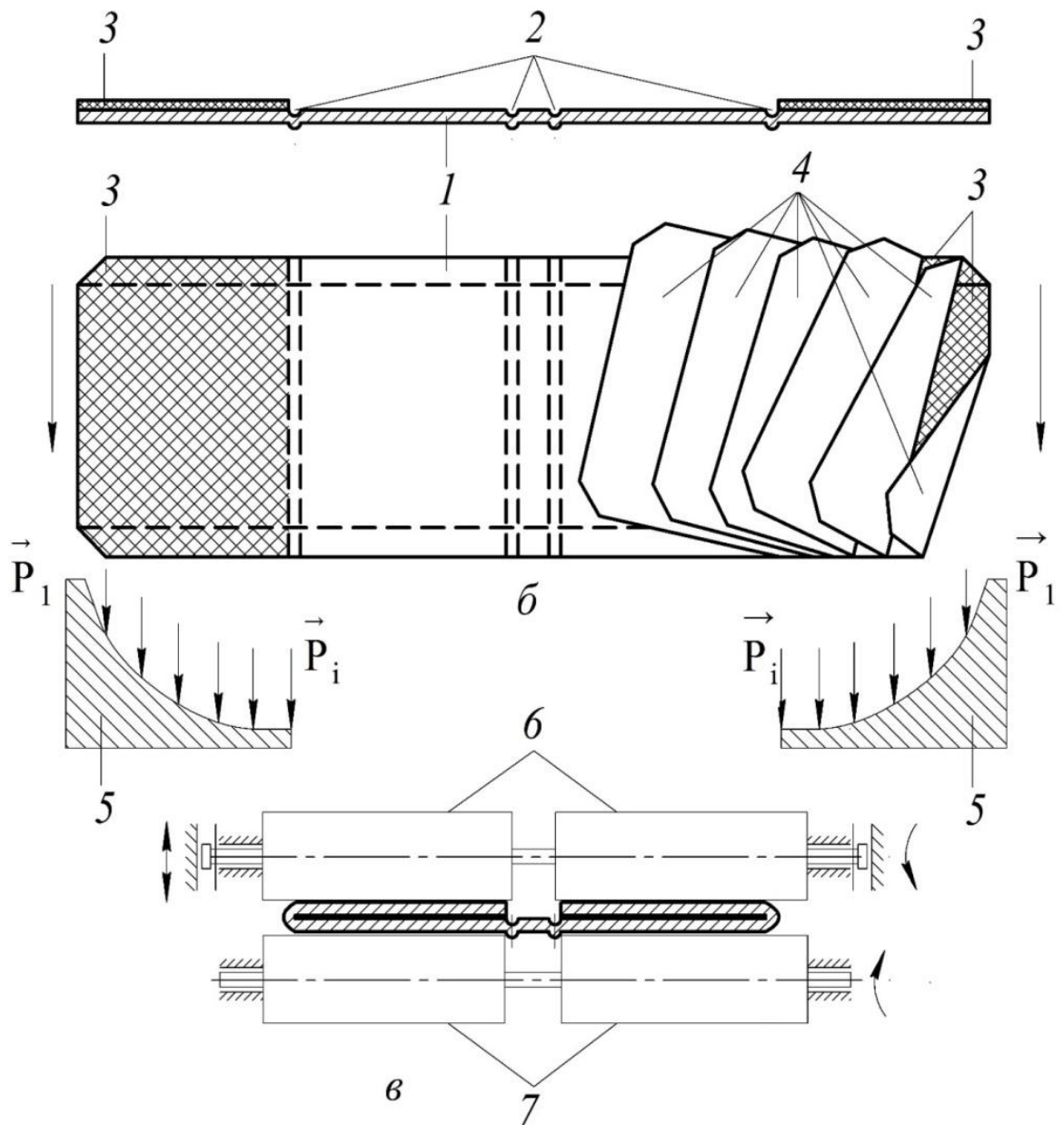


Рис. 4.2.5. Технологічна схема гвинтового згинаючого фальцювання крайок або клапанів напівжорстких обкладинок, 1 – розгортка напівжорсткої обкладинки; 2 – біговальні канавки; 3 – зони нанесення шару клею; 4 – етапи гвинтового фальцювання клапанів; 5 – направляючі профільні пластини для гвинтового фальцювання; 6 – верхні ролики механізму обертового пресування; 7 – нижні ролики; \vec{P}_1, \vec{P}_i – зусилля опору механізму в процесі фальцювання.

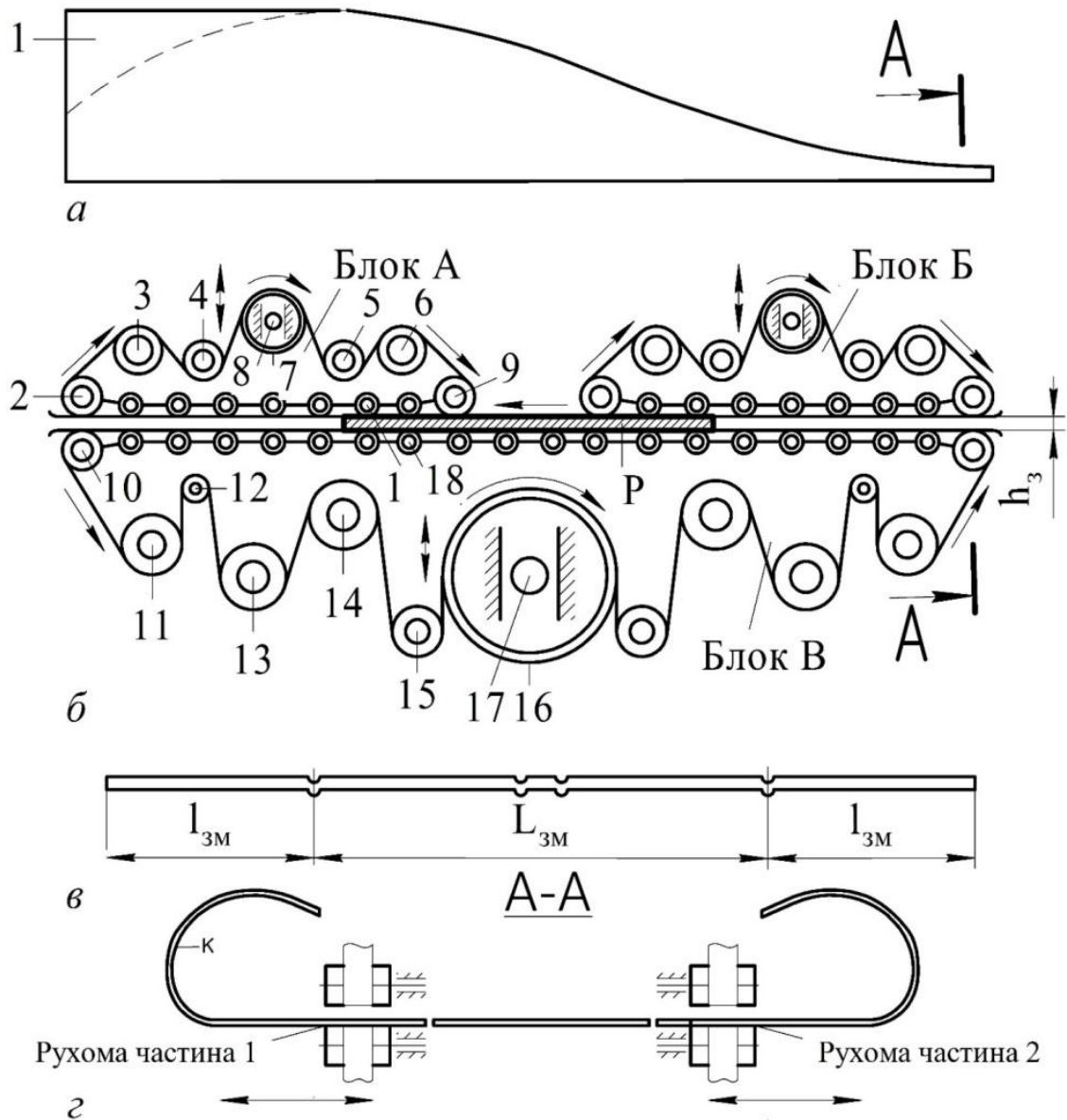


Рис. 4.2.6. Стрічкова попарно контактна транспорвальна система механізму гвинтового фальцювання, 1 – профільні пластини для гвинтового фальцювання; 2 – приводний вал блоку А; 3 – 3, 4, 5, 6 – відхиляючі ролики верхньої транспортерної гілки; 7 – натяжний вал блоку А; 8 – куліса вертикального переміщення натяжного валу; 9 – натяжний вал блоку А; 10 – приводний вал нижньої транспортерної гілки; 11, 12, 13, 14, 15 – відхиляючі ролики нижньої транспортерної гілки; 16 – натяжний барабан блоку В; 17 – куліса вертикального переміщення натяжного барабана блоку В.

В технологічному процесі гвинтового фальцювання крайок і клапанів, на які нанесений клей, приклеювання та каландрування координато-транспортуючими роликми, заготовки рухаються в поздовжньому, або поперечному напрямках. Відповідно, виконавчі механізми лінії, впродовж технологічного циклу, мають сприяти дотриманню переконливої постійності утворення прямокутної геометрії напівжорстких обкладинок.

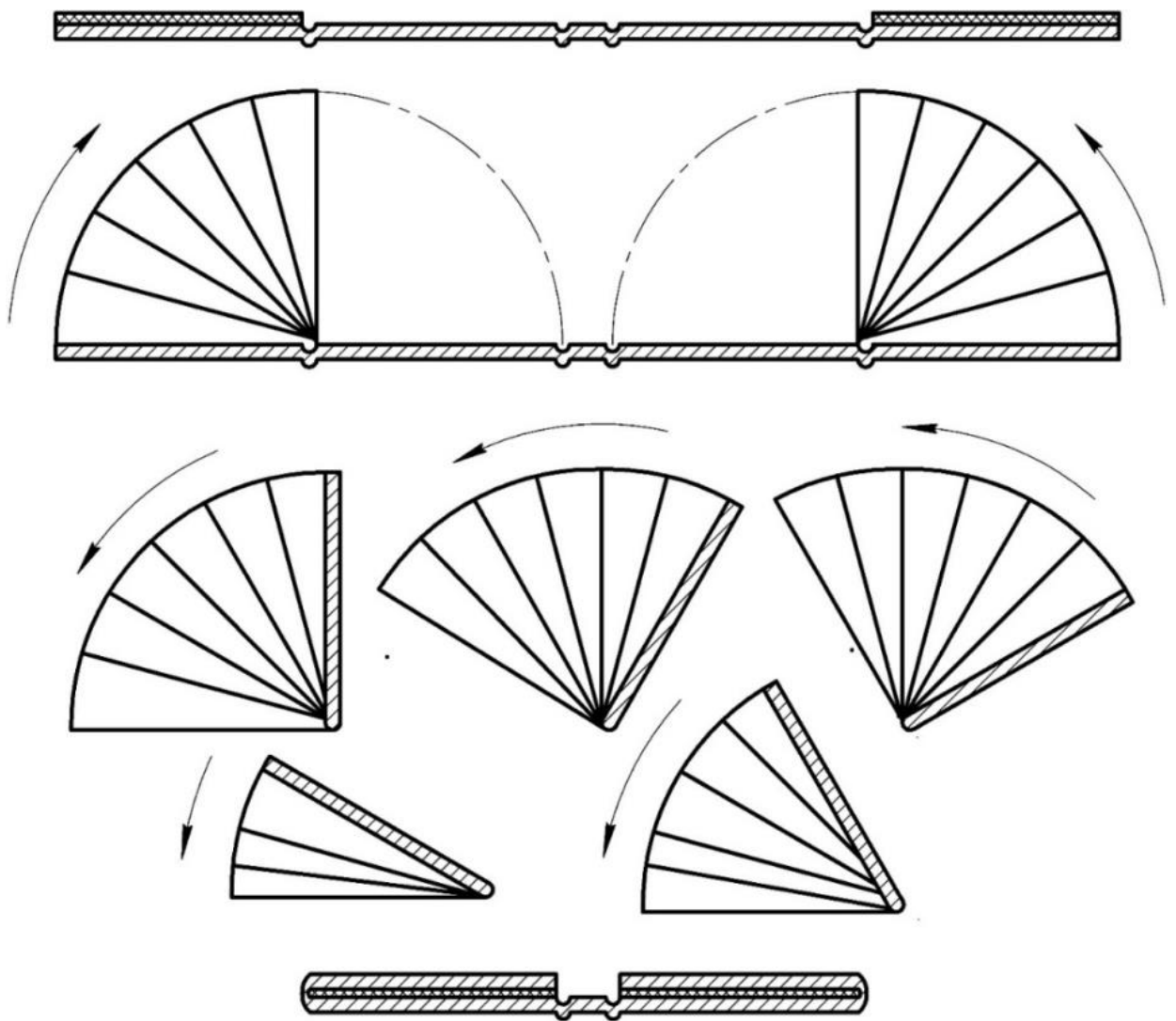


Рис. 4.2.7. Етапи загинання клапанів напівжорстких обкладинок (рис. 4.2.5)

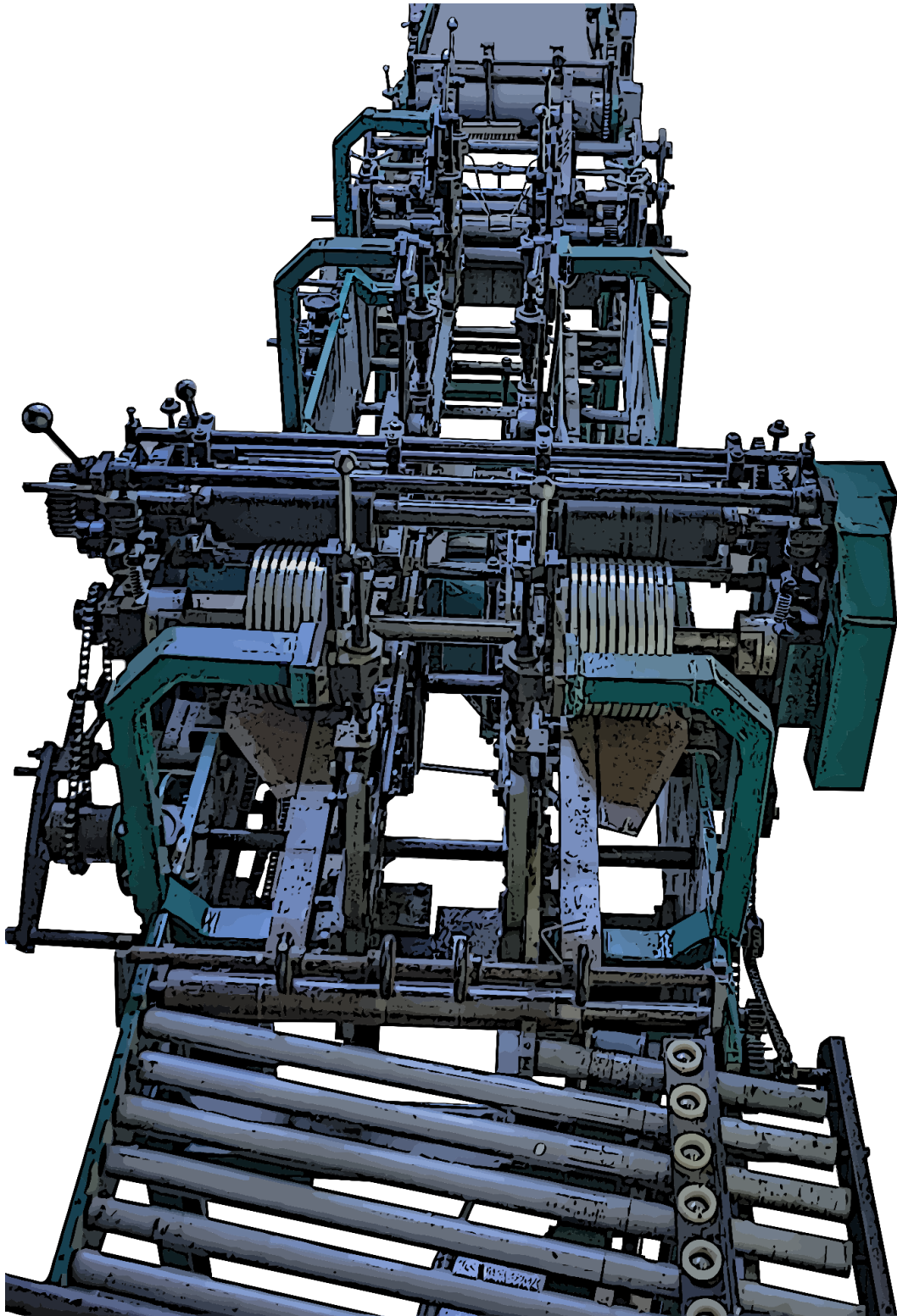


Рис. 4.2.8. Комбінована модульна секція №2 приклеювання крайок або клапанів по короткій стороні розгортки

