

УДК 686.1.032

DOI: 10.20535/2077-7264.3(73).2021.251056

© **О. О. Палюх**, д-р техн. наук, проф., **А. В. Храпко**,
магістрантка, **І. О. Стратійчук**, магістрантка,
КПІ ім. Ігоря Сікорського, Київ, Україна

ДОСЛІДЖЕННЯ ВИБІРКОВОГО ФЛОКУВАННЯ В ОЗДОБЛЕННІ КАРТОННИХ ПАКОВАНЬ

Розглянуто особливості технології нанесення коротко нарізаних волокон заданої довжини на клейову поверхню з високими адгезійними властивостями в технологічному процесі флокування поверхонь подарункових пакувань, яка змінюється залежно до видів пакувань. Досліджено умови забезпечення міцного закріплення ворсу до основи та отримання композитного матеріалу високої еластичності.

Ключові слова: подарункове пакування; флокування; довжина флок; кут нахилу; якісні показники; дисперсійний клей.

Постановка проблеми

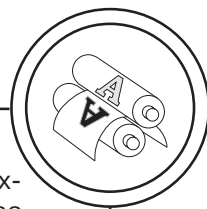
Зовнішня привабливість пакувань відіграє значну роль в ефективності продажів того чи іншого товару. Пакування, що значною мірою уособлює собою обличчя товару і є його оздоблювальною частиною, сприяє більшій ймовірності вибору споживачем саме того товару, пакування якого має більшу привабливість та відмінність від інших видів пакувань.

Емоційне враження, яке пакування створює у споживача, формується шляхом додавання безлічі факторів. Це і вміло підібрані кольори, і нерідко незвичайний дизайн, і висока якість тексту, що описує відмінну якість продукції, і ще цілий ряд мало примітних, на перший погляд, але важливих деталей [1]. Покупець стає більш вимогливим і роз-

бірливим, виникає необхідність у більшій різноманітності товарів, але таких, що виробляються невеликими партіями й до яких, в першу чергу, можливо віднести товари подарункового спрямування [2].

Враховуючи значне насичення попиту різноманітними товарами широкого вжитку, в суспільстві й на споживчому ринку суттєво змінилась купівельна спроможність покупців та їх пріоритети в першочерговості та ексклюзивності придбання товарів. Тому, внаслідок збільшення асортименту товарів та з метою отримання додаткових конкурентних переваг утворюється нова група продукції — елітна, яка своєю чергою потребує вже не стандартного, а ексклюзивного пакування. Звісно, що для виробництва

© Автор(и) 2021. Видавець КПІ ім. Ігоря Сікорського.
CC BY 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).



такого пакування необхідні спеціальні високотехнологічні умови, якісна сировина з незвичними оздоблювальними властивостями та креативний дизайнерський задум в конструюванні подарункового пакування [3].

Серед матеріалів, що широко використовуються для виготовлення подарункових пакувань застосовують, в першу чергу, найрізноманітніші види ексклюзивного пакувального паперу. Для прикладу, такого, як папір із золотим тисненням, глянсовий і матовий папір, перламутровий з різними малюнками, пергаментний папір і фактурний папір малбері із зображеннями насіння, цибульного лушпиння, гербарія і просто зеленого листа тощо [4].

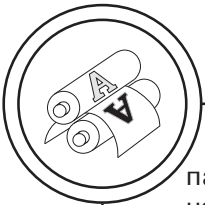
Застосування подарункових пакувань в ексклюзивному сегменті постійно поширюється, освоюючи нові напрями. Якісна парфумерія та косметика, пакування для годинників і ювелірних виробів, пакування для книг і сувенірів, пакування для посуду з порцеляни та антикваріату тощо. Враховуючи мистецькі особливості подарункових витворів, підкреслити їх вишуканість і незвичайність зможуть пакування у вигляді креативних оксамитових футлярів [5]. Тому, значне місце серед різних видів технологій отримання оздоблювальних властивостей для матеріалів виготовлення пакувань посідає флокування, в результаті застосування якого отримують неткані матеріали у виді штучного велюру, замшу, оксамиту, декоративних матеріалів з флокованими малюнками, технічні полотна, флоковані нитки тощо, використовуючи основу та два компоненти: ворс і клей.

Враховуючи особливості технології флокування, яка полягає в нанесенні коротко нарізаних волокон заданої довжини, яка змінюється залежно від видів пакувань, на клейову поверхню з високими адгезійними властивостями, актуальним є дослідження умов забезпечення міцного закріплення ворсу до основи та отримання композитного матеріалу високої еластичності.

Аналіз попередніх досліджень

Результатами досліджень встановлено, що при флокуванні ворс проникає в клей на відстань від $1/3$ до $1/10$ своєї довжини; щільність ворсового покриття залежить від орієнтації волокон в електростатичному полі і при збільшенні кута нахилу волокон зменшується, тому оптимальними є кути нахилу волокон менш як 100° , що забезпечує надійну міцність закріплення зображення. Розроблені математичні моделі розрахунку щільності утвореного зображення на паперовому носії, які описано диференціальними рівняннями, що показують різницю між гранично допустимою і фактичною ($n_{\max} - n$) щільністю нанесення флоку. Виявлено вплив геометричних параметрів флоку на якість флокованих зображень. Доведено, що зі збільшенням кількості ворсинок в 1 мм^2 , тобто зростанні щільності, стійкість до стирання також зростає, причому короткий ворс стирається повільніше, ніж довгий [6].

