

# Каширований мікрогофрокартон (ринок, виробництво, властивості)

С.Ф. Гавенко, д.т.н., І.І. Регей, д.т.н., В.В. Бернацек, Українська академія друкарства, м. Львів

Аналіз розвитку пакувальної індустрії багатьох країн світу показує, що в останні роки значно зросла потреба споживачів у якісній тарі із профільно-орієнтованого гофро- та мікрогофрокартону. Це обумовлено у першу чергу її екологічністю, зручністю в експлуатації, повною утилізацією після використання. Крім того, популярними стали елітні пакування з мікрогофрокартону, які легко піддаються оздобленню з використанням поліграфічних технологій. Застосування каширування розширює можливості дизайну таких пакувань.

Важливим у цьому виробничому ланцюгу є вибір картону, мікрогофрокартону та клеїв для каширування з урахуванням їхніх технологічних та експлуатаційних характеристик, а також удосконалення пристроїв для каширування, які були б орієнтовані на використання енергоощадних технологій, економлю витратних матеріалів із забезпеченням високої продуктивності, якості та надійності виготовленої продукції. До переваг кашированого мікрогофрокартону можна віднести високу міцність, стійкість до впливу вологи, жирів, ударних і вібраційних навантажень, можливість комбінування з іншими матеріалами тощо. Саме каширований мікрогофрокартон може задовольнити попит на ринку на якісне, екологічно чисте, недороге і оптимальне за своїми експлуатаційними та функціональними властивостями пакування, яке має не тільки забезпечувати зручне користування товаром і його зберігання з дотриманням санітарно-гігієнічних норм, але й захищати права товаровиробника та споживача на ринку, сприяти конкурентоспроможності продукції.

## Ринок

У наш час тара з картону, гофро- і мікрогофрокартону займає один з домінуючих сегментів індустрії пакувального виробництва багатьох країн світу. Так, із цих матеріалів виготовляють біля 70 % усієї транспортної та більше 30 % споживчої тари [1–6].

Більшість споживачів надають перевагу тришаровому, меншість — двошаровому мікрогофрокартону. Через те що іноді потрібна висока поліграфічна якість виконання пакувань з мікрогофрокартону, замовники змушені звертатися до двошарового мікрогофрокартону для його подальшого каширування матеріалами більш високої якості та художнього оформлення. Слід зазначити, що великі пакувальні компанії, які використовують мікрогофрокартон, зазвичай самі ж його і виробляють. Найпопулярнішими форматами мікрогофрокартону є стандартні (62 %) і нестандартні (38 %), які зручні не тільки для виробників, але й для споживачів, тому що враховують розміри обладнання і виробів. За міжнародними оцінками, у найближчі роки на ринку можна очікувати зростання виробництва мікрогофрокартону приблизно на 4,5 % щорічно, причому в Азії, та зокрема в Китаї, можуть бути досягнуті темпи росту, виражені двозначними числами.

Світовий обсяг пакувальної промисловості практично подвоївся.

На нашому ринку представлено широкий спектр каширувальних агрегатів різної виробничої потужності, створених машинобудівними компаніями Чехії, Швейцарії, Китаю, Швеції, Німеччини, Тайваню та інших країн. У табл. 1 наведена спрощена класифікація сучасних каширувальних машин.



Таблиця 1.  
Класифікація каширувальних машин

Ознаки	Рівень автоматизації керування		
	Ручне	Напівавтоматичне	Автоматичне
Ступінь автоматизації	Датчики контролю заминання, перекоосу та подвійного аркуша	Пневматична роздільна головка, датчики контролю заминання, перекоосу та подвійного аркуша	Пневматична роздільна головка, датчики контролю заминання, перекоосу та подвійного аркуша, додаткові пристрої
Продуктивність	До 2 500 арк/год	До 4 000 арк/год	До 8 000 арк/год
Граматура верхнього аркуша	Картон 180–400 г/м <sup>2</sup>	Папір або картон 100–400 г/м <sup>2</sup>	Папір або картон 100–400 г/м <sup>2</sup>
Граматура (товщина) нижнього аркуша	<ul style="list-style-type: none"> <li>• картон від 250 г/м<sup>2</sup></li> <li>• гофрокартон марок А, В, С, D, E</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• картон від 250 г/м<sup>2</sup></li> <li>• гофрокартон марок А, В, С, D, E, F</li> <li>• дво- або тришаровий гофрокартон до 7 мм</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• картон від 250 г/м<sup>2</sup></li> <li>• гофрокартон марок А, В, С, D, E, F, G</li> <li>• дво- або тришаровий гофрокартон до 7 мм</li> </ul>
Вид каширування	Одностороннє	Одно- або двостороннє	Одно- або двостороннє
Будова клейового апарату	Дво-, три- або чотиривалковий; дозування клею валиками; клей на основі ПВА-дисперсії в'язкістю 3–4 тис. мПа	Три- або чотиривалковий; дозування клею валиками; клей на основі ПВА-дисперсії в'язкістю 3–4 тис. мПа	Три- або чотиривалковий; дозування клею валиками або форсунками; клей на основі ПВА-дисперсії в'язкістю 3–4 тис. мПа