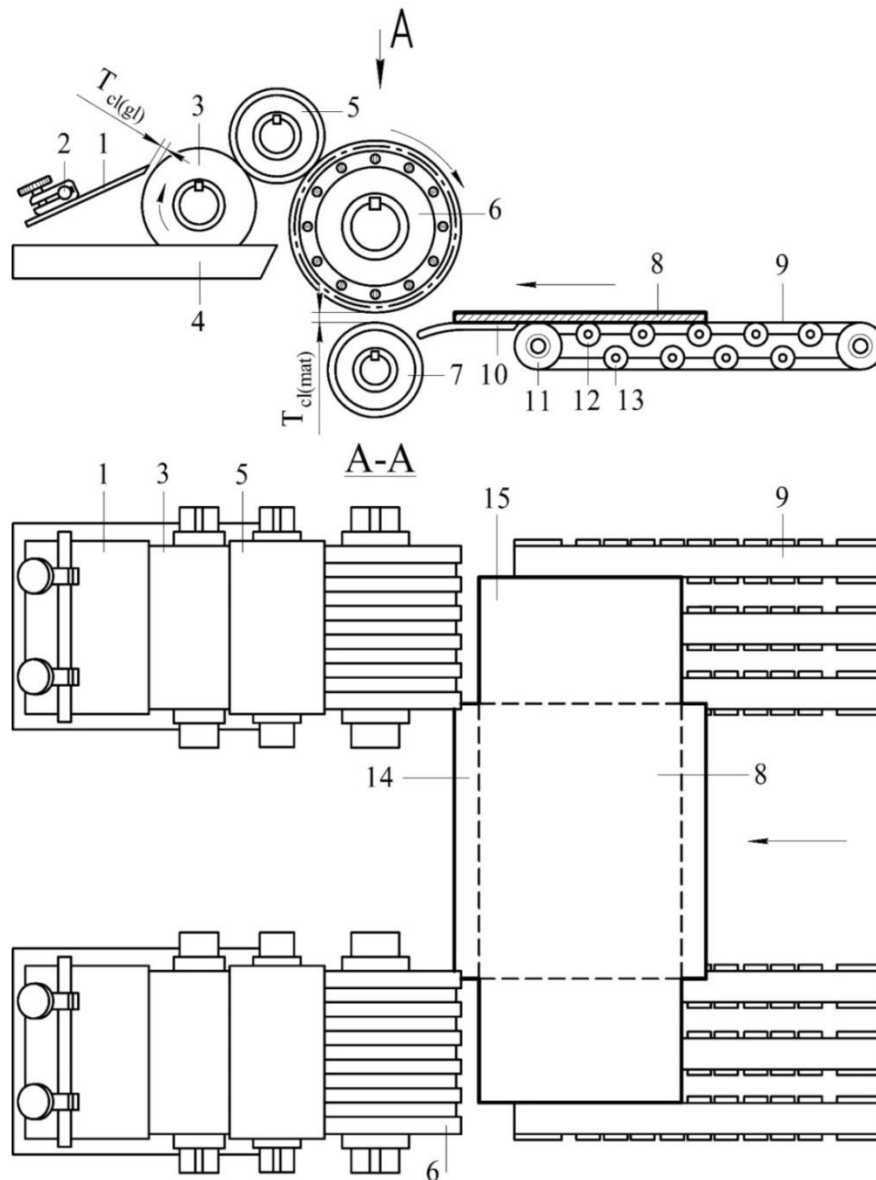


Рис. 4. 2. 9. Клейовий апарат нанесення клею на клапани напівжорстких обкладинок, 1 – рапель регулювання шару клею; 2 – затискач рапель; 3 – живильний клейовий вал; 4 – резервуар для клею; 5 – передаточний клейовий вал; 6 – профільний вал для нанесення клею на крайки розгортки; 7 – регулювальний вал; 8 – розгортка обкладинки; 9 – подвійний стрічковий транспортер; 10 – направляючі; 11 – приводний вал стрічкового транспортера; 12 – підтримуючі ролики робочої гілки транспортера; 13 – підтримуючі ролики гілки транспортера холостого ходу; 14 – крайки розгортки; 15 – клапани розгортки.

Клейовий апарат для нанесення клею на клапани напівжорстких обкладинок побудований за аналогією з клейовим апаратом нанесення клею на крайки обкладинок за дублюючим принципом. Синхронізація швидкості транспортування заготовок обкладинок обох гілок клейового пристрою відбувається за допомогою кулачково-важельних регулюючих механізмів, розташованих вздовж технологічної частини експериментальної лінії (рис. 4.2.3).

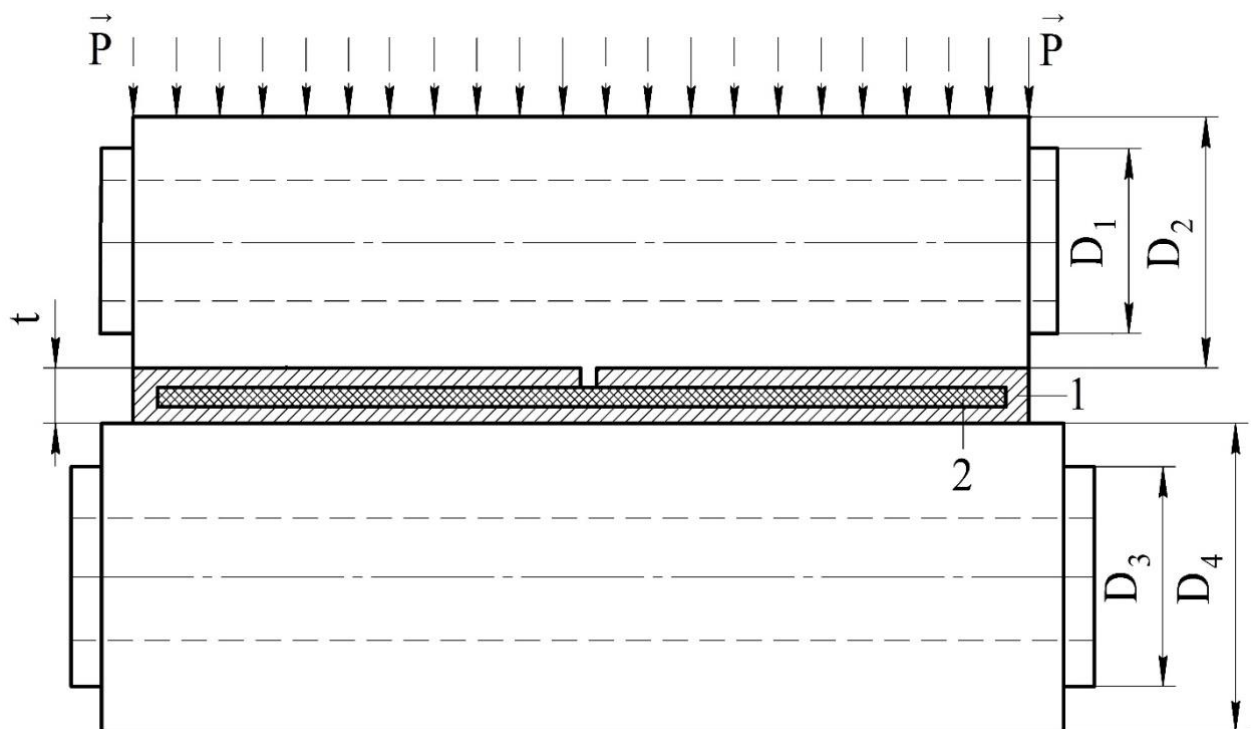


Рис. 4.2.10. Епюра обертового пресування крайок і клапанів обкладинок після нанесення клею і фальцювання, 1 – палітурний матеріал обкладинки; 2 – шар клею; t – товщина клеєної структури обкладинки; D_1, D_2 – діаметри шийок обертових пресувальних валів; D_3, D_4 – діаметри обертових пресувальних валів; \vec{P} – вектори рівномірно розподілених зусиль обертового пресування обкладинок

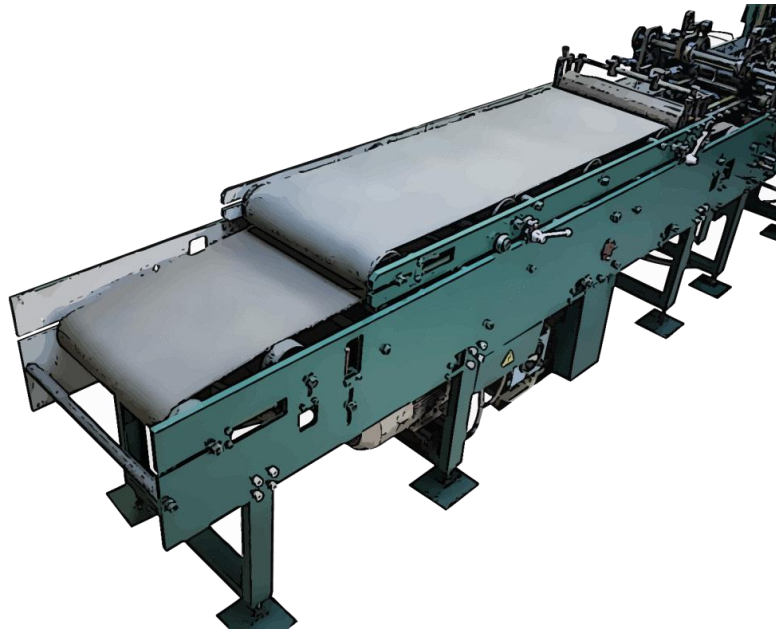


Рис. 4.2.11. Механізм завершального каландрування і обтискання загальної клеєної структури обкладинки

Враховуючи періодичне розтягування стрічок верхньої і нижньої гілок механізму завершального каландрування, в конструкції передбачені натяжні пристрої з натяжними валами (рис. 4.2.12, поз. 4 і поз. 7) для регулювання технологічного натягу стрічок, що забезпечує створення визначених зусиль обтискання клеєної структури обкладинок.

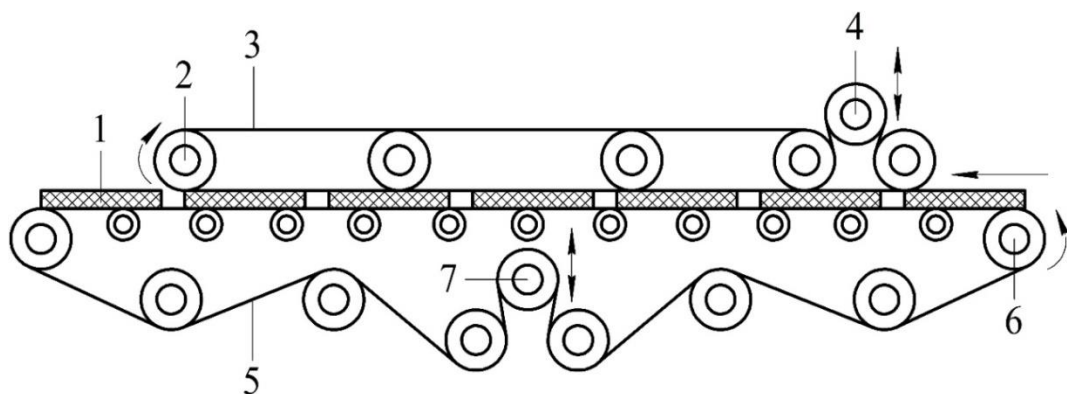


Рис. 4.2.12. Кінематична схема механізму завершального каландрування, 1 – клеєні обкладинки після обтискання; 2, 6 – приводний вал; 3, 5 – транспортувальна багат шарова стрічка; 4, 7 – натяжні вали

4.3. Комплексне оцінювання впливу обертальних механізмів експериментальної лінії на точність виготовлення обкладинок

Виготовлення високоякісних напівжорстких обкладинок, зі сталими контурними розмірами, визначеними галузевими стандартами, відбувається за умови тривалого збереження поверхневої міцності ролико-валкових механізмів обертального пресування, які здійснюють завершальне формування й обтискування обкладинок [48].

Враховуючи технологічну особливість обертального пресування крайок і клапанів напівжорстких обкладинок, які після нанесення клею, до входження в зону пресувального контакту між притискними роликами, зберігають стан тимчасової невизначеності, з точки зору збереження прямокутної контурної геометрії після приклеювання, притискання і формування цільної структури обкладинки.

Окрім того, процес обертального пресування клеєних обкладинок збігається з процесом лінійного переміщення обкладинок вздовж осьової лінії, умовно проведеної через центри виконавчих механізмів і середину розгортки обкладинок. Відхилення від визначеної лінії технологічної симетрії переміщення розгортки призводить до формування дефектів контурної геометрії обкладинок після склеювання й обертального пресування.

Тому, експлуатаційна зносостійкість і міцність ролико-валкових механізмів обертального пресування обкладинок та жорсткість їх конструкції сприяє підвищенню якості виготовлення напівжорстких обкладинок, тривалості технологічних процесів, без невиправданих зупинок експериментальної лінії для додаткового налагодження механізмів на технологічну точність та вилучення виробів з дефектами.

Розширення напрямків дослідження ефективних методів зміцнювальної обробки циліндричних деталей, типу роликів і валів, викликано тим, що застосування традиційних способів поверхневим пластичним деформуванням (ППД) вичерпало свої можливості. Розроблений спосіб, для отримання

високоякісних циліндричних деталей з каліброваної сталі, що використовує для ППД, як робочий інструмент, кільцевий індентор-матрицю.

Для підвищення стійкості, під час формування регулярного мікрорельєфу на зміцнювальній поверхні, розроблений технологічний процес оздоблювально-зміцнювальної обробки осцилювальним вигладжуванням. Що забезпечує підвищення інтенсивності напружень в осередку пружно-пластичної деформації.

Тотожні експериментальні дослідження [49] дозволили встановити характер зміни показників шорсткості на поверхні циліндричних деталей, за умови варіативної подачі інструменту для осцилювального вигладжування [48].

Швидкість деформування, зафіксована впродовж експериментів при осцилювальному вигладжуванні, обмежується 8-9 м/хв ($n = 120$ об / хв). Підвищення швидкості (понад 8-9 м/хв) призводить до збільшення шорсткості. Виміряна раціональна глибина впровадження інструменту ($t = 0,1-0,2$ мм), при якій забезпечується найкраща шорсткість поверхні [48].

Однак є підстави вважати, що формування мікрорельєфу осцилювальним вигладжуванням, повною мірою сприяє утворенню профільної поверхні роликів, що працюють у парі, і які здійснюють координатне переміщення виробів. Тому, наведені експлуатаційні показники, обумовлюють проведення додаткових досліджень, у напрямку профільного пластичного деформування приповерхневого шару роликів.

Різниця в зусиллях деформування поверхневого шару круглих деталей починає істотно позначатися при діаметрах кругового контакту більше як два міліметри. Виходячи з цього, досліджено, що істотний вплив на напружений стан в тілі деталі, при одній і тій же площі контакту сприяє тому, що максимальні напруги будуть виникати в центрі контакту.

Відповідно, підтвержені численними експериментальними даними припущення, що зміна напружень в глибину поверхневого шару залежить від

розподілених напружень в круговому контакті. Напруження в при поверхневому шарі спочатку ростуть від нуля до деякого максимального значення, а потім зменшуються. Це означає, що чим більше розміри контактної зони, тим більше розбіжність між глибинами зміцнення.

Однак, ці показники якості поверхневого шару переважно визначаються на основі проведення експериментальних досліджень і мають емпіричний характер. У зв'язку з цим, актуальним є визначення математичних моделей розрахунку глибини зміцненого шару. А, також, закону розподілу залишкових напружень, по глибині зміцненого шару, утвореного індентором з дискретними розмірами матриці, циклічно вдавненої в поверхню круглої деталі, з визначеними зусиллями.

Механізм впливу поверхнево-пластичної обробки дискретних, послідовно виокремлених ділянок, порівнянних за розмірами з робочою поверхнею матриць-інденторів, має декілька різновидів [50].

В одному випадку, внаслідок перерозподілу структури матеріалу поверхневого шару, під час утворення ущільнених заглибин, з профілем індентора, змінюється геометрія поверхні циліндричних деталей. Відповідно, наведення залишкових напружень, в при поверхневій зоні утворення заглибин, здатні викликати загальну деформацію деталі, або її окремої частин.

В іншому випадку, залишкові напруження здатні змінити жорсткість деталі, без зміни її зовнішньої геометрії. Слід зазначити, що застосування точкового або керованого поверхневого пластичного деформування, дозволяє управляти геометричними характеристиками поверхонь, внаслідок цілеспрямованого перерозподілу матеріалу поверхневого шару круглої деталі.

Зменшується хвилястість поверхні й, через створення поля залишкових напружень, здатних здійснити спрямовану деформацію деталі, можливо впливати на зменшення наявного відхилення форми від технологічно заданої

геометрії. А також, створювати розрахунковий рельєф мікронерівностей на поверхні [48].

Разом з тим, фактори керованого поверхневого пластичного деформування є недостатніми для створення методики формування поверхневого шару, з регламентованими властивостями міцності, високою опорною здатністю та розподілом заданих залишкових напружень стиску.

Властивості одного з видів оздоблювально-зміцнювальної обробки – вигладжуванню циліндричних поверхонь, закріпленим в оправці алмазним кристалом, використані в експериментальних дослідженнях зміцнення поверхневого шару круглих деталей [51]. Операція вигладжування застосована для зміцнення сталевих круглих деталей твердістю до 65 HRC, замість операцій остаточного шліфування, полірування, доведення і суперфінішування, які здійснювалися лише для порівнювальної оцінки.

Відзначено, що зносостійкість вигладжених поверхонь збільшилася у 2-3 рази, в порівнянні зі шліфованими й на 20-40%, у порівнянні з полірованими. Контактна витривалість вигладжених поверхонь виявилась на 35-50% вище полірованих.

Однак є підстави вважати, що поверхні однієї шорсткості, отримані різними методами обробки, відрізняються експлуатаційними властивостями. Тому, для визначення довірчих показників оброблених поверхонь, необхідно провести додаткові дослідження, не тільки висоти шорсткості, скільки висоти опорної площі поверхні, яка, зазвичай, становить лише невелику частину контурної площі.

Проведені дослідження і виявлені результати роботах, стосуються виготовлення напівжорстких книжкових обкладинок, яке відбувається суцільним швидкісним потоком прямолінійного переміщення заготовок між секціями експериментальної фальцювально-склеювальної лінії [48].

Враховуючи, що напівжорсткі обкладинки, як книжкові оправи, є завершеними напівфабрикатами, що надалі приєднуються до книжкового

блоку, технологічними нормативами передбачені жорсткі допуски відхилення їх від контурної прямокутної геометрії.

Своєю чергою, на умови забезпечення допусків, тиражної сталості й композитної структурності напівжорстких обкладинок, впливають ролико-валкові механізми, що здійснюють їх обертальне пресування і швидкісне координоване транспортування.

Це дозволяє стверджувати, що проблеми, які виникають при виготовленні напівжорстких книжкових обкладинок можуть бути вирішені шляхом виявлення і дослідження їх технологічних особливостей. А також особливостей експлуатації ролико-валкових механізмів, з метою створення та впровадження методики зміцнення їх циліндричних поверхонь, що підвищить експлуатаційну тривалість механізмів.

Слід зазначити, що відсутність переконливої статистичної кількості підтверджених практичних результатів та дотична визначеність розглянутих досліджень, обумовлюють доцільність і переваги проведення досліджень у напрямку вирішення перелічених наукових завдань.

Результатом яких є впровадження методики зміцнення циліндричних поверхонь ролико-валкової групи експериментальної лінії виготовлення напівжорстких обкладинок, який полягає в утворенні частково регулярного мікрорельєфу, з нанесеними під кутом плоскопаралельними шліцьовими заглибинами. А, також, в застосуванні технології іонного азотування, отриманого мікрорельєфу, в плазмі геліконного розряду, що сприятиме тривалому збереженню експлуатаційних розмірів ролико-валкового механізму [16].

4.4. Визначення закономірностей та розробка параметричної методики зміцнення циліндричних оберткових поверхонь експериментальної лінії

Поліпшення якості та зносостійкості ролико-валкової групи механізму координатного транспортування напівжорстких обкладинок передбачає

механічне зміцнення поверхні обертальних пресувальних роликів, шляхом пластичного деформування. В процесі якого, внаслідок контактної силової взаємодії деформувального інструменту і поверхні сталевих пресувальних роликів, поверхня набуває напружено-деформованого стану стиснення.

Застосована методика [52] технологічного процесу формування регулярного мікрорельєфу, який змінює структуру поверхневої зони металу роликів на відміну від осереддя і, який здійснюється у декілька етапів фізико-механічної обробки.

Спочатку утворюється на поверхні роликів постійний регулярний мікрорельєф з параметричними показниками, занесеними до табл. 4.2.2. На наступному етапі зміцнення приповерхневого шару роликів – частково регулярний мікрорельєф, технологічна відмінність якого полягає у формуванні шліцьових плоскопаралельних заглибин, геометрично координуваних під кутом до осі роликів.

Для проведення експериментів по зміцненню при поверхневого шару низько вуглецевих сталевих роликів використаний токарно-гвинторізний станок 16K20. В затискному пристрої шпинделя станка закріплювались деталі для подальшої обробки.

Додатково, на супорт токарного станка змонтований пристрій [52], із затискачами, в яких закріплені деформувальні матриці. Матриці здійснюють поверхневе пластичне деформування, з постійним радіальним зусиллям, при наданні руху подачі уздовж осі переміщення матриць.

Модифікування поверхонь пресувальних роликів, після утворення частково-регулярного мікрорельєфу, здійснено за допомогою методики іонно-плазмового азотування в геліконному розряді, без зміни мікрогеометрії поверхні. Дослідження проводили на зразках із конструкційної сталі 20х, що не піддавалась попередній термічній обробці [53].

Формування дифузійних шарів методом іонно-плазмового азотування виконувалось в спеціалізованій технологічній установці [54]. Установка

вміщує геліконне джерело плазми, яке має робочу частоту 13,56 МГц, і плазмово-дугові прискорювачі, об'єднані в одній вакуумній камері.

Технологічний процес іонного азотування, в розрядній плазмовій камері, здійснювався у два етапи: попереднє очищення зразка (плазмою в середовищі аргону) з подальшим процесом азотування. Попереднє очищення кожного зразка проводилось в наступній послідовності.

Відкачування повітря, із камери проведення експериментів, здійснювалося спільно залученими дифузійним і форвакуумним помпами до значення тиску в робочій камері гібридного геліконно-дугового реактора порядку 10^{-4} мм рт.ст.

Величина потужності генератора, завдяки якій відбувалась реалізація геліконного розряду, $P = 600$ Вт. Тиск робочого газу (аргону) під час очищення підкладки становив $7 \cdot 10^{-3}$ мм рт. ст. Потенціал столика з фіксованим досліджуванним роликком $U = -50$ V. Тривалість процесу очищення: 5 хв. [48, 53].

Процес азотування розпочинався після закінчення очищення, без вилучення досліджуваного зразка з робочої камери. Після очищення робочий газ аргон з камери був відкачаний та закачаний азот (або суміш), в атмосфері якого реалізовувався режим геліконного розряду. Тривалість процесу азотування становила 30 хв. Відомо, що ресурс роботи будь-якого механізму, і роликко-валкового також, до втрати експлуатаційних технологічних характеристик, визначається можливістю деталей механізмів здійснювати опір руйнівному впливу їх між контактної взаємодії.

Вдосконалення технічних характеристик механізмів, відповідальних за отримання щільно склеєних та геометрично прямокутних напівжорстких обкладинок, має позитивний вплив на якість і тиражну стабільність виготовленої продукції, а також на тривалість експлуатаційного ресурсу виробничої лінії.

Тому актуальним є впровадження методики визначення та дослідження технологічних процесів зміцнення циліндричних поверхонь пресувальної ролико-валкової групи координато-транспортувальної секції лінії з виготовлення напівжорстких обкладинок.

А застосування сучасної технології зміцнення поверхневих шарів циліндричних поверхонь, через створення стійкого регулярного мікрорельєфу поверхні, сприятиме тривалому збереженню експлуатаційної незмінності зовнішніх розмірів роликів.

Поліпшенню експлуатаційних властивостей та зносостійкості технологічної поверхні підлягає ролико-валкова група, механізму координатного транспортування напівжорстких обкладинок. Циліндричну поверхню роликів зміцнюють за допомогою формування ущільнювального регулярного мікрорельєфу.

Відомі технології поліпшення поверхневого шару сталевих деталей поліграфічних машин методом пластичного деформування, які дозволяють отримувати ущільнену поверхню деталей у вигляді регулярного мікрорельєфу [48].

Пластичне деформування здійснюється в холодному стані спеціальним інструментом, індентором, з профілем робочої поверхні, що відтворює конфігурацію отриманого ущільненого заглиблення. Ущільнення поверхні здійснюється на токарно-гвинторізному металорізальному верстаті способом вібраційного обкатування. Який базується на складному відносному переміщенні деформувальної матриці інструмента, щодо оброблюваної поверхні, та видавлюванню, за певним типом матриці, поверхні на якій створюється повністю новий мікрорельєф.

Цей спосіб дозволяє відносно точно та у широких межах регулювати розмірні параметри мікрорельєфу, взаємне розташування його мікронерівностей, а також змінювати фізико-механічні властивості поверхневого шару, які впливають на зносостійкість деталей.

В процесі пластичного деформування незначна частина металу витісняється вгору, основний же обсяг металу ущільнюється в товщу деталі. Утворювані пружні деформації помітно не впливають на точність і якість поліпшеної поверхні деталі, на якій утворюється повністю регулярний мікрорельєф. Застосована технологія пластичного деформування має високу продуктивність, характеризується якісною обробкою поверхонь, під час формоутворення регулярного мікрорельєфу, поліпшує фізико-механічні характеристики поверхонь деталей, суттєво підвищує тривалість їх використання.

Деталі, що потребують подальшої термообробки, після зміцнювального оздоблювання методом пластичної деформації, мають менше повідця, що суттєво не змінює контурну геометрію деталі й не потребує додаткових фінішних операцій. Розроблена методика [55] застосування технологічного процесу формування регулярного мікрорельєфу, який змінює структуру поверхневої зони металу роликів на відміну від осереддя і, який здійснюється у декілька етапів фізико-механічної обробки.

Поліпшення якості та зносостійкості ролико-валкової групи механізму координатного транспортування, передбачає, в першу чергу, механічне зміцнення поверхні обертальних пресувальних роликів, шляхом пластичного деформування. В процесі якого, внаслідок контактної силової взаємодії деформувального інструменту і поверхні сталевих роликів, поверхня набуває напружено-деформованого стану стиснення.

Після формування повністю регулярного мікрорельєфу на першому етапі зміцнення приповерхневого шару роликів для обертального пресування обкладинок, на другому етапі комплексної обробки, утворюється частково регулярний мікрорельєф.

Технологічне виконання якого, полягає у нанесенні плоскопаралельних заглибин, у вигляді шліців, геометрично координованих під кутом α до осі роликів (рис. 4.4.1). Що, своєю чергою, сприяє зміні величини залишкових

напружень стиснення, в залежності від структури утвореного частково регулярного мікрорельєфу.

Під час нанесення частково регулярного мікрорельєфу відбувається повне вигладжування й утворення нового мікрорельєфу, на місці попередньо створеного. Висота, форма й розташування якого, визначаються не тільки величиною зусилля стискання, але й діаметром деформувальної матриці, амплітудою її коливання, швидкістю, подачею та числом осциляцій.

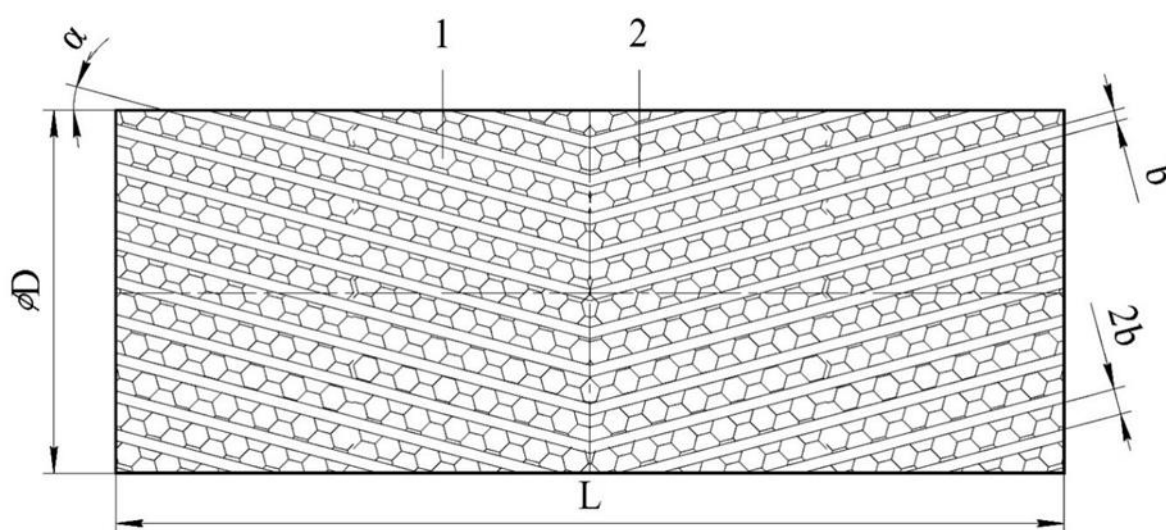


Рис. 4.4.1. Зміцнювальна обробка циліндричної поверхні притискного валу механізму координатного транспортування, 1 – постійний регулярний мікрорельєф; 2 – частково регулярний мікрорельєф; b – ширина плоскопаралельних заглибин; $2b$ – відстань між заглибинами; α – кут нахилу заглибин; $\varnothing D$ – діаметр роликів; L – ширина роликів.

Збільшення або зменшення деформувальних зусиль, направлених на дискретне ущільнення поверхневого шару сталевих пресувальних роликів, призводить до зміни показників шорсткості їх поверхні. Розмірні значення яких, своєю чергою, сприятимуть можливості керування утворенням мікрорельєфу на поверхнях циліндричних деталей, за визначеними характеристиками якості.

За необхідності, залежності між утворенням розмірних геометричних складових частково регулярного мікрорельєфу, величиною зусиль вдавлювання й об'ємною конфігурацією деформувальної матриці, можливо встановити експериментальним шляхом.

Для поліпшення фізико-механічних характеристик при поверхневого шару, на завершальному етапі модифікування поверхневої міцності роликів, застосовується технологія іонного азотування в безводневому середовищі, в плазмі геліконного розряду.

В результаті чого змінюється склад при поверхневої зони металу роликів, в результаті дифузійних процесів, що спричиняють утворення нового структурно-фазового стану, відмінного від серцевини.

На рис. 4.4.1 зображений притискний вал діаметром D і шириною L , механізму координатного транспортування напівжорстких обкладинок, кінематично з'єднаний з приводом.

На поверхні притискного валу зображений (у збільшеному стані) *постійний* регулярний мікрорельєф (1) гексагонального типу (за профілем пресувальної матриці), а також зображений *частково* регулярний мікрорельєф (2), у якого плоскопаралельні шліцьові заглибини, шириною b мм, нанесені з кроком $2b$ мм, під кутом α до осьової лінії роликів.

Притискний вал умовно поділений на дві тотожні частини на які плоскопаралельні шліцьові заглибини наносяться в дзеркальному відтворенні, для спрямованого, під час технологічного обертання роликів, транспортування

напівжорстких обкладинок вздовж центральної осі фальцювально-склеювальної лінії (рис. 4.4.2).

На рис. 4.4.2 зображений пресувальний транспортувальний вал, із дзеркально нанесеними, під кутом, плоскопаралельними шліцьовими заглибинами (1, 2), напрямом руху (\vec{V}_1) склеєних напівжорстких обкладинок,

що рухаються вздовж центральної осі лінії. А також, напрямки \vec{v}_2 і \vec{v}_3 координування руху обкладинок пресувальним валом при проходженні обкладинок через ролик-валковий механізм лінії.

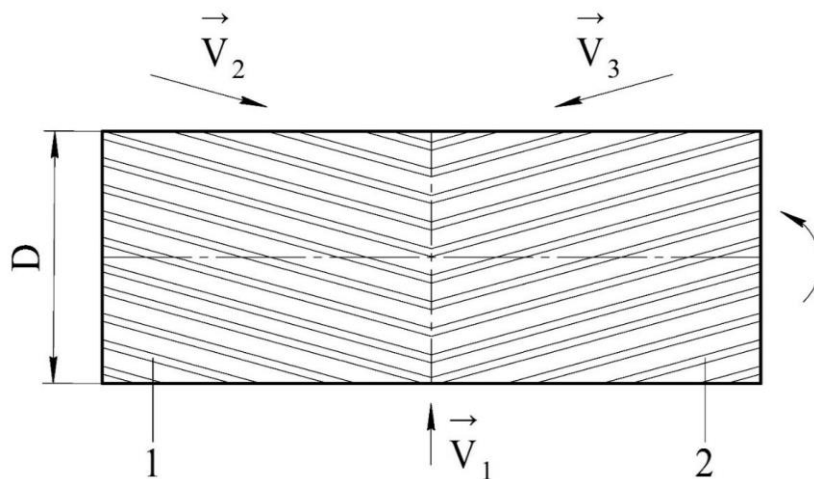


Рис. 4.4.2. Кінематика обертового руху координатного валу, \vec{v}_1 – напрямок руху склеєних обкладинок; \vec{v}_2 і \vec{v}_3 – напрямок координування руху обкладинок в ролик-валковому механізмі; 1, 2 – плоскопаралельні шліцьові заглибини; D – діаметр валу.

Для встановлення взаємозв'язку між характеристиками робочих деталей експериментальної лінії (сталевих валів обертального пресування) та показниками технологічної точності виготовлених напівжорстких обкладинок запропонована параметрична система. Яка враховує режими та технологічні особливості процесів поверхневого зміцнювального оздоблення деталей ролик-валкового механізму. Параметрична система відтворена в табл. 4.4.1 впорядковує досліджуваний діапазон вибірки та умови використання необхідних технологічних показників.

На завершальному етапі технологічного поліпшення поверхневого шару, отримані показники частково регулярного мікрорельєфу, занесені до табл. 4.4.2, які враховують тип та форму мікрорельєфу, а також, розподіл мікротвердості, отриманої після іонного азотування в плазмі геліконного розряду.

Таблиця 4.4.1. Параметрична система пластичного деформування поверхні обертових пресувальних роликів з іонним азотуванням утвореного мікрорельєфу

Назва деталі і початкові параметри	Матеріал	Пластичне поверхневе деформування		Іонне азотування в плазмі геліконного розряду
		Повністю регулярний мікрорельєф (діапазон вибірки)	Частково регулярний мікрорельєф (діапазон вибірки)	
1	2	3	4	5
Вал обертового пресування D = 65 мм, L = 80 мм	Сталь – 20х Вихідна твердість HRC 44...46	R = 0,5–1 мм; P = 150–500 Н; e = 0,2 – 1,0 мм; n _{подв.х} = 1000 – 2000 подв. х./хв;	R = 1,5–2,5 мм P = 75–500 Н n _{шп} = 0 – 50 об/хв. S = 0,2–7,5 мм/хв.,	<u>Попереднє очищення:</u> робочий газ – аргон p _{очис.} = 7·10 ⁻³ мм. рт. ст. t _{очис.} = 5 хв. U _{очис.} = -50 ...-200V

1	2	3	4	5
шорсткість поверхні: R _a = 0,17 – 3,5 мкм	Попередня обробка поверхні ролика - шліфування	S = 0,08–12,5 мм/об.; n _{шп} = 25 – 2000 об/хв.	α = 5 ⁰ ...30 ⁰	P _{ген.} = 600 Вт <u>Азотування:</u> робочий газ – азот або суміш (аргон 30 %, азот 70 %) p _{аз.} = 5..7·10 ⁻³ мм. рт. ст. t _{аз.} = 30 хв U _{аз.} : -50...-200 V, або «плаваючий» P _{ген.} = 600 Вт, T _{аз.} = 330 °C

Таблиця 4.4.2. Фізико-механічні параметри поверхні обертових пресувальних роликів після зміцнювальної обробки

Повністю регулярний мікрорельєф	Частково регулярний мікрорельєф	Іонне азотування в плазмі геліконного розряду
Повністю регулярний мікрорельєф гексагонального типу (ГОСТ 24773–81) належить до: клас – 3 елементами ввігнутої форми; група – новий мікрорельєф; вид – сітчастий; тип – шестикутний; форма – ввігнута;	Частково регулярний мікрорельєф у вигляді плоско-паралельних шліцьових заглибин; $l = 2b$ (рис.6); $h=0,002\dots0,0075$ мм; $b=0,25\dots0,55$ мм; $h_n=0,0002\dots0,002$ мм.	Геометричні параметри – без змін; Розподіл мікротвердості: до глибини 300 мкм – 5000...4000 МПа; від 300 мкм до центру ролика – без змін.

В табл. 4.4.1 і в табл. 4.4.2 використано наступні позначення: b – ширина плоскопаралельних шліцьових заглибин, α – кут нахилу шліцьових заглибин, D – діаметр обертально-пресувального ролика, e – ексцентриситет деформувальної матриці, h – глибина шліцьових заглибин, HRC – твердість матеріалу за Роквеллом; h_n – висота напливів після формування шліцьових заглибин, $n_{\text{подв.х}}$ – частота осциляцій матриці, $n_{\text{шп}}$ – частота обертання шпинделя, P – зусилля вдавлювання деформувальної матриці, $P_{\text{ген.}}$ – потужність генератора, $p_{\text{аз.}}$ – тиск робочого газу (суміші) в камері під час азотування, $p_{\text{очищ.}}$ – тиск робочого газу в камері під час очищення, R – радіус деформувальної матриці, R_a – середнє арифметичне відхилення профілю, S – подача, $T_{\text{аз.}}$ – максимальна температура поверхні ролика під час азотування, $t_{\text{аз.}}$ – час азотування, $t_{\text{очищ.}}$ – час очищення, $U_{\text{аз.}}$ – потенціал при азотуванні, $U_{\text{очищ.}}$ – потенціал при очищенні.

Після проведення зміцнювальних фізико-механічних процесів, в межах параметричної вибірки кожного розмірного показника, отримані варіативні значення поверхневої міцності сталевих обертових пресувальних роликів.

Проведені дослідження зафіксували максимальний рівень підвищення зносостійкості при поверхневого шару, який коливається в діапазоні площини, на яку нанесений частково регулярний мікрорельєф, у 24-29% від загальної площини поверхні ролика. А твердість поверхні, відповідно, збільшується, в середньому, на 30-32%.

Такі показники забезпечуються створенням спочатку *постійного регулярного* мікрорельєфу деформувальною матрицею з радіусом $R=0,9$ мм. За наступних параметричних умов технологічного процесу зміцнення: подача $S_1=0,09$ мм/об., зусилля вдавлювання матриці $P_1=180$ Н, частота обертання пресувального ролика $n_{p1}=120$ об/хв., частота осциляції матриці $n_{подв.х}=1400$ подв. х/хв., амплітуда осциляції $e=0,8$ мм.

Наступним кроком зміцнення є утворення *частково регулярного* мікрорельєфу, у вигляді плоскопаралельних шліцьових заглибин, нанесених під кутом $\alpha=15^0$, матрицею з радіусом деформування $R=1,8$ мм. Технологічний процес забезпечують наступні показники роботи обладнання: подача $S_2=0,09$ мм/об., зусилля вдавлювання матриці $P_2=80$ Н, частота обертання заготовки $n_{p2}=45$ об./хв.

Кут $\alpha=15^0$ обраний з діапазону вибірки $5^0\dots30^0$, як такий, що забезпечує створення необхідних і достатніх напрямних зусиль транспортування напівжорсткої обкладинки вздовж центральної осі фальцювально-склеювальної лінії. Експериментальні дослідження виявили, що кути нахилу шліцьових заглибин до 15^0 незначним чином впливають на орієнтацію обкладинки, а кути після 15^0 , в міру зростання, призводять до деформації зовнішнього контуру обкладинки.

Проведені дослідження геометричних параметрів мікрорельєфу (висоти напливів), утворених шляхом пластичного деформування поверхні обертових пресувальних валів за допомогою вдавлювання деформувальної матриці. Отримані результати, представлені на рис. 4.4.3, відтворюють залежності висоти напливів мікрорельєфів від зусиль вдавлювання матриць з

фіксованими розмірами їх радіусів, де $R1 = 1,8$ мм – радіус 1-ої матриці; $R2 = 2,0$ мм – радіус 2-ої матриці; $R3 = 2,5$ мм – радіус 3-ої матриці [55].

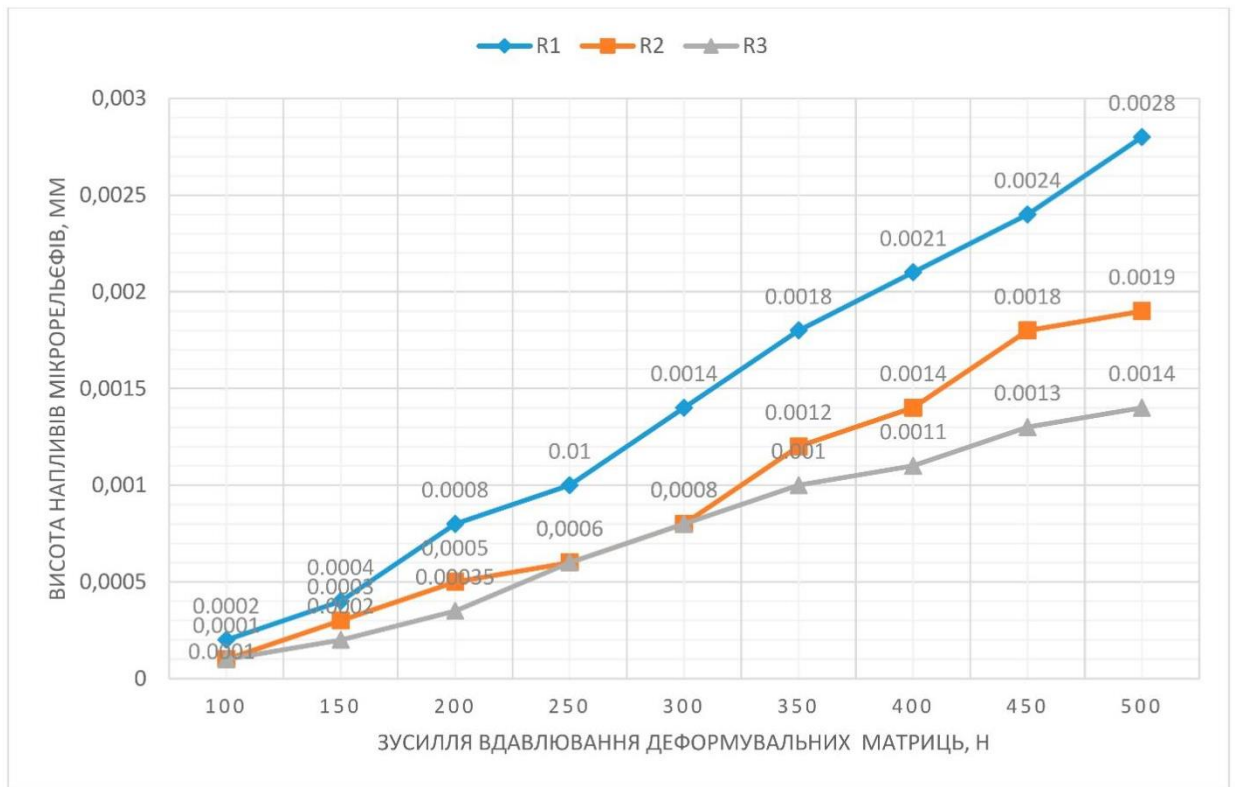


Рис. 4.4.3. Геометричні параметри мікрорельєфу

Графічні результати отриманих показників демонструють ефективне використання деформувальної матриці $R1=1,8$ мм, для утворення частково регулярного мікрорельєфу, як такої, що забезпечує поступову пропорційну зміну висоти напливів, від пропорційної зміни зусиль вдавлювання. Що, своєю чергою, сприяє формуванню довірчих розрахунків поверхневої міцності, які можуть бути використані при розробці технології виготовлення пресувальних валів, або роликів із попередньо заданими характеристиками.

Деформувальні матриці з радіусами $R2 = 2,0$ мм, $R3 = 2,5$ мм, не забезпечують переваг від їх використання, через *неоднорідну* дискретність утворених напливів, ущільненого при поверхневого шару матеріалу роликів, за умови *пропорційного* зростання зусиль вдавлювання.

Поліпшення приповерхневого шару роликів, досягається формуванням повністю регулярного мікрорельєфу та частково регулярного мікрорельєфу, з нанесеними під кутом плоскопаралельними шліцьовими заглибинами. А також, на завершальному етапі модифікування поверхневої міцності роликів, застосуванням технології іонного азотування в безводневому середовищі, в плазмі геліконного розряду.

Параметричний комплекс, перелічених зміцнювальних технологій, сприяє стабілізації процесу обертального пресування склеєних напівжорстких обкладинок, а також позиціюванню розгортки обкладинок, при їх послідовному операційному транспортуванні на лінії в процесі виготовлення. Що, своєю чергою, має позитивний вплив на якість і тиражну стабільність виготовленої продукції, а також на тривалість експлуатаційного ресурсу експериментальної фальцювально-склеювальної лінії.

Контрольні запитання до розділу 4

1. В чому полягає технологічна особливість обертального пресування крайок і клапанів напівжорстких обкладинок?
2. До яких наслідків призводить стан тимчасової невизначеності, з точки зору збереження прямокутної контурної геометрії обкладинок після приклеювання клапанів і крайок?
3. Які умови поліпшення якості та зносостійкості ролико-валкової групи механізму координатного транспортування напівжорстких обкладинок?
4. Якими засобами досягається поліпшення приповерхневого шару координатно-транспортувальних роликів?
5. В чому відмінність повністю регулярного мікрорельєфу та частково регулярного мікрорельєфу?
6. З якою метою на поверхні валиків нанесено під кутом плоскопаралельні шліцьові заглибини?

7. В чому сутність механічного зміцнення поверхні обертальних пресувальних роликів, шляхом пластичного деформування?

8. На підставі яких факторів регулюється зона пресувального контакту між притискними роликами?

9. Які передбачено етапи модифікування поверхневої міцності роликів із застосуванням технології іонного азотування в безводневому середовищі?

10. Які передбачено етапи модифікування поверхневої міцності роликів із застосуванням технології іонного азотування в плазмі геліконного розряду?

11. Які переваги забезпечує використання деформувальних матриць для ущільнення приповерхневого шару матеріалу роликів, за умови *пропорційного* зростання зусиль вдавлювання?

12. Які геометричні параметри мікрорельєфу досліджуються в процесі пластичного деформування поверхні обертальних пресувальних валів за допомогою вдавлювання деформувальної матриці?

13. З якою метою використовується параметрична система пластичного деформування поверхні обертальних пресувальних роликів?

14. Які особливості застосування методики визначення та дослідження технологічних процесів зміцнення циліндричних поверхонь пресувальної ролико-валкової групи координато-транспортальної секції лінії з виготовлення напівжорстких обкладинок?

Рекомендований перелік літературних джерел

1. Jonh Peacock/ Book production/ BLUEPRINT The publishers association – 1995- 400 p.

<https://www.amazon.com/production-reference-book-John-Peacock/dp/0948905158>

2. Anna Rudawska (2019) Surface Treatment in Bonding Technology/Anna Rudawska// Academic Press an imprint of Elsevier. 7 –46.

<https://doi.org/10.1016/b978-0-12-817010-6.00002-3>

3. 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.

[https://doi.org/10.20535/2077-7264.3\(53\).2016.73162](https://doi.org/10.20535/2077-7264.3(53).2016.73162)

4. Kuan Neng Chen Encyclopedia of packaging materials, processes and mechanics. Set 1: Interconnect and Plate Technology/Kuan Neng Chen, Chuan Seng Tang//2019. World Scientific connecting Great Minds/

https://doi.org/10.1142/9789811209680_0001

5. Kyrychok, P. Simulation of Deformation of the Adhesive Layer of the Spine of the Book Back of the Thread-Stitched Book Block / P. Kyrychok, O. Paliukh// Mechanics, 26 (2), 2020, p.114–119.

6. Paliukh O. [The Device Design and the Measuring Technique of the Rigidity of Binding Materials for the Manufacture of Integral and Semi-Rigid Covers](#) /O. Paliukh // 36. наук. праць «Технологія і техніка друкарства». – К., 2019. - №2 (64). – с. 4-14.

7. Svitlana Havenko [Effect of microwave drying of the spines of book blocks on the quality of printed materials](#)/ Svitlana Havenko, Maksym Korobchynskyi, Hanna Yordan, Myroslava Kadyliak, Volodymyr Bernatsek// Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2017. Том 6, №1 (90), с. 68-79.

<https://doi.org/10.15587/1729-4061.2017.118006>

8. Гавенко С. Ф. Технологія та обладнання для мікрохвильового висушування книжкових блоків / С. Ф. Гавенко, Г. М. Йордан. Львів: УАД, 2012. 144 с.

<http://195.20.96.242:5028/lyportal/DocDescription?docid=LvUADr.BibRecor.d.42076>

9. Норми витрат матеріалів на процеси оздоблення поліграфічної продукції (Наказ Держкомтелерадіо України №33 від 18.02.2005)

10. Палюх О.О. Дослідження конструктивних відмінностей окремих видів напівжорстких обкладинок /О. О. Палюх // Зб. наук. праць «Технологія і техніка друкарства». – К., 2018. - №4 (62). – с. 48-59.

http://nbuv.gov.ua/UJRN/Titd_2017_1_6

11. Пат. 25601А України, МПК 6В 42D 3/00. Конструкція книжково-журнальної обкладинки і спосіб її виготовлення / Мартинюк М. С., Гавенко С. Ф., Кулік Л. Й. – Заявл. 14.04.98; Опубл. 25.12.98. – Бюл. № 6.

12. Пат. 32803 А України, В42D 3/00 Конструкція книжково-журнальної обкладинки і спосіб її виготовлення / Мартинюк М. С., Гавенко С. Ф., Кулік Л. Й./ – Заявл. 28.04.98; Опубл. 15.02.2001. – Бюл. № 1.

13. Палюх О. О. Експериментальне визначення технологічних особливостей виготовлення напівжорстких книжково-журнальних обкладинок /О. О. Палюх// Зб. наук. праць «Технологія і техніка друкарства». – К., 2018. - №2 (60). – с. 22-32.

https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/20405/1/03_paliukh_oo_research_strength.pdf

14. Гавенко С. Моделювання процесу виробництва і контролю книжкової продукції // Комп'ютерні технології друкарства: алгоритми, сигнали, системи. Друкотехн-96. - Львів. - 1996. - С. 77-78.

15. Патент UA 134723 України В42D 3/00. Напівжорстка книжково-журнальна обкладинка для криття блоків, підібраних позошитно і прошитих

нитками, окантованих і обрізаних з трьох сторін / Киричок П. О., Палюх О. О./ Заявл. 16.05.2018; Опубл. 10.06.2019. Бюл. № 1.

16. Патент UA 137378 України В42D 3/00. Книжково-журнальна обкладинка для покриття блоків підібраних позошитно прошитих нитками окантованих і обрізаних з трьох сторін / Киричок П. О., Палюх О. О./ Заявл. 28.08.2018; Опубл. 25.10.2019. Бюл. № 20.

17. Гавенко С.Ф., Онищенко Т.И. Оценка качества переплетных крышек // Полиграфическая промышленность. - М.: НИЦ “Информпечать”. - 1994. - Вып. 5. - С. 15-19.

18. Киричок П. О. Конструктивні особливості побудови пристроїв і штампів для виготовлення розгорток напівжорстких книжково-журнальних обкладинок /П. О. Киричок, О. О. Палюх // Зб. наук. праць «Технологія і техніка друкарства». – К., 2019. - №1 (63). – с. 4-18.

19. Пат. 57601 України МПК В26 F1/38, В31В1 Пристрій для виготовлення розгорток картонних упаковок/ Полюдов О. М., Регей І. І., Угрин Я. М./ Заявл.15.11.2000; Опубл. 16.06.2003, бюл. № 6.

20. Пат. №76359 України МПК В31В 1/14, В26F 1/38 Пристрій для виготовлення розгорток картонного пакування / Полюдов О. М., Регей І. І./ Заявл.14.12.2004; Опубл. 17.07.2006, бюл. № 7.

21. Киричок П. О. Розрахунок товщини Ш-подібної клейової полімерної пластини корінцевої частини книжкового блоку зшитого нитками /П. О. Киричок, О. О. Палюх// Матеріали Х Міжнародної наук.-практ. конф. «Комплексне забезпечення якості технологічних процесів і систем» (Чернігів, 29-30 квітня 2020 р.). – Чернігів : ЧНТУ, 2020. – Т. 1. – с. 259-261.

22. Пат.58934 А України В31В 1/16 Пристрій для виготовлення розгорток картонних пакувань /Угрин Я.М.,Полюдов О.М.Регей І.І./ Заявл.26.11.2002; Опубл.15.08.2003. – Бюл.№8

23. Пат.119418 С2 України В42D 3/00 Пристрій для висікання розгорток із паперу та картону книжкових обкладинок і палітурок одного книжкового

формату / Киричок П.О, Палюх О.О./ Заявл.16.05.2018; Опубл.10.06.2019. – Бюл.№11.

24. Paliukh O. The Device Design and the Measuring Technique of the Rigidity of Binding Materials for the Manufacture of Integral and Semi-Rigid Covers /O. Paliukh // Зб. наук. праць «Технологія і техніка друкарства». – К., 2019. - №2 (64). – с. 4-14.

25. Патент UA 121187 України В42D 3/00. Пристрій для визначення опору продавлювання картону або картону хромерзацу /Киричок П.О., Палюх О. О./ Заявл. 26.09.2019; Опубл.10.04.2020. – Бюл. №7.

38. 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.

http://ttdruk.vpi.kpi.ua/article/view/199727/pdf_106

39. Палюх О.О. Експериментальне визначення міцності склеєних зразків паперу і картону для виготовлення книжково-журнальних обкладинок і палітурок різних конструкцій /О. О. Палюх // Зб. наук. праць «Технологія і техніка друкарства». – К., 2017. - №4 (58). – с. 11-24.

<http://ttdruk.vpi.kpi.ua/article/view/132540/129008>

40. Палюх О.О. Дослідження клеючої здатності окремих видів клеїв для виготовлення книжкових оправ із палітурних матеріалів з різними технологічними властивостями /О. О. Палюх // Зб. наук. праць «Технологія і техніка друкарства». – К., 2017. - №3 (57). – с. 43-52.

<http://ttdruk.vpi.kpi.ua/article/view/124254/118786>

41. Палюх О. О. Виявлення впливу модифікованих клейових композицій на механічні властивості напівжорстких обкладинок /О. О. Палюх // Зб. наук. праць «Технологія і техніка друкарства». – К., 2019. - №4 (66). – с. 16-30.

http://ttdruk.vpi.kpi.ua/article/view/202477/pdf_114

42. 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.

43. Пат. 24581А України, МПК 6В 42С 5/00. Спосіб окантування корінця книжкових блоків / Гавенко С. Ф., Кулік Л. Й., Мартинюк М. С., Конюхова І. І. – Заявл. 23.06.97; Опубл. 30.10.98. – Бюл. №5.

44. Пат. 23331 У 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

45. 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

46. Піх І. В., Сеньківський В. М., Андріїв Р. Р. Проектування та розрахунок альтернативних варіантів реалізації технологічних процесів. Технологія і техніка друкарства. 2015. № 2 (48). С. 55–62.

http://nbuv.gov.ua/UJRN/Titd_2015_2_8

47. Нормативи відходів паперу на брошувально-палітурних процесах з виготовлення книжково-журнальної та образотворчої продукції (Наказ Держкомтелерадіо України №63 від 31.03.2003)

48. 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, 4/1 (106) 2020, p. 80-90.

DOI: [10.15587/1729-4061.2020.208798](https://doi.org/10.15587/1729-4061.2020.208798)

49. Nguyen Van Hinh. Oscillating burnishing parameters effect on hardened surface roughness. /Nguyen Van Hinh, Zaides S.A.// Proceedings of Irkutsk State Technical University. 2017, vol. 21, no. 4, pp. 22–29.

<https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-parametrov-ostsilliruyuschego-vyglazhivaniya-na-sherohovatost-uprochnennyh-poverhnostey>

50. Курицына В. В. Направленное поверхностно-пластическое деформирование в системе управления формой прецизионных деталей пневмогидроагрегатов/ Курицына В.В., Мартынюк А.В., Грачев М.В.// Научные записки «Технология машиностроения и материалы» №2(20), 2014, т.2.

<https://cyberleninka.ru/article/n/napravlennoe-poverhnostno-plasticheskoe-deformirovanie-v-sisteme-upravleniya-formoy-pretsizionnyh-detaley-pnevmogidroagregatov/viewer>

51. Н. В. Лихобабина Упрочнение поверхностей алмазным выглаживанием / Н. В. Лихобабина, А. А. Королев// Научный Вестник СГТУ, 2008, 1 том 1.

<https://www.dissercat.com/content/povyshenie-effektivnosti-i-kachestva-izgotovleniya-rolikov-buksovykh-podshipnikov-putem-vve-0>

52. Wang, Z. B., Lu, J., Lu, K. (2006). Wear and corrosion properties of a low carbon steel processed by means of SMAT followed by lower temperature chromizing treatment. Surface and Coatings Technology, 201 (6), 2796–2801. doi: <https://doi.org/10.1016/j.surfcoat.2006.05.019>

53. Rudenko, E. M. Nitriding in a helicon discharge as a promising technique for changing the surface properties of steel parts/ Rudenko, E. M. & Panarin, V. Ye. & Kyrychok, P. O. & Svavilnyi, M. Ye. & Korotash, I. V. & Palyukh, O. O. & Polotskyi, D. Yu. & Trishchuk, R. L.// (2019). Journal of Usp. Fiz. Met., 20, No. 3: 485–501.

<http://dspace.nbu.gov.ua/handle/123456789/167934>

54. Rudenko E. Strengthening of the surface of steel 45 by ionoc nitriding in a helicon discharge /Rudenko E., Panarin V., Kyrychok P., Svavilnyi M., Korotash I., Polotskyi D., Trishchuk R.// Physics of Metals and Advanced Technologies. 2018. Т. 40. № 8. С. 993–1004.

<https://doi.org/10.15407/mfint.40.08.0993>

55. Svetlana Zyhulia Effect of the integrated treatment on the manufacturing of printing cylinders/Svetlana Zyhulia, Oksana Barauskiene//Eastern-European Journal of Enterprise Technologies *Vol 3, No 12 (99) (2019)*, p.22-28.

<https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.171808>