Досліджено механічний спосіб флокування, який проведено з використанням флоку (ворсу) різної природи для певних видів паперу. На оброблювані поверхні



паперу нанесено шар клею, на який розсіяно частинки ворсу за допомогою механічного сита, яке приведено у зворотно-поступальний рух. Використано шаблони з рисунком у виді кругів діаметром 1–80 мм та паралельних і перпендикулярних смуг завширшки 0,2–12 мм. Для оцінювання роздільної здатності проведено порівнювання розмірів елементів рисунка на шаблоні й флокованому відбитку та їх залежності від довжини ворсу. Визначено вплив довжини ворсу й в'язкості клею на чіткість і роздільну здатність зображення, що сприяло обґрунтуванню мінімальних розмірів елементів рисунка на шаблоні [7, 8].

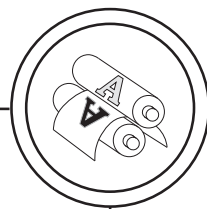
У ході визначення впливу електрофізичних властивостей ворсу на вибір режиму процесу флокування і структуру ворсового покриву розроблено новий спосіб прогнозування граничної щільності ворсового покриву на основі виміру тільки двох параметрів: електричного опору ворсу R і густини ворсового покриву n , одержувану при заданій тривалості флокування. Цей спосіб дозволяє визначити продуктивність процесу, а саме розрахувати час, необхідний для отримання необхідної щільності та швидкість досягнення визначених показників флокованого матеріалу. Окрім того, побудована модель залежності густини ворсового покриву від тривалості флокування з урахуванням динаміки зміни орієнтації ворсу у процесі нанесення [9].

Результати аналізу дозволяють конкретизувати завдання дослідження в області аналізу процесу флокування, які слід про-

водити з урахуванням технологічних параметрів: питомих витрат флока, часу флокування, величини заглиблення флока в адгезиві, геометрію ворсу на поверхні нитки й те, що флоковані матеріали — нитка. Розроблено склади робочих клейових композицій та визначено їх в'язкості методом ротаційної віскозиметрії, які склали: для стрижневої ПЕФ нитки лінійної щільності 65 текс — 4,9 Па·с, для стрижневих ПАМ ниток лінійною щільністю 15,6 та 16,6–9,3 Па·с [10].

Вперше виявлено взаємозв'язок між технологічними та режимними факторами процесу електрофлокування (напруга 22 кВ, відстань між електродами 73 мм), що забезпечує найбільшу міцність закріплення флоку (для ворсу завдовжки 1 мм кількість циклів до стирання складає 3275). Досліджено, що для волокон довжиною менш як 3 мм, максимальна щільність флокованого зображення досягається при напруженості поля 3–4 кВ/см, а для волокон завдовжки 3–5 мм — при $E = 2,5\text{--}3$ кВ/см. Причому для флоку завдовжки 1 мм максимальна щільність зображення становить 40–45 волокон/мм², завдовжки 3 мм — 23–26 та 5 мм — 10–15 волокон/мм² [11].

Флок-технологія, яка добре відома у поліграфічній та текстильній галузях і полягає в нанесенні майже вертикально коротких волокон на підкладку, вкриту клеєм, використана у сфері біоматеріалів. Електростатичне флокування застосовано для виготовлення каркасів нового типу для тканинної інженерії. Цей метод дозволяє створювати матриці з анізотропними влас-



тивостями, які мають високу міцність на стиснення, попри високу пористість, що є наслідком використання мембрани з мінералізованого колагену, як субстрату, желатину, як адгезиву і бавовняних волокон з поліаміду [12].

На підставі проведених теоретичних та експериментальних досліджень встановлено взаємозв'язок між елементами системи «папір—клей—флок». Виявлено вплив технологічних і режимних параметрів на чіткість утворених зображень та стійкість їх до стирання. Розроблено математичну модель орієнтації волокон флоку та їх переміщення в електростатичному полі. Обґрунтовано вибір оптимального режиму електрофлокування, що дозволило підвищити міцність і зносостійкість флокованого покриття [13].

Мета роботи

Дослідження впливу властивостей ворсу на вибір режиму процесу флокування та структури ворсового покриття; визначення взаємозв'язку технологічних параметрів з властивостями ворсу та формування ворсового покриття, з урахуванням зміни орієнтації ворсу на поверхні матеріалу; оптимізація процесу флокування при виборі різних критеріїв для забезпечення якості пакувальних виробів.

Результати проведених досліджень

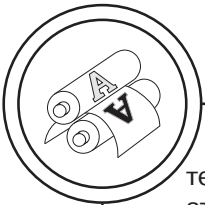
Метод флокування полягає в нанесенні дрібно порубаного ворсу на різноманітну за формою поверхню, попередньо змащену клеєм (рис. 1). Технологія нанесення флоку передбачає високу точність товщини вибіркового або суцільного шарів, а також використання каліброваних та некаліброваних волокон хаотичної довжини. Поверхню, що піддається флокуванню, очищено від пилу та бруду, а згодом, послідовно знежирено. На підготовлену поверхню нанесено спеціальний клей для флокування тонким шаром, без надлишку, або дискретної нестачі. Дотримання каліброваних показників товщини нанесеного клею, надалі, сприяє якісному відтворенню зображення.

Нанесення флоку відбувається механічним способом з використанням розпилювача або електростатичним, в якому відбувається зарядження волокон ворсу в електричному полі, завдяки цьому волокна рівномірно розподіляються на поверхні виробу, на яку нанесено клей. При нанесенні ворсу за допомогою флокатора утворюється міцне скріплення флоку у вертикальному положенні [10].

Аналіз патентної інформації [14, 15] щодо сучасного стану



Рис. 1. Збільшений зріз флокованої поверхні пакування



технологічних процесів та експлуатаційного устаткування для проведення оздоблювальних процесів флокування пакувальної продукції виявив наступні переваги та особливості їх застосування:

— значний вибір об'ємних, фактурних та кольорових варіантів художнього оформлення паковань;

— доступність та практичність клінінгового обслуговування флокованих поверхонь складних конструкцій паковань;

— дотримання показників стійкості до горіння та впливу УФ-променів, тривала дія яких призводить до втрати початкової кольорової гами поверхні пакування;

— флоковані поверхні паковань не всотують і не затримують сторонніх запахів;

— тотожність теплоізоляційних показників флокованих поверхонь паковань, утворених ворсом в діапазоні довжини 2÷10 мм;

— пакування з флокованими поверхнями відповідають показникам екологічної безпеки для споживачів та придатні для вторинного перероблення й утилізації;

— додаткова міцність флокованих матеріалів для виготовлення паковань сприяє їх тривалому терміну споживчого використання.

У процесі застосування технологій оздоблення пакувальних виробів флокуванням необхідно враховувати відмінності, обумовлені процесом створення флокованих зображень, які віднесені до змінних факторів, таких як: види паперу/картону для створення паковань; фізико-механічні властивості використовуваних клеїв для закріплення ворсу; вид, матеріал та розміри ворсу та застосовувані технології його нанесення [16].

На стадії проектування флокованої поверхні й розрахунку теоретично можливої максимальної щільності ворсу в діапазоні реальних значень використано теорію утворення ворсового покриття та рівняння, що визначає утворення граничної площі заповнюваності ворсу [10].

$$S_0 = d^2 \sin \alpha + \frac{\pi d^2}{4} \cos \alpha, \quad (1)$$

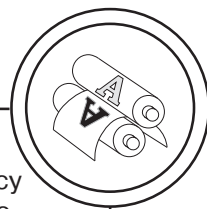
де d — діаметр ворсу, α — кут нахилу ворсу.

В технологічному процесі розсіювання ворсу за допомогою флокаторів різних конструкцій можливо передбачити, що на початковій стадії відбувається стохастичне приклеювання та інтегрування в клейовий шар всіх ворсинок, які торкнулись поверхні оздоблювального матеріалу. Просторова орієнтація ворсинок може бути визначена кутами їх нахилу щодо клейової поверхні. За експериментальним припущенням, розподіл ворсинок може відповідати нормальному закону розподілу, який характеризується параметром σ , який визначає орієнтацію ворсу на поверхні матеріалу для загального випадку [9].

$$P(\alpha) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{(\alpha-\alpha_0)^2}{2\sigma^2}}, \quad (2)$$

де α — кут нахилу ворсинок; α_0 — значення кута, що відповідає центру розподілу.

Через збільшення кількості ворсу, що подається на клейову поверхню матеріалу для виготов-



лення пакування, поверхнева щільність п флокуваного покриття зростає, ($n_0 \rightarrow n_{max}$), внаслідок чого, досягти ділянок поверхні, вільної від ворсу, можуть тільки ворсинки з високим ступенем вертикальної орієнтації. На рис. 2, а, б, в зображено етапи електростатичного флокування, що здійснено за допомогою флокатора Maag RF 400/500 (Maag Flockmaschinen, Gomaringen, Німеччина) [9].

На збільшених зображеннях рис. 2 представлено: орієнтацію ворсу на початковому етапі флокування через 4 с від початку флокування (рис. 2, а) — приклеєні ворсинки знаходяться в стохастичному стані з різними кутами нахилу, клейова площа запов-

нена частково; орієнтацію ворсу через 8 с (рис. 2, б) — додатково приклеєні ворсинки займають більш вертикально спрямований стан, клейова площа майже заповнена; орієнтацію ворсу через 12 с (рис. 2, в) — більша частина ворсу займає вертикальне становище, поверхнева щільність ворсового покриття зростає до межі заповнюваності.

Швидкість заповнення ворсинками поверхні, вкритої клеєм, з часом сповільнюється, так як ворсинки, що розсіюються флокатором на клейову поверхню для оздоблення, все частіше наштовхуються на ті, що вже закріпилися. Тому швидкість збільшення щільності ворсу на поверхні флокування n (мм^2) можливо



а



б



в

Рис. 2. Етапи нанесення ворсу на клейову поверхню пакування (збільшений зріз), а — просторова орієнтація ворсу через 4 с, б — через 8 с, в — через 12 с



представити похідною часу, пропорційною різниці між сумарною, на межі досяжності, щільністю нанесення ворсу та фактичною щільністю в кожний конкретний момент часу виконання технологічного процесу: $\frac{dn}{dt} = k(n_{\Sigma} - n_t)$,

де k — коефіцієнт пропорційності.

На рис. 3 наведено графічне відтворення щільності розподілу на початковому етапі нанесення і закріплення ворсу (лінія 1) та на завершальному етапі (лінія 2).

Враховуючи наведене, можливо відзначити, що ворсинки, які мають суттєве відхилення від вертикального, до оздоблюваної поверхні орієнтування, не досягають клейового шару, відштовхуючись від попередньо закріпленого ворсу. Тому, в технологічному процесі нанесення ворсу на клейову поверхню залишається частина незакріпленого ворсу, яка осипається, вилучається і повторно використовується

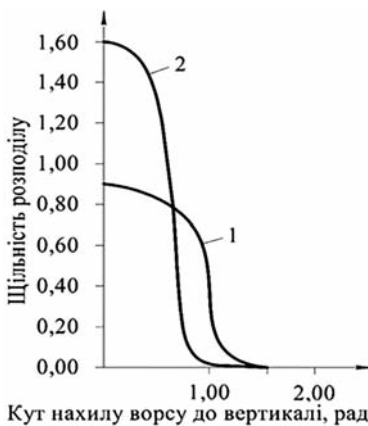


Рис. 3. Щільність розподілу ворсу за кутів нахилу до вертикалі;
1 — початковий розподіл;
2 — кінцевий розподіл

для флокування наступних поверхонь пакувальних матеріалів. Кількісний показник незакріплених ворсинок додатково досліджено з точки зору виявлення залежності застосування окремих видів клейових полімерних композицій та матеріалів виготовлення флока різної довжини [16].

Окрім того, графічне відтворення геометричної моделі щільності ворсу на флокуваній поверхні (рис. 4, а–г) зображено у виді стохастичного коміркового розташування зон приклеювання корінцевої частини ниток ворсу.

Для практичного розрахунку і визначення коефіцієнтів заповнення, у виді максимальної й мінімальної кількісної оцінки, контактні комірки мають тотожні розміри з лінійним та шаховим розташуванням.

Визначено, на підставі досліджень [10], що максимальні та мінімальні коефіцієнти щільності заповнення флоком поверхні пакувального матеріалу K_z коливаються в розмірних показниках від 0,392 до 0,196 і залежать, в першу чергу, від діаметра флока та його довжини.

Довжина флока формує його розташування на поверхні з попередньо нанесеним клеєм, як у вертикальному становищі (для короткого ворсу), так і під кутом α , що також коливається залежно від довжини флока — $L_1 \neq L_2 \neq L_3$ (рис. 5, а–в).

Зміна кутів нахилу $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ ворсу, з однаковим діаметром $\varnothing D$ перерізу ниток флока, до площини приклеювання змінюють розмір площини проекції на поверхню приклеювання, що своєю чергою впливає на граничну щіль-

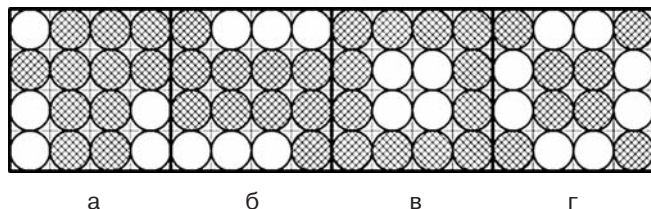
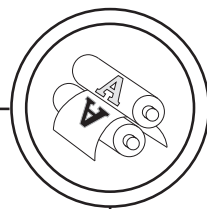


Рис. 4. Стохастичне коміркове розташування зон приклеювання корінцевої частини флоку на початковій стадії оздоблення:
а-г — чергування зон приклеювання ворсу і вільних зон

ність та коефіцієнт заповнюваності. Для загального випадку показник щільності ворсу n_{\max} залежно від довжини флока і кута нахилу α :

$$n_{\max} = \frac{K_z}{S_z} = \frac{K_z}{D^2 \sin \alpha + \frac{\pi D^2}{4} \cos \alpha}, \quad (3)$$

де K_z — коефіцієнт заповнюваності; S_z — площа заповнюваності.

Як показує досвід застосування технологічних процесів фло-

кування в поліграфічній галузі [17], поверхні паковальних виробів флокуються ворсом довжиною 0,5÷4 мм. Тому, вибір клею для закріплення флоку на поверхні пакування необхідно поєднувати з визначенням довжини ворсу для флокування, що сприятиме утворенню стійкого композитного матеріалу для виготовлення пакування. Враховуючи наведені чинники, для першого досліді обрано флок середнього помелу, довжина якого становить 1,3 мм.

Дослід проведено стосовно підбору клею для флоку зазначеної довжини. Для цього використано флок довжиною 1,3 мм,

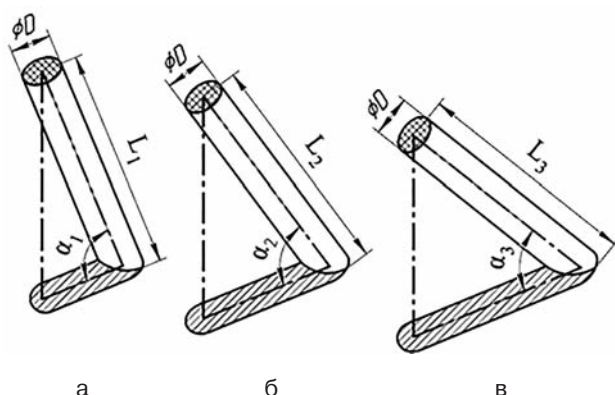
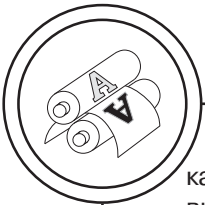


Рис. 5. Зміна кутів нахилу від зміни довжини ворсу: а-в — етапи зміни розмірів площі проекції ворсу залежно від кутів нахилу $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$



калібровані смужки паперу та три види клею (табл. 1), що широко використовуються в поліграфічній галузі, як в технологічних процесах виготовлення книжкової продукції, так і для оздоблювального флокування. Заміри результатів експериментального флокування здійснено на високоточних лабораторних вагах SF-400D [18].

Проведено зважування зразків паперу, зразків паперу з нанесеним клеєм та зразків паперу з нанесеним клеєм після застосування процесу флокування. Порівняння отриманих кількісних вагових показників флокованих зразків паперу і початкових показників формалізують розрахунки нанесеного клею та флоку на дільницях зразків форматом 5×5 мм. Визначені результати занесено до табл. 1.

Відомо [13, 19], що для утворення рівномірної щільно заповненої флокованої поверхні пакування норми витрат флоку коливаються в межах від 90 до 250 г/м².

Для визначення формалізованих показників підбору клею проведено розрахунки за формулою (4), що визначає витрати флоку на погонний метр:

$$N_{в.ф.} = \frac{m_{флок}}{S_{ф.} \times K_{т.в} \times N_{екз}}, \quad (4)$$

де $N_{в.ф.}$ — норма витрат флоку, $N_{в.ф.} = 90-250$ г/м²; $S_{ф.}$ — площа нанесення флокованого шару, м²; $K_{т.в}$ — коефіцієнт технічних витрат, $K_{т.в} = 1,1$; $N_{екз}$ — кількість аркушев'їдбітків з урахуванням відходів; 1000 — коефіцієнт приведення г в кг.

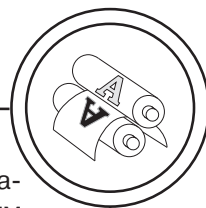
Для дисперсійного клею Henkel Adhesin A 7088 (Німеччина):

$$N_{в.ф.} = \frac{0,173}{0,0025 \times 1,1 \times 1} = 62,9 \text{ г/м}^2.$$

Для дисперсійного клею Papermax CR (Польща):

Таблиця 1
Вибірка дисперсних клеїв для флоку довжиною 1,3 мм

Вид клею	Довжина флоку, мм	$m_{арк}, \text{ г}$	$m_{арк+кл}, \text{ г}$	$m_{арк+кл+фл}, \text{ г}$	$m_{кл}, \text{ г}$	$m_{фл}, \text{ г}$
Дисперсійний клей Henkel Adhesin A 7088 (Німеччина)	1,3	2,94	3,228	3,401	0,288	0,173
Дисперсійний клей Papermax CR (Польща)		3,02	3,297	3,643	0,277	0,346
Дисперсійний клей Emmevil 960/220 (Італія)		2,89	3,171	3,423	0,281	0,252



$$N_{в.ф.} = \frac{0,346}{0,0025 \times 1,1 \times 1} = 125,82 \text{ г / м}^2.$$

Для дисперсійного клею Emmevil 960/220 (Італія):

$$N_{в.ф.} = \frac{0,252}{0,0025 \times 1,1 \times 1} = 91,63 \text{ г / м}^2.$$

Для застосування у виробничих розрахунках, на підставі отриманих експериментальних результатів, побудовано стовпчикову діаграму (рис. 6), що визначає кількісні вагові межі використання клею для закріплення флоку.

Згідно рис. 6, для флоку довжиною 1,3 мм максимальні показники збіжності для утворення композитної структури матеріал + клей + флок виявлені при застосуванні дисперсійного клею Raremax CR (Польща), з яким щільність та рівномірність роз-

ташування флоку на поверхні пакування відповідає вищим якісним показникам, порівняно з іншими видами клею, використаними для проведення експерименту.

Оскільки для дисперсійного клею Raremax CR (Польща) вже підбрано довжину флоку, то додатково розглянуто взаємодію клей-флок з іншими видами клею. Наступний дослід складено з підбору довжини флоку для обраних видів клеїв. Для цього попередньо підготовлено необхідні матеріали для флокування. Повторно проведено зважування експериментальних зразків паперу до процесу флокування та після його завершення. Виходячи зі значень початкової та кінцевої маси зразків, розраховано масу флок + клей нанесену на підготовлену поверхню форматом 5×5 мм. Результати занесено до таблиці 2.

Відомо [13, 19], що норма витрат клею для флокування становить 60–150 г/м². За результатами попереднього дослідження норма витрат клею складає

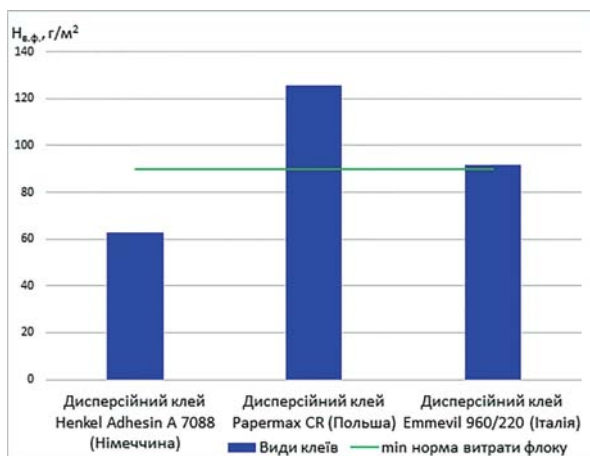
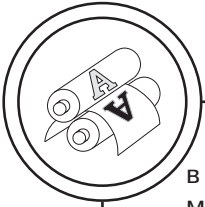


Рис. 6. Діаграма витрат флоку залежно від видів клею



в середньому 100 г/м². За формулою (5) обраховано масу нанесеного клею.

Розрахунок клею для паковань:

$$m_{\text{кл}} = \frac{N_{\text{в.к.}} \times S_{\text{кл}} \times K_{\text{т.в}} \times N_{\text{к}}}{1000}, \quad (5)$$

де $N_{\text{в.к.}}$ — норма витрат клею, $N_{\text{в.к.}} = 268$ г/м²; $S_{\text{кл}}$ — площа нанесення клейового шару, м²; $K_{\text{т.в.}}$ — коефіцієнт технічних витрат, $K_{\text{т.в.}} = 1,15$; $N_{\text{к}}$ — кількість аркуш відбитків з урахуванням відходів; 1000 — коефіцієнт приведення г в кг.

$$m_{\text{кл}} = 100 \times 0,0025 \times 1,15 \times 1 = 0,2875 \text{ г.}$$

На наступному етапі розрахунків визначено масу інтегровано-го флоку в поверхню пакування з нанесеним шаром клею.

Для дисперсійного клею Emmevil 960/220 (Італія):

$$m_{\text{флок}0,8} = 0,76 - 0,2875 = 0,4725 \text{ г,}$$

$$m_{\text{флок}1,3} = 0,54 - 0,2875 = 0,2525 \text{ г,}$$

$$m_{\text{флок}3} = 0,45 - 0,2875 = 0,1625 \text{ г.}$$

Для дисперсійного клею Henkel Adhesin A 7088 (Німеччина):

$$m_{\text{флок}0,8} = 0,4 - 0,2875 = 0,1125 \text{ г,}$$

$$m_{\text{флок}1,3} = 0,46 - 0,2875 = 0,1725 \text{ г,}$$

$$m_{\text{флок}3} = 0,77 - 0,2875 = 0,4825 \text{ г.}$$

На основі проведених розрахунків побудовано діаграму (рис. 7) експериментального виявлення сприятливої довжини флоку для зазначених видів клеїв. Слід зауважити, що для чіткого відтворення зображення мінімальна маса флоку має становити 0,2475 г (при мінімальній нормі витрат на погонний метр флокування).

За результатами наведеними на рис. 7 визначено, що для дисперсійного клею Emmevil 960/220 (Італія) максимально позитивний результат забезпечує подрібнений флок з довжиною ворсу 0,8 мм, а для дисперсійного клею Henkel Adhesin A 7088 (Німеччина) волокна грубого помелу довжиною 3 мм.

Для визначення впливу часу попереднього затримування нанесення флоку після нанесення клею на зразки паперу проведено наступний експеримент, який полягає у флокуванні першого зразка паперу відразу після нанесення клею, а другого через

Таблиця 2

Вибірка довжини флоку для окремих видів клею

Вид клею	Довжина флоку, мм	$m_{\text{арк}}$, г	$m_{\text{арк+кл+фл}}$, г	$m_{\text{фл+кл}}$, г
Дисперсійний клей Emmevil 960/220 (Італія)	0,8	1,31	1,71	0,4
	1,3	2,94	3,40	0,46
	3	2,39	3,16	0,77
Дисперсійний клей Henkel Adhesin A 7088 (Німеччина)	0,8	2,81	3,57	0,76
	1,3	2,89	3,43	0,54
	3	2,85	3,3	0,45

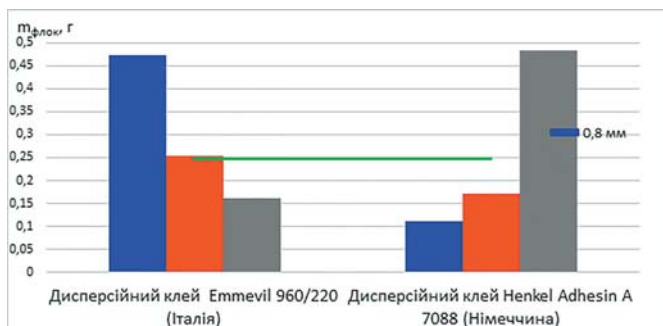
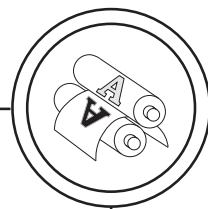


Рис. 7. Діаграма виявлення сумісності довжини флоку і зразків клею

5 хв (мінімально допустимий час збереження липкості клею у виробничих процесах). Спостереження результатів скріплення після завершення процесу флокування схематично наведено на рис. 8.

Перший варіант приклеювання ворсу (рис. 8, а) демонструє глибоку інтеграцію волокон флоку в шар клею, в результаті чого, після закріплення дисперсійного клею утворено міцну композитну структуру з матеріалом для виготовлення пакування. У другому випадку (рис. 8, б), затримка в часі нанесення флоку на клеєву поверхню призводить до мінімального скріплення й утворення не стійкої до експлуатаційних навантажень композитної структури флок + клей + матеріал через зміну поверхневого натягу клею.

Тому, при плануванні виробничих технологічних процесів флокування необхідно передбачити мінімальний відтинок часу нанесення флоку на клейову поверхню для забезпечення стійкої до експлуатаційних навантажень поверхні подарункового пакування.

Експлуатаційні навантаження флокованих матеріалів ворсом різної довжини змодельовані експериментальним перегинанням зразків з ворсом довжиною 0,8; 1,3; 3 мм (рис. 9, а–в).

Руйнування флокованих зразків і висипання ворсу за кількісними показниками спостерігалось після 100 циклів перегинання. Візуалізацію зазначеного експериментального випробування придатності відібраних зразків флоку до тривалого використання наведено на рис. 10, а–в.

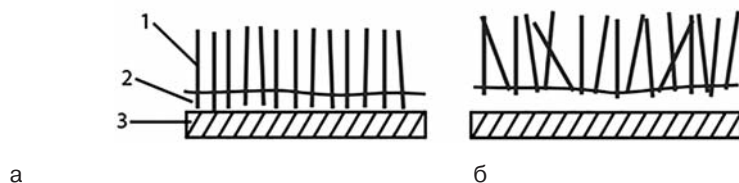


Рис. 8. Схематичне зображення варіантів скріплення ворсу з клейовим шаром: 1 — ворс, 2 — зона поверхневого шару клею для інтегрування ворсу, 3 — частина шару клею, що прилягає до поверхні пакування

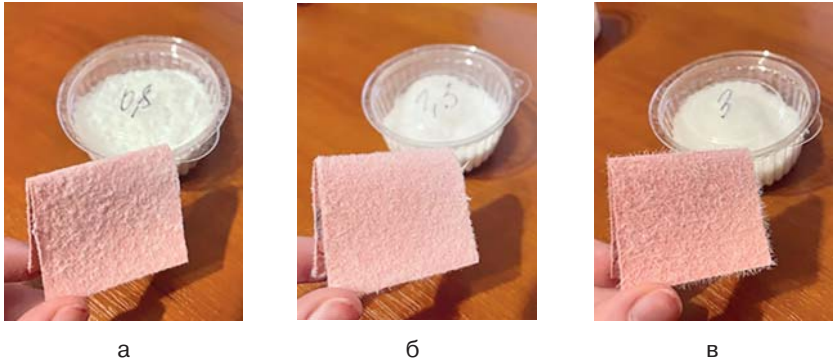
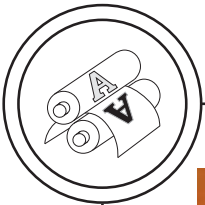


Рис. 9. Зразки флокованих поверхонь з різною довжиною ворсу:
а — 0,8 мм, б — 1,3 мм, в — 3,0 мм

Поверхня флокованого зразка волокнами довжиною 1,3 мм має однорідне заповнення без пробілів чи скупчення ворсу на відміну від інших зразків. Проте, зразок флокований волокнами довжиною 0,8 мм — більш стійкий до експериментальних випробувань, ледь помітний осип волокон, що свідчить про переваги застосування флокку дрібного помелу для утворення оздоблюваних поверхонь подарункового пакування.

Висновки

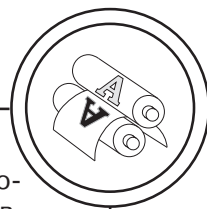
Розглянуто особливості технології нанесення коротко нарізаних волокон заданої довжини

в технологічному процесі флокування поверхонь подарункових пакувань, яка змінюється залежно від видів пакувань, на клейову поверхню з високими адгезійними властивостями. Досліджено умови забезпечення міцного закріплення ворсу до основи та отримання композитного матеріалу високої еластичності.

Встановлено чинники впливу на якісні показники формування флокованих зображень подарункових пакувань, які визначаються змінними факторами, зокрема, видом паперу, фізико-механічними властивостями клеїв і ворсу та принципами їх нанесення.



Рис. 10. Візуальні показники осипання ворсу після випробувань:
а–в — кількісні показники осипання ворсу



За результатами аналізу проведених досліджень сформульовано рекомендації з виготовлення паковальної продукції із застосуванням технології флокування.

Досліджено вплив довжини флока на формування його розташування на поверхні з попередньо нанесеним клеєм, як у вертикальному становищі (для короткого ворсу), так і під кутом α_i , що коливається залежно від довжини флока L_f .

Зміна кутів нахилу α_i ворсу, з однаковим діаметром D перерізу ниток флока, до площини приклеювання змінюють розмір площини проєкції на поверхню приклеювання, що своєю чергою впливає на граничну щільність та коефіцієнт заповнюваності.

Встановлено, що флоковані поверхні пакувань волокнами

довжиною 1,3 мм мають однорідне заповнення без пробілів, чи скупчення ворсу, що сприяє досягненню максимальних показників збіжності для утворення композитної структури матеріал + клей + флок виявлені при застосуванні дисперсійного клею Raremax CR (Польща), з яким щільність та рівномірність розташування флоку на поверхні пакувань відповідає вищим якісним показникам.

Визначено, що флоковані поверхні волокнами довжиною 0,8 мм більш стійкі до експериментальних випробувань — ледь помітний осип волокон свідчить про переваги застосування флоку дрібного мелення для утворення оздоблюваних поверхонь обмежених за розмірами пакувань.

Список використаної літератури

1. Упаковка как лицо товара / Kredo Pak company. 2021. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.proreklamu.com/news/news-advertising/53203-upakovka-kak-litso-tovara.html>.

2. Ганоцька О. В. Елегантна упаковка для вишуканого товару, 2021. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://bo0k.net/index.php?p=achapter&bid=12750&chapter=1>.

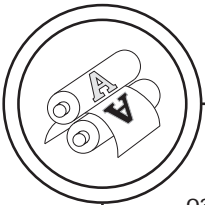
3. Ганоцька О. В. Інтерактивна упаковка: нові можливості у дизайні [Текст] / О. В. Ганоцька // Вісник Харківської державної академії дизайну і мистецтв. 2017. № 3. С. 43–52. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.visnik.org/pdf/v2017-03-07-ganotska.pdf>.

4. Климанов А. Упаковка: новые технологии /А. Климанов // Все о мясе. 2012. № 3. С. 30–31. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/upakovka-novyetehnologii>.

5. Маркетинговые тестирования дизайна упаковки. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://marketing.by/mnenie/marketingovye-testirovaniya-dizayna-upakovki-zachem-kogda-kak/>.

6. Мізюк Ольга Михайлівна. Удосконалення технології оздоблення друкованої продукції електрофлокуванням: дис... канд. техн. наук: 05.05.01 / Українська академія друкарства. Л., 2006. 163 арк. Бібліогр.: арк. 135–145. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.disslib.org/udoskonalennjatekhnolohiyi-ozdoblennja-drukovanoyi-produktsiyi-elektroflukuvannjam.html>.

7. Гавенко С. Ф. Особливості технології оздоблення друкованої продукції способом флокування / С. Ф. Гавенко, О. М. Мізюк // Поліграфія і видавнича справа. Львів: УАД. 2003. № 40. С. 52–59. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://pvs.uad.lviv.ua/static/media/40/11.pdf>.



8. Мізюк О. М. Вплив фізико-механічних характеристик клею на якість оздоблення ворсом друкованої продукції / О. М. Мізюк // Кваліологія книги. 2003. Вип. 6. С. 140–144.

9. Безносова В. В. Оценка технологических параметров процесса электрофлюорирования на основе измерения электропроводности ворса / О. М. Иванов, В. В. Безносова, Т. А. Анисимова // Известия высших учебных заведений. Технология легкой промышленности. 2016. № 3. С. 48–51. [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://freereferats.ru/product_info.php?products_id=647749.

10. Сцепуржинская З. Р. Разработка и исследование технологии флокированной нити: диссертация ... кандидата технических наук / З. Р. Сцепуржинская. М.: Моск. гос. текст. ун-т им. А. Н. Косыгина. 2011. 232 с. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.dissercat.com/content/razrabotka-i-issledovanie-tekhnologii-flokirovannoi-niti>.

11. Гавенко С. Ф. Дослідження показників якості флокованих зображень на продукції поліграфічного виробництва / С. Ф. Гавенко, О. М. Мізюк // Технологія і техніка друкарства. К.: ВПФ НТУУ «КПІ». 2003. Вип. 2. С. 21–23.

12. Cherif Helge Bertram. Development of Novel Scaffolds for Tissue Engineering by Flock Technology / Cherif Helge Bertram, Wiltrud Richter, Gerhilt Schmack, Anja Walther, Anne Bernhardt, Wolfgang Pompe, Michael Gelinsky, Birgit Mrozik, Gerald Hoffmann, Chokri Cherif, Helge Bertram // Textile Research Journal. 2007. 77. 892. DOI: 10.1177/0040517507081283.

13. Гавенко С. Дослідження системи «папір–клей–флок» при декоративному оздобленні друкованої продукції / С. Гавенко, О. Мізюк, І. Логазяк, О. Микитин // Комп'ютерні технології друкарства. 2004. № 11. С. 225–229.

14. Патентні дослідження. ДСТУ 3575-97.

15. Храпко А. В. Особливості застосування технологічних процесів флокування / Тези доповідей 21-ї міжнародної науково-технічної конференції студентів і аспірантів «Друкарство молоде». Київ, 2021. С. 15–16.

16. Flock Adhesives Market Size Analysis 2021. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.marketreportsworld.com/purchase/12346970>.

17. R. Zhang. Research on Cleaner Production Assessment System Based on FUYZ-AHP in Electrostatic Flocking Industry / R. Zhang, D. G. Luo, H. G. Zhang // Advanced Materials Research. 2013. Volumes 864–867. p. 2123–2126. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.864-867.2123>.

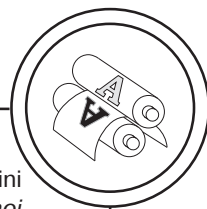
18. Рынок пищевой упаковки в Украине // PRO CONSULTING, Аналитика, рынок, финансовый консалтинг, 2021. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://pro-consulting.ua/pressroom/rynok-pishevoj-upakovki-v-ukraine-vo-glave-ugla-bezopasnost>.

19. Упаковка: инновационные технологии и решения // Склад и техника. Журнал практической логистики. 2017. № 6. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://sitmag.ru/article/9638-nekotorye-originalnye-i-poleznye-novinki-v-sfere-upakovki-i-ee-ispolzovaniya-upakovka-innovatsionnye-tehnologii-i-resheniya>.

References

1. (2021). Upakovka kak lytso tovara [Packaging as the face of the product]. *Kredo Pak company*. Retrieved from <https://www.proreklamu.com/news/news-advertising/53203-upakovka-kak-litso-tovara.html> [in Russian].

2. Hanotska, O. V. (2021). *Elehantha upakovka dlia vyshukanoho tovaru [Elegant packaging for exquisite goods]*. Retrieved from <http://bo0k.net/index.php?p=achapter&bid=12750&chapter=1> [in Ukrainian].



3. Hanotska, O. V. (2017). Interaktyvna upakovka: novi mozhlyvosti u dizaini [Interactive packaging: new design possibilities]. *Visnyk Kharkivskoi derzhavnoi akademii dizainu i mystetstv*, 3, 43–52. Retrieved from <https://www.visnik.org/pdf/v2017-03-07-ganotska.pdf> [in Ukrainian].

4. Klimanov, A. (2012). Upakovka: novye tekhnologii [Packaging: new technologies]. *Vse o myase*, 3, 30–31. Retrieved from <https://cyberleninka.ru/article/n/upakovka-novye-tehnologii> [in Russian].

5. *Marketingovye testirovaniya dizayna upakovki* [Marketing testing of packaging design]. Retrieved from <https://marketing.by/mnenie/marketingovye-testirovaniya-dizayna-upakovki-zachem-kogda-kak/> [in Russian].

6. Miziuk, O. M. (2006). *Udoskonalennia tekhnologii ozdoblennia drukovanoi produktsii elektroflokuvanniam* [Improving the technology of finishing printed products by electroflocking]. Lviv: Ukrainska akademiia drukarstva, 135–145. Retrieved from <http://www.disslib.org/udoskonalennja-tekhnohii-ozdoblennja-drukovanoyi-produktsiyi-elektroflokuvannjam.html> [in Ukrainian].

7. Havenko, S. F., & Miziuk, O. M. (2003). Osoblyvosti tekhnologii ozdoblennia drukovanoi produktsii sposobom flokuvannia [Peculiarities of technology of finishing printed products by flocking method]. *Polihrafiia i vydavnycha sprava*, 40, 52–59. Retrieved from <http://pvs.uad.lviv.ua/static/media/40/11.pdf> [in Ukrainian].

8. Miziuk, O. M. (2003). Vplyv fizyko-mekhanichnykh kharakterystyk kleiu na yakist ozdoblennia vorsa drukovanoi produktsii [Influence of physical and mechanical characteristics of glue on the quality of pile finishing of printed products]. *Kvaliiohiiia knyhy*, 6, 140–144 [in Ukrainian].

9. Ivanov, O. M., Beznosova, V. V., & Anisimova, T. A. (2016). Otsenka tekhnologicheskikh parametrov protsessa elektroflokirovaniya na osnove izmereniya elektroprovodnosti vorsa [Evaluation of the technological parameters of the electroflotