

УДК 655. 366

**ВПЛИВ ГЕОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ КЛЕЙОВОГО ШВА  
НА ЯКІСТЬ СКЛЕЮВАННЯ КАРТОННИХ ПАКОВАНЬ**

© С. О. Ульченко, НТУУ «КПІ», А. О. Макаренко, к.т.н.,  
ЗАТ «Інститут паперу», І. Т. Гетьман, к.т.н., доцент,  
НТУУ «КПІ», Київ, Україна

**Приведены результаты экспериментальных исследований  
процесса склеивания картонной упаковки.**

**The results of experimental researches of cardboard package  
gluing process are described.**

**Постановка проблеми**

На сьогодні більше 40 % всієї упаковки, що випускається в Європі виробляється із картонно-паперових матеріалів. Головною тенденцією розвитку ринку пакувальних матеріалів є розроблення сучасних видів пакувань на основі нових технологій, матеріалів, які повинні відповідати вимогам споживачів за їх функціональними призначеннями [1, 2].

Важливе місце в процесі виготовлення картонного пакування займає стадія склеювання. Вдосконалення технологій та обладнання для склеювання дає можливість конструкторам та дизайнерам розробляти нові форми та конструкції пакувань, технологам — можливість застосування різноманітних матеріалів та їх комбінації, продавцям — нові методи просування продукції на ринок.

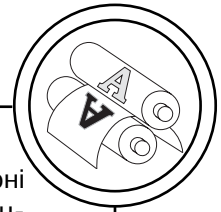
Необхідність зменшення витрат матеріалів, енергетичних та трудових ресурсів, вдосконалення технологій та підвищення якості продукції, роблять актуальними дослідження процесу виготовлення картонного паку-

вання, а зокрема процесу склеювання [3]. Одночасно з цим, важливим напрямком завжди буде оптимізація процесів виготовлення готової продукції, шляхом вибору оптимальних режимів склеювання у процесі виготовлення продукції. Отже, оптимізація може полягати у інтеграції нових пристроїв і обладнання, наприклад EasyFider, CartonPack, HandyPack, Girobox, Microfolder та ін., що сприяє підвищенню продуктивності виробництва, зменшення трудових та матеріальних затрат, стабільності роботи та якості, та зменшенню собівартості [4].

Сучасна фальцювальна-склеювальна лінія дозволяє регулювати ширину, товщину клейового шва, технологію нанесення клею, та застосовувати різні види картону та клею [5].

За джерелом [6] клеї переважно є розчинами, розплавами або водними суспензіями природних, штучних та синтетичних полімерів, що застосовуються для склеювання паперу, картону, палітурних тканин та ін. Склеювання елементів відбувається завдяки силам адгезії і когезії,

## ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ



без суттєвої зміни структури та інших властивостей склеюваних складових частин. Більшість клеючих речовин являють собою олігомери чи полімери з середнім оптимальним ступенем полімеризації, при якому вони володіють кращою адгезією і достатньою когезійною міцністю [7].

На думку [8] процеси склеювання можна розглядати з різних позицій: фізико-хімії (процеси, які протікають на границі клей—матеріал), механіки (забезпечення необхідної міцності і довговічності), технології (техніки виготовлення з'єднання), хімії полімерів (процеси пов'язані з затвердінням клею), конструювання (метод формоутворення і збирання) [9].

Але, як стверджує [9], в дійсності необхідна тільки одна єдина теорія прилипання (адгезії) та клеючої дії, яка враховує різноманітні фактори, що взаємно доповнюють та не виключають один одного. Високі адгезійно-когезійні властивості за [10] пояснюються утворенням подвійного електричного шару, коли поверхня клейової плівки та матеріалу отримують статичні різноіменні заряди, що протидіють роз'єднанню склеюваних деталей.

Процес склеювання пористих матеріалів полягає в проникненні клею в їх пори, де відбуваються колоїдно-хімічні перетворення. Специфічна взаємодія клею і матеріалу пояснюється наявністю хімічних сил, які виникають в результаті взаємодії з поверхнею матеріалу [7, 8].

Для виробництва картонних паковань в Україні використовую-

ються целюлозні і макулатурні види картону [11]. Застосування різних видів картону, вимагає відповідно дотримання певних технологічних вимог та параметрів [12].

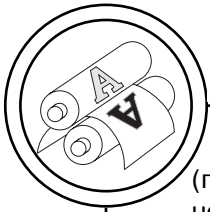
Використання оптимальних режимів склеювання може призвести підвищення якості кінцевої продукції, зменшення витрат та прискорення процесу випуску продукції.

### Аналіз попередніх досліджень

У роботах [7, 8] проведено аналіз клейових композицій, що можуть застосовуватися за технологією незшивного клейового скріплення. Подані класифікації клеїв, методи їх дослідження, показано вплив різноманітних параметрів на якість склеювання, описане обладнання для технології НКС та ін.

Джерелом [7, 14] запропонована класифікація для робочих розчинів клеїв, що базується на їх призначенні та виробничо-технічних показниках. Клеї для брошурувально-палітурних процесів можна розділити на такі групи: а) клеї для склеювання паперу з папером або картоном; б) клеї для склеювання покривних матеріалів на паперовій основі з картоном; в) клеї для склеювання покривних матеріалів на тканинній основі з папером; г) клеї для склеювання задрукованого матеріалу з полімерною плівкою.

Авторами [5] пропонується класифікація за походженням в'язучої речовини. Клеї класифікують на три групи: природні, синтетичні та комбіновані. В першу групу входять тваринні



## ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ

(глютинові, казеїнові, альбумінові та ін.), рослинні (на основі крохмалю, декстрину, соєвого протеїну та ін.) та мінеральні (силікатні, асфальтові, бітумні та ін.). До другої групи входять синтетичні клеї на основі термопластичних смол (полівінілацетатні, поліамідні, полівінілхлоридні та ін.) і термореактивні смоли (феноло- та мочевиноформальдегідні та ін.). До третьої групи — клеї на основі природно синтетичних зв'язуючих (латексно-казеїнові, декстринополівінілацетатні та ін.).

Останні дослідження [13] в області клеїв для пакувальної продукції показують, що особливе місце серед об'єктів досліджень займають клеї на основі ПВС. ПВС має менший час заго-

ну у порівнянні з ПВАД, клейове з'єднання цілком надійне як із застосуванням ПВС, так і ПВАД.

Дослідження ролі та місця казеїнових клеїв, а також проблеми, пов'язані з цим видом клею описуються в роботі [15]. Природа казеїну вносить у виробництво клеїв багато випадкових та непередбачуваних факторів. Тому, трапляються випадки, коли клеї, виготовлені з дотриманням всіх необхідних технологічних параметрів, не дають необхідної якості. Казеїн є природним полімером тваринного походження. Його фізико-хімічні властивості залежать, як від конкретної тварини, так і від кормів, що споживала ця тварина. На властивості казеїну впливають кліматичні, метеорологічні фактори та умови вирощування кормів [6, 9, 15].

Таким чином, на основі викладеного можна твердити, що дослідження процесу, матеріалів, технологій склеювання є актуальним як для пакувальної, так і для книжкової промисловості.

### Мета роботи

Дослідження залежності міцності клейового з'єднання від площі клейового шва, визначення оптимальних параметрів клейової смужки для целюлозного та макулатурного видів картону.

### Результати проведених досліджень

Дослідження процесу склеювання для виявлення залежності міцності клейового з'єднання від площі клейового шва проводили, враховуючи, що фальцю-

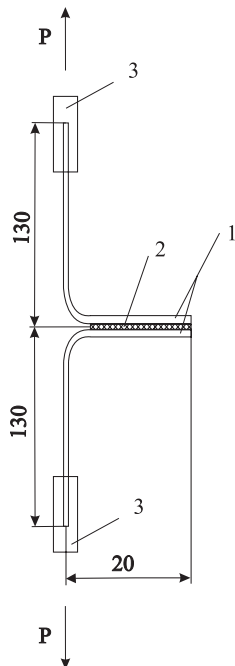
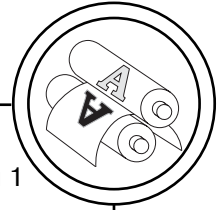


Рис. 1. Зразок для випробування:  
1 — картон; 2 — клейовий шар;  
3 — зажим

## ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ



Таблиця 1

## Характеристика клеїв

Назва клею	В'язкість, мПа (по методу Брукфільда)	Сухий залишок, %	РН
Sitol 4140	2000—3000	55—59	4,6
Adhezin 7237	2000±100	50—55	3,5—5,5
Syntac 11472	5400	55—58	5
Jowacoll 705.29	800±300	43—47	4,6

вально-склеювальне обладнання дозволяє регулювати ширину клейової смужки та рівень подачі клею [4, 5].

Випробування зразків проводили на розривній машині РМБ-3, методом розшарування ГОСТ 28966.2-91. При цьому, зміню-

вали ширину шва, залишаючи довжину і товщину сталими (20 мм та 100 мкм відповідно).

Дві склеєні смужки картону довжиною 150 мм та шириною 15 мм закріплювали одну верхнім, а іншу нижнім зажимом розривної машини. Після включення

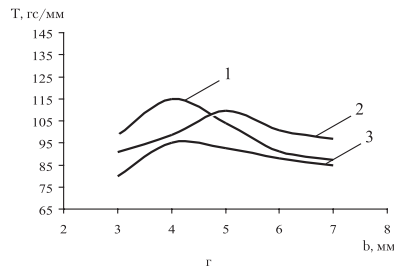
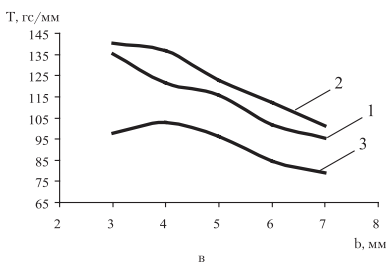
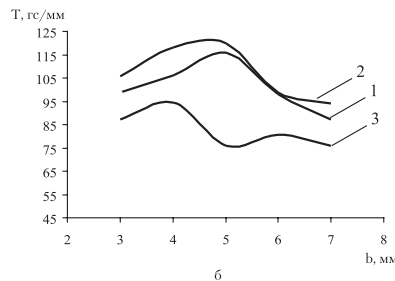
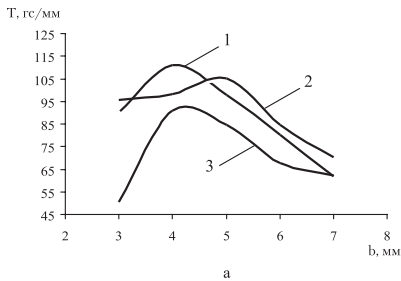
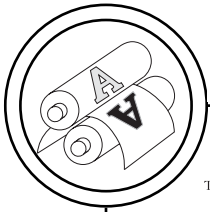


Рис. 2. Залежність міцності клейового з'єднання від ширини клейового шва для целюлозних картонів: 1 — Tambrite 250, 2 — Pankabrite 235, 3 — Alaska 275; а — Sitol 4140, б — Adhezin 7237, в — Syntac 11472, г — Jowacoll 705.29



## ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ

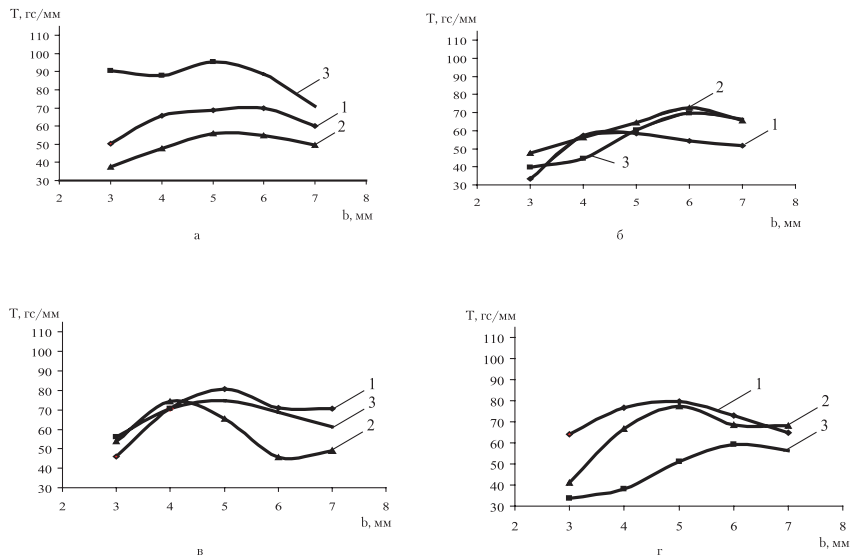


Рис. 3. Залежність міцності клейового з'єднання від ширини клейового шва для макулатурних картонів: 1 — MO 320, 2 — MCM 350, 3 — Uniboard 350; а — Sitol 4140, б — Adhezin 7237, в — Syntac 11472, г — Jowacoll 705.29

обладнання та розриву клейового шва, знімали показники зусилля розриву в гс (грам-сила), (рис. 1) [16—18].

В роботі було використано три марки целюлозного картону (Alaska 275, Tambrite 250, Pankabrite 235), три марки макулатурного картону (MO 320, MCM 350, Uniboard 350), та чотири марки клею (Sitol 4140, Adhezin 7237, Syntac 11472, Jowacoll 705.29) характеристика яких представлена в табл. 1.

Кожний з клеїв був випробуваний зі всіма видами картону. Дослідження показали, що значення міцності клейових з'єднань носять індивідуальний характер для кожної комбінації клей-картон. Як видно з рис. 2, а—г), кожний клей з різною маркою целюлозного картону має різні показники міцності.

Наприклад, при випробуванні клею Sitol 4140 всі три марки картону показали схожу залежність (рис. 2, а). При зростанні ширини клейового шва, міцність з'єднання збільшувалася, але до якоїсь певної межі, потім показник міцності починає знижуватись. Tambrite 250 — інтенсивне зростання міцності від 3 до 4 мм, після спостерігається зниження показника міцності. Приблизно такий самий характер мають криві для картонів Pankabrite 235 та Alaska 275.

З рис. 2, б, бачимо, що для клею Adhezin 7237 спостерігається схожа залежність, але максимальне значення міцності знаходиться вже діапазоні 4—5 мм. Для клею Syntac 11472 рис. 2, в, спад міцності спостерігаємо з 3 мм для Tambrite 250 та Pankabrite 235, а от Alaska 275

## ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ

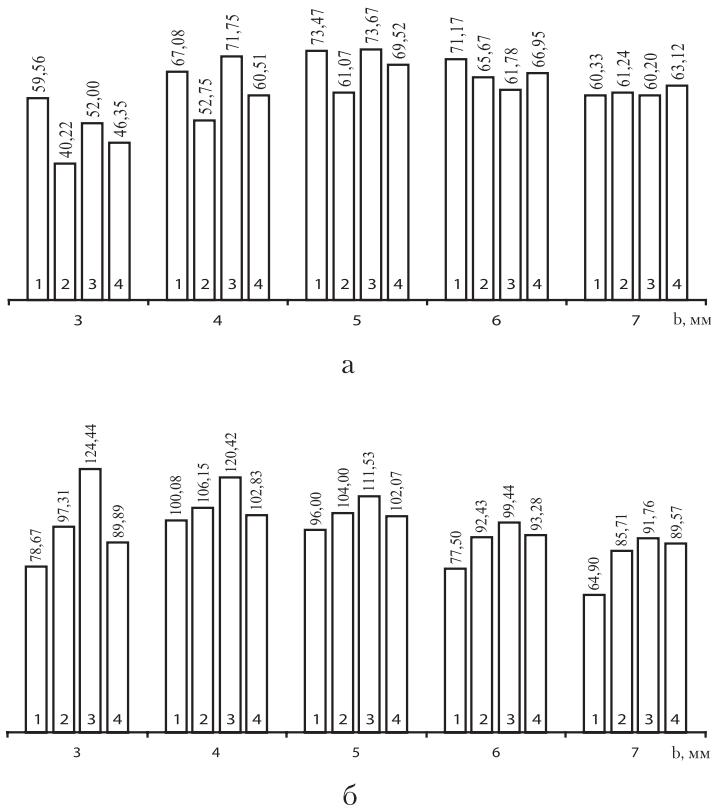
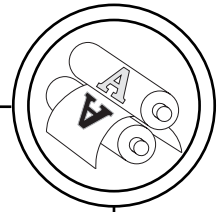


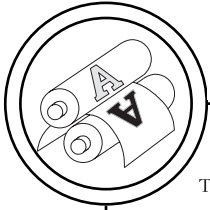
Рис. 4. Міцність клейового з'єднання: а — целюлозний картон, б — макулатурний картон; 1 — Sitol 4140, 2 — Adhezin 7237, 3 — Syntac 11472, 4 — Jowacoll 705.29

має незначне збільшення до 4 мм. Явне зростання і спад бачимо при випробуванні клею Jowacoll 705.29 (рис. 2, г), хоча «стрибок» не такий явний, як для Sitol 4140, максимуми міцності лежать в межах 4—5 мм.

Макулатурні марки картону під час випробування показали не стабільні результати, в порівнянні з целюлозним. Це є наслідком високої чутливості картону до стану навколишнього середовища, а саме вологості та температури. Кожна марка реагує на умови зберігання по своєму [19, 20].

Але ми побачимо таку саму залежність і для макулатурних марок картону рис. 3, а—г). Тільки максимуми міцності змістилися в діапазон 5—6 мм.

На рис. 4, а, б показані абсолютні значення міцності для кожного виду клею для двох видів картону. Найвищий показник міцності, при випробуванні на целюлозному картоні має клей Syntac 11472, за ним на однаковому рівні Adhezin 7237 та Jowacoll 705.29, а найнижчий показник має клей Sitol 4140 (рис. 4, а).



## ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ

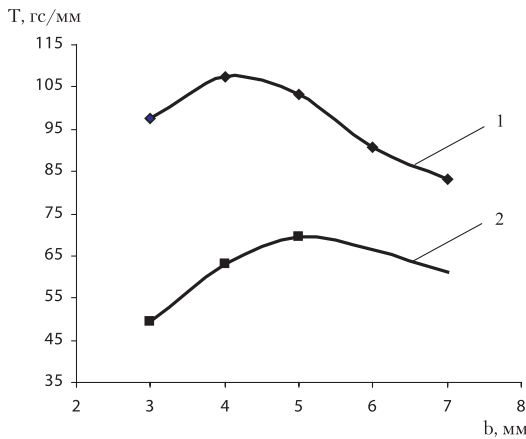


Рис. 5. Залежність міцності клейового з'єднання від ширини шва: 1 — целюлозний картон; 2 — макулатурний картон

Для макулатурних марок картону чіткого розподілення не спостерігається (рис. 4, б). На кожному проміжку ширини найбільші показники міцності показують різні картони. Наприклад, на ділянці 4—5 мм, максимальну міцність демонструє клей Syntac 11472, а на ділянці 5—6,5 мм — Sitol 4140. Також абсолютне значення міцності клейового з'єднання для Sitol 4140, при випробуванні на макулатурному картоні, є вищим за значення Jowacoll 705.29 та Adhezim 7237, на відміну від аналогічного показника на целюлозному картоні.

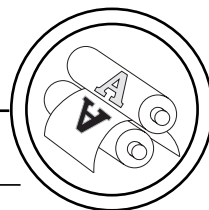
З рис. 5. видно, що абсолютний показник міцності клейового з'єднання макулатурного картону є нижчим за показник целюлозного картону. Це пояснюється композицією та структурою нижнього шару, що містить вторинне макулатурне волокно, яке при випробуванні на розшарування досить легко руйнується. На це також, певною мірою, впливають хімічні добавки в складі картону, що протидіють надмірному проникненню воло-

ги [3, 19]. Саме вони знижують здатність картону оптимально вбирати клей в пори і, як наслідок, зменшують міцність клейового шва.

Також, виявилось, що із зростанням ширини шва міцність з'єднання також збільшувалась, але до якоїсь певної межі, потім вона почала зменшуватись. Це відбувалося, як при використанні целюлозного, так і макулатурного картону. Дані випробувань співпадають з висновками роботи [7, 8], в якій досліджувалися клейові з'єднання книжкових блоків. Для целюлозного картону оптимальне значення ширини шва лежить в межах 3,5—5,0 мм, для макулатурного — 4,5—6,0 мм.

Таким чином, дослідження показали, що у виробництві картонного пакування, є можливість знизити витрати клею при склеюванні накладів на різних видах картону, шляхом встановлення оптимальної ширини шва для кожного виду клею, що дає зменшення собівартості продукції.

## ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ



### Висновки

1. Встановлено залежність міцності клейового з'єднання від геометричних параметрів клейового шва.

2. Визначені оптимальні значення ширини шва для целюлозного та макулатурного картонів,

яке складає для целюлозного — 3,5—5,0 мм, макулатурного — 4,5—6,0 мм.

3. Абсолютний показник міцності клейового шва для целюлозного картону вищий за показник макулатурного.

1. Кривошей В. М. Упаковка в нашому житті // Упаковка. — 2000. — № 5. — С. 7—9. 2. Яцек Банасяк. Упаковка из картона (европейский рынок) // Упаковка. — 2001. — № 3. — С. 14—17. 3. О. Бут. Картонное экстензо // Мир упаковки. — 2007. — № 4(56). — С. 38—43. 4. ТИ-03-2006. Технологічна інструкція на процес склеювання коробок на фальцювальних машинах заводу «Бліц-Пак». 5. В. Л. Шредер, С. Ф. Пилипенко. Упаковка из картона. — Киев: ИАЦ «Упаковка». — 2004. — 560 с. 6. Б. И. Березин. Полиграфические материалы. Словарь-справочник. — М.: Книга, 1978. — 337 с. 7. Гавенко С. Ф. Нормалізація технології незшивного клейового скріплення книг: теоретичні та практичні аспекти. — Львів: Каменяр. — 2002. — 320 с. 8. С. Гавенко. Загальні рекомендації до використання клеїв для незшивного клейового скріплення (НКС) видань // Палітра друку. — 2001. — № 6. — С. 74—75. 9. Б. И. Березин. Полиграфические материалы. — М.: Книга, 1981. — 441 с. 10. Дерягин Б. В., Чураев Н. В., Муллер В. М. Поверхностные силы. — М.: Наука, 1985. — 245 с. 11. Глебский В. Н. Упаковочный картон в Украине // Упаковка. — 2001. — № 6. — С. 15—17. 12. Сачников С. Ю. Baltika, Alaska, Arktika. Упаковочный картон // Упаковка. — 1998. — № 4(9). — С. 12—13. 13. О. Величко, М. Одуха, О. Ющенко. Клейові композиції та їх застосування // Друкарство. — 2004. — № 2(55). — С. 46—47. 14. В. Л. Шредер, Л. П. Кокошко, И. В. Токарчук. Клеи для упаковки // Упаковка. — 1997. — № 4(5). — С. 13—14. 15. Л. П. Кокошко, В. Е. Дидковский, Л. Д. Воробей. Знакомтесь, Казеин // Упаковка. — 2001. — № 1. — С. 26—27. 16. ГОСТ 14759-69 «Клеевые соединения. Метод определения прочности при сдвиге». 17. ГОСТ 28966.1-91 «Клеи полимерные. Методы определения прочности при расслаивании». 18. ГОСТ 28966.2-91 «Клеи полимерные. Методы определения прочности при отслаивании». 19. Примаков С. Ф., Барбаш В. А., Шутько А. П. Технология бумаги и картона: Учебное пособие для вузов. — М.: Экология, 1996. — 304 с. 20. Яблочкин Н. И., Комаров В. И., Ковернинский И. Н. Макулатура в технологии картона. — Архангельск: Издательство Архангельского государственного технического университета, 2004. — 252 с.

Рецензент — В. П. Шерстюк, д.х.н., професор,  
заслужений винахідник України, НТУУ «КПІ»

Надійшла до редакції 05.05.08