## Виробництво

Сучасні вимоги до пакувальних матеріалів ведуть до пошуку нових технологій, які б дозволили здешевити продукцію та привести її у відповідність з екологічними вимогами, котрі можливо реалізувати завдяки впровадженню нових і удосконаленню відомих технологій виготовлення упаковки, створенню спеціальних машин, здатних виготовляти багат шарові пакувальні матеріали з відповідними характеристиками.

У процесі каширування мікрогофрокартону найважливішою операцією є нанесення клею. Вибір того чи іншого клею, а значить, і систем його нанесення, здійснюється залежно від обладнання, яке використовується під час каширування, та від вимог, які висуваються до кінцевого продукту. Найбільш поширеними є рідкі вододисперсійні клеї (water based — WB) на природній (крохмаль, казеїн та інші) і синтетичній основі. Останнім часом для каширування почали використовувати клеї-розплави на основі полімерів — ефірів каніфолі та нафтових парафінів з розчинником (solvent based — SB) чи без нього (solvent free — SF).

У разі нанесення клею в системі WB використовується дво-, тривалкова система, у якій кількість клею, що наноситься, контролюється швидкістю обертання дукторного вала *B* (рис. 1а), який передає його на хромований клеєнаосний валик *A*. Основною перевагою системи є забезпечення високої початкової міцності каши-

рування. Видалення води через пористий матеріал підвищує адгезійну міцність за рахунок високої в'язкості клейової суміші. У системі SB (рис. 1б) для досягнення робочої в'язкості клею до нього додають розчинник. Так, клейова маса певної в'язкості, кількість якої контролюється ракелем, під тиском циркулює в закритій клейовій ванні.

Переваги клейових систем, які містять розчинник, такі: хороша початкова липкість, стійкість до різних речовин, висока термостійкість, легкість використання. До недоліків слід віднести великі витрати на видалення розчинника й імовірність його залишку, зменшення швидкості каширування. Собівартість матеріалів, виготовлених з використанням клейових систем, які містять розчинник, значно вища порівняно з використанням клею без розчинника. Це обумовлено більшими енерговитратами, необхідними для видалення розчинника, меншою продуктивністю та більшими витратами клею, а також витратами на розчинник.

У сучасних клейових системах SF (рис. 1 в, г) використовуються термоклеї та поліуретанові клеї, які наносяться тривалковими (два дозувальних валики *C* і *B* та клеєнаосний *A*) і чотиривалковими (два дозувальних валики *C* і *D*, передавальний *B* та клеєнаосний *A*) клейовими апаратами, у яких температуру нагрівання валів регулюють залежно від клейової композиції, що використовується.

Системи SF не потребують витрат на висушування, у них добра термостійкість, низька собівартість, велика швидкість каширування. Проте вони мають низьку початкову липкість та вимагають ретельного контролю матеріалів, що склеюються. Вибір на користь тієї чи іншої клейової системи залежить від вимог, які висуваються до кінцевого пакувального матеріалу. Таким чином, під час виробництва пакувальних матеріалів, до яких не пред'являються особливі вимоги (такі як термостійкість, стійкість до агресивних середовищ тощо), клейові системи без розчинника є більш економічними. Якщо пакувальні матеріали повинні мати підвищені бар'єрні властивості та стійкість до стерилізації, краще використовувати для їхнього виробництва клейові системи на основі розчинника [7, 8].

Дослідження каширування мікрогофрокартону показують, що особливу увагу слід звертати на такі параметри, як в'язкість клею та тиск під час каширування, який визначається відстанню між клеєнаосним і притискним валиками каширувального пристрою. Каширування під час виробництва пакувань з картону складається із двох операцій: нанесення клейового шару на основу (картон) і його припресування до мікрогофрокартону. Тому важливо визначити оптимальні параметри в'язкості клею та відстані між каширувальними валиками, які забезпечують контакт флютинга з лайнером у процесі виготовлення кашированого мікрогофрокартону.

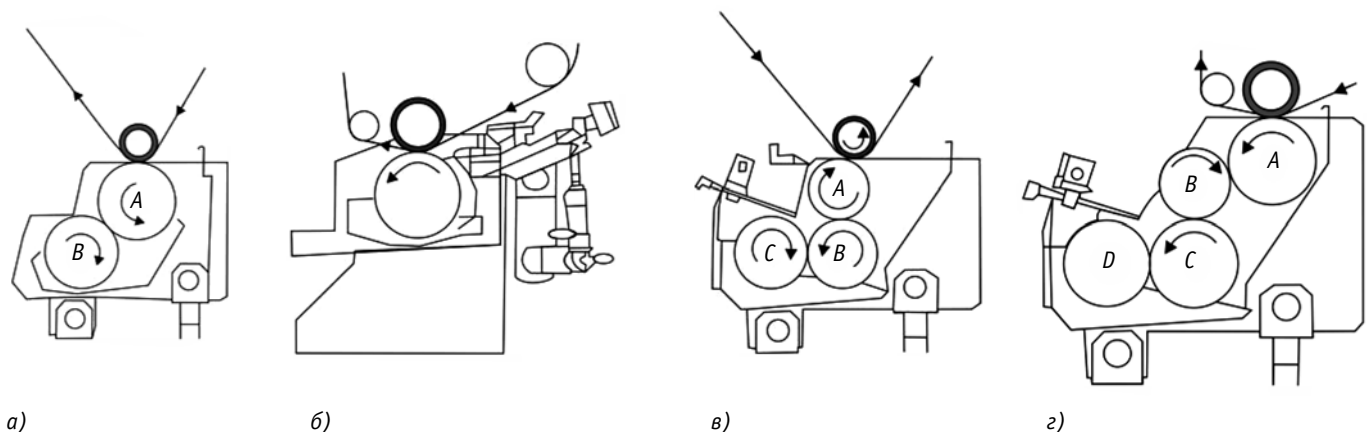


Рис. 1. Схеми клейових систем: WB (а); SB (б); SF тривалкова (в); SF чотиривалкова (з)

## Властивості

Об'єктами досліджень були вибрані: лайнер (на який друк нанесений офсетним способом), виготовлений з картону Арктика масою 1 м<sup>2</sup> 180 та 250 г (табл. 2); мікрогофрокартон марки 311Е із флютингом масою 1 м<sup>2</sup> 112 та 140 г (табл. 3), а також клеї: промислового виробництва CR (№ 1), Devakol VK (№ 2) і розроблена клейова композиція № 3 [9] (табл. 4). Усі матеріали перед проведенням досліджень підлягали акліматизації, експерименти проводились за температури 18–22 °С та відносної вологості повітря 65–75 %.

Процес каширування здійснювали на розробленому пристрої [10], який складається із клейового апарату *КА* (рис. 2), стрічкового транспортера *Тр* для транспортування заготовок, стола *Ст* для подачі лайнера, обтискної секції *ОС* для примусового з'єднання елементів мікрогофрокартону. Клейовий апарат включає ванну (на рисунку не позначено), валики: дукторний 1, передавальний 2, клеєноносний 3, виконаний у вигляді набору дисків двох різних діаметрів, що чергуються, опорний 4. Така конструкція клейового апарату забезпечує нанесення клею безпосередньо на вершини хвиль флютинга. Бокова стінка клейової ванни (на рисунку не позначена) є змінною, виконана у вигляді гребінки-ракеля, який входить у контакт із дисками клеєноносного валика 3, чим забезпечується зменшення його розтікання та затікання і, як результат, покращується процес каширування мікрогофрокартону.

Для визначення зусилля розшарування та міцності склеювання кашированого мікрогофрокартону використовували розривну машину марки РМБ–30–2М. Дослідження на стійкість кашированого мікрогофрокартону до подвійних перегинів проводили з використанням приладу фальцер типу ДФК. Для дослідження зміни структури мікрогофрокартону після процесу каширування використовували метод цифрової фотографії (збільшення зображення у 50–350 разів), який включає: мікроскоп ОГМЕ–ПЗ, цифрову фото-відео-камеру CCTV Manuel Camera,

**Таблиця 2.**  
**Властивості картону Арктика**

Властивість	Значення	Стандарт
Білизна, %	Верх 92 ± 1; низ 91 ± 1	ISO 2470
Глянець, 75°, %	> 45	TAPPI 480 Om-92
Шорсткість, мкм	< 1,4	ISO 8791-4
Внутрішнє зчеплення, Дж/м <sup>2</sup>	> 110	TAPPI 833 Om-94
Поверхнєве зчеплення, м/сг	> 0,7	ISO 3782
Вологопоглинання, г/м <sup>2</sup>	Верх < 50; низ < 60	PN-EN 20535:1996
Вологість, %	6–9	PN-ISO 287:1994
Щільність, г/м <sup>2</sup>	180 ± (2,5 %); 250 ± (2,5 %)	PN-ISO 536:1996
Товщина, мкм	248 ± (4 %, max 20 мкм); 360 ± (4 %, max 20 мкм)	PN-EN 20534:1995
Жорсткість, mNm	± 15 %; MD-4,6; CD-2,3; MD-13,5; CD-7,0	PN-ISO 2493 TABER (15°)

**Таблиця 3.**  
**Властивості флютинга мікрогофрокартону 311Е**

Властивість	Нормативні значення	
Маса паперу площею 1 м <sup>2</sup> , г	112 ± 6	140 ± 8
Абсолютний опір продавлюванню, кПа, не менше	245	370
Дольовий опір розриву в машинному напрямку, кН/м, не менше	7	9
Опір площинному стисненню гофрованого зразка (СМТ <sub>30</sub> ), Н, не менше	260	350
Опір торцевому стисненню гофрованого зразка (ССТ), кН/м, не менше	1,0	1,5
Поверхнєве всотування води, г, Кобб <sub>30г</sub> у середньому з обох боків	30–70	
Вологість, %	6–9	

**Таблиця 4.**  
**Властивості клеїв**

Властивість	CR, № 1	Devakol VK, № 2	Патент України № 20619, № 3
Колір	Білий, прозорий	Білий	Білий
Динамічна в'язкість за Брукфільдом, МПа·с (25 °С)	4 000–6 000	4 000–6 000	4 000–6 000
Умовна в'язкість, с (25 °С)	20–25	20–25	20–25
Час схоплення, с	10	20	20
Вміст сухих речовин, %	51–56	50–55	18–22
Рівень рН	3,0–7,5	≥ 12	≥ 10
Витрати, г/м <sup>2</sup>	10–40	8–12	9–12

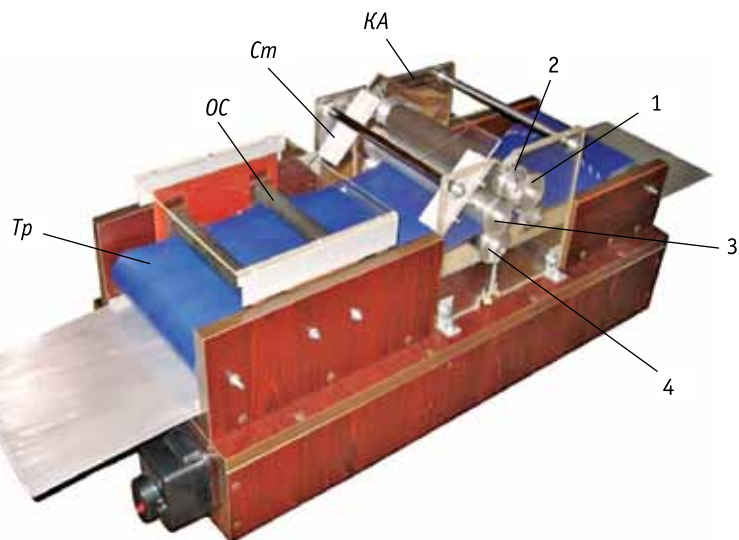


Рис. 2. Загальний вигляд розробленого авторами макету пристрою для каширування



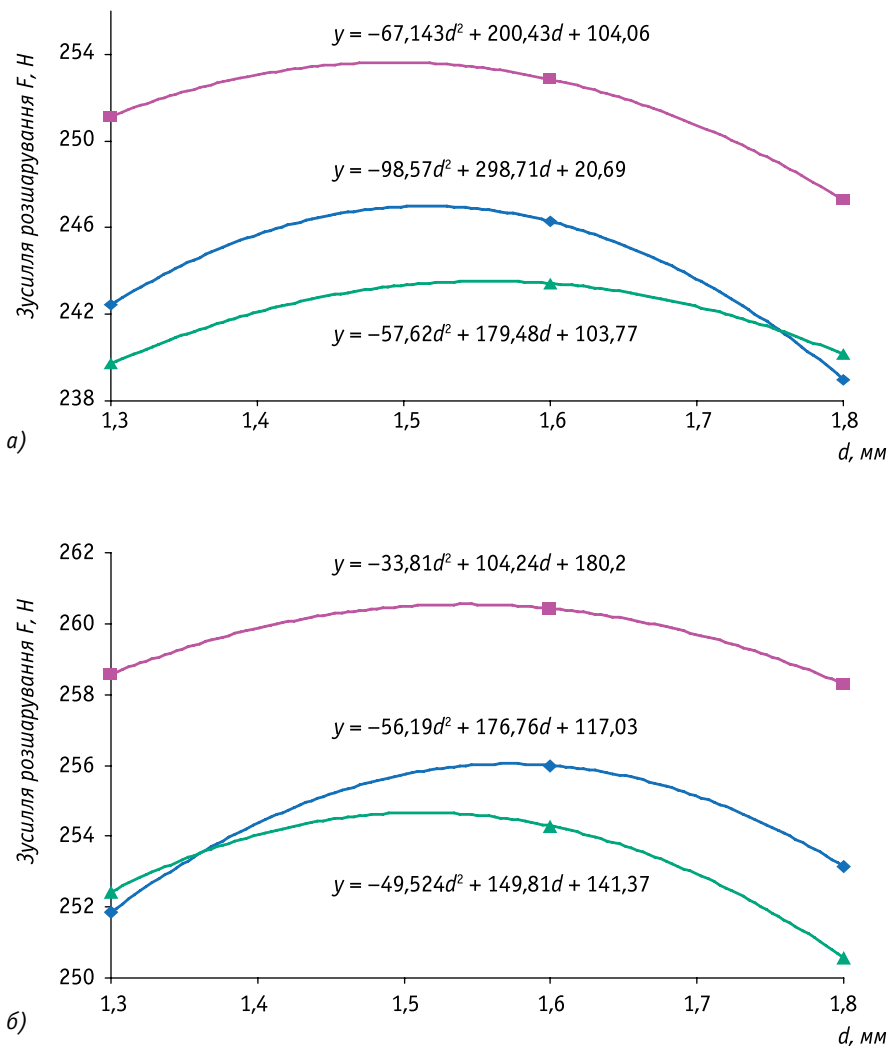


Рис. 3. Розрахована залежність зусилля розшарування кашированого мікрографокартону з різними лайнерами (180 г/м<sup>2</sup> (а), 250 г/м<sup>2</sup> (б)) від в'язкості клею (20 с (—◆—), 25 с (—■—), 28 с (—▲—)) та відстані між валиками в каширувальному пристрої

програму для отримання зображення на моніторі ПК FLY 2000 TV, ПК на базі процесора Intel Pentium 4.

Аналіз результатів проведених досліджень кашированого мікрографокартону після багаторазових перегинань вказує на наявність розшарування в місцях клейових з'єднань, утворених клеями № 1 і № 2. Деформування зразків кашированого мікрографокартону з використанням клею № 3 підтвердило стійкість його клейового з'єднання до багаторазових перегинів, руйнування відбувається по структурі лайнера і флютинга. Так, найміцнішим є з'єднання клеєм № 3, яке забезпечує 22 і 24 подвійних перегини для лайнерів масою 1 м<sup>2</sup> 180 та 250 г відповідно. Дещо слабшим виявилось з'єднання за допомогою клеїв № 1 і № 2 [11].

Було встановлено, що в разі збільшення маси 1 м<sup>2</sup> флютинга на 60 г, а лайнера — на 112 г зусилля розшарування у поперечному напрямку волокон зростає на 10 Н для всіх досліджуваних зразків.

Також були одержані математичні залежності, що відображають вплив фізико-механічних і технологічних властивостей клею на міцність кашировання мікрографокартону, графічна інтерпретація яких представлена на рис. 3. Як видно, низька в'язкість клею перешкоджає рівномірному нанесенню його тонким шаром валиками

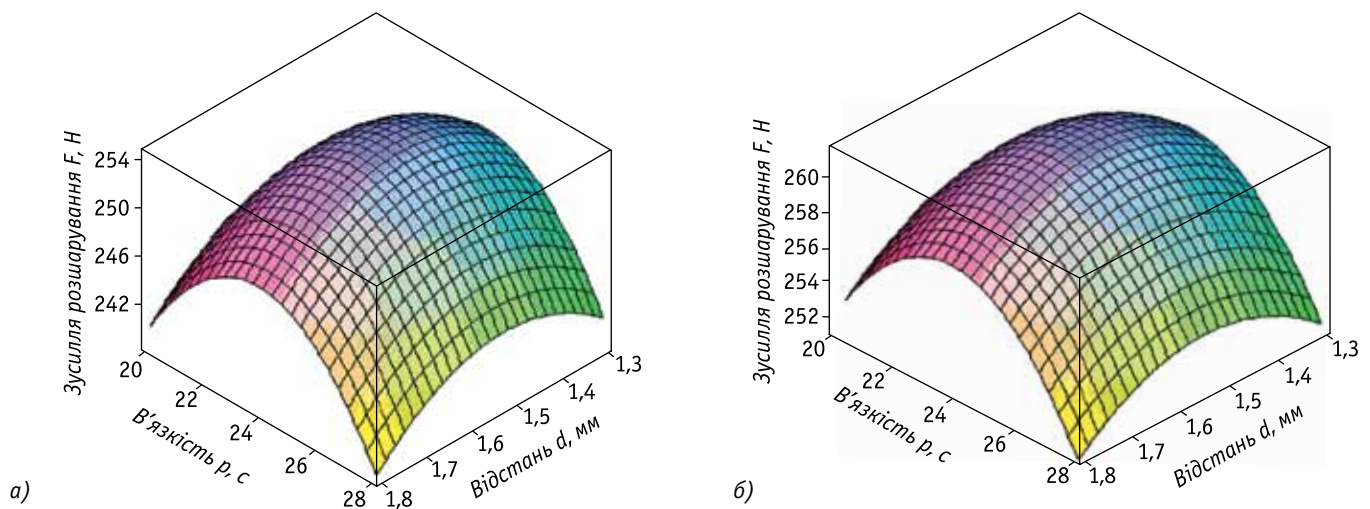


Рис. 4. Розрахована залежність (у форматі 3D-моделі) зусилля розшарування кашированого мікрографокартону з різними лайнерами (180 г/м<sup>2</sup> (а), 250 г/м<sup>2</sup> (б)) від в'язкості клею та відстані між валиками в каширувальному пристрої



клеювального апарату, а рідкий клей заливає їх, утворюючи надмірне зволоження картону, що в разі висушування у природних умовах може спричинити його короблення. Показано, що оптимальною є в'язкість клею 25 с.

Експериментально встановлено, що відстань між валиками каширувального пристрою впливає на міцність каширування. Так, за відстані 1,3 мм отримали значне зусилля притискання, що спричиняє деформацію гофри. Збільшення відстані між валиками до 1,8 мм зменшує міцність каширування на 2–4 одиниці. Проведені дослідження виявили, що оптимальною відстанню між валиками є 1,5–1,6 мм. Саме така відстань між валиками забезпечує максимальне розривне зусилля кашированого гофрокартону (252,9–260,4 Н).

На рис. 4 представлено розраховані залежності (у форматі 3D-моделі) розривного зусилля кашированого гофрокартону як функцію двох аргументів — в'язкості та відстані між валиками в каширувальному пристрої. Як слідує з рисунку, незважаючи на збільшення маси 1 м<sup>2</sup> матеріалу з 180 до 250 г, спостерігається аналогічна залежність між цими факторами. За результатами 3D-моделювання встановлено оптимальні режими процесу каширування та виявлено, що найбільша міцність (у середньому 252,9 Н) каширування мікрогофрокартону картоном Арктика (180 г/м<sup>2</sup>) була зафіксована для клею із в'язкістю 25 с і відстанню між каширувальними валиками 1,6 мм. Під час розриву зразків, кашираних картоном масою 1 м<sup>2</sup> 250 г, найбільша міцність виробу становила 260,4 Н. Таким чином, отримані розв'язки математичної моделі в тривимірних графічних залежностях наглядно ілюструють оптимальні режими каширування для забезпечення максимальної міцності пакувального матеріалу.

## Література

1. Тара из гофрокартона. Потребности рынка США // Тара и упаковка. — 2006. — № 2. — С. 33.
2. Регей И.И. Картонне паковання (від аркуша до досконалої форми) // Упаковка. — 2006. — № 5. — С. 26–28.

3. Гофрокартон и картонная тара: настоящее и будущее // Тара и упаковка. — 2006. — № 6. — С. 28.

4. Состояние и тенденции развития рынка тароупаковочных видов картона в России // Тара и упаковка. — 2006. — № 2. — С. 20–22.

5. Упаковочный рынок в Чешской Республике // Тара и упаковка. — 2006. — № 2. — С. 24–25.

6. Российский рынок упаковки из гофрокартона: прогноз на 2010 г. // Тара и упаковка. — 2010. — № 1. — С. 23–25.

7. Jakowski S. Stan aktualu i perspektywy rozwoju branzy opakowan z papieru i tekturu / Stefan Jakowski // Opakowanie. — 2006. — № 7. — С. 6–8.

8. Гавенко С.Ф. Основні принципи вибору матеріалів, технології виготовлення й оформлення пакувань / Гавенко С.Ф., Кулік Л.Й., Бернацек В.В. // Поліграфія і видавничі справа: 36 наук. праць. — Львів: УАД, 2007. — № 2(46). — С. 205–210.

9. Пат. №20619 Україна. Клейова композиція / Бернацек В.В., Гавенко С.Ф.; заявник і патентовласник Українська академія друкарства. — Заявл. 03.03.2006; опубл. 15.02.2007, Бюл. № 2.

10. Пат. №83440 Україна. Клейовий апарат каширувальної машини / Гавенко С.Ф., Бернацек В.В., Регей І.І.; заявник і патентовласник Українська академія друкарства. — Заявл. 26.02.2007; опубл. 10.07.2008, Бюл. № 13.

11. Гавенко С.Ф. Проблеми каширування мікрогофрокартону та нанесення на нього друкованих зображень / Гавенко С.Ф., Рибка Р.В., Бернацек В.В. // Наукові записки УАД: Наук.-техн. зб. — Львів: УАД, 2006. — № 9. — С. 3–5. ✓

**VIDEOJET**  
Передовые технологии промышленной маркировки

Капеструйные принтеры  
Системы лазерной маркировки  
Термотрансферные принтеры  
Крупносимвольные принтеры  
Принтеры-аппликаторы этикеток

**Альянс-КМ**  
Официальный дистрибьютор  
Videojet Technologies Inc.  
ООО "Альянс-КМ" г. Киев  
www.alyans-km.com.ua  
info@alyans-km.com.ua  
Тел.: (044) 258-0555  
(044) 527-8933  
Факс: (044) 527-8935

### Кашированный микрогофрокартон (рынок, производство, свойства)

С.Ф. Гавенко, д.т.н., И.И. Регей, д.т.н., В.В. Бернацек

В статье определены классификационные признаки современного оборудования для каширования микрогофрокартона по технико-технологическим показателям, исследованы оптимизационные модели процесса каширования микрогофрокартона на разработанном устройстве, учитывающие технические параметры и режимы. Достигнуты максимальная прочность и стойкость кашированного микрогофрокартона к деформации.

Ключевые слова: микрогофрокартон; каширование; клеевой аппарат; разрывное усилие.

### Laminated micro-corrugated cardboard (market, production, properties)

S.F. Gavenko, Dr., I.I. Regey, Dr., V.V. Bernatsek

In the article the classification signs of modern equipment are defined for micro-corrugated cardboard gluing on technical and technologic indexes, so as optimization models of micro-corrugated cardboard gluing process is researched on a designed device, the models take into account technical parameters and modes. It is attained maximal durability and firmness of glued micro-corrugated cardboard to deformation.

Key words: micro-corrugated cardboard; gluing; gluer; bursting effort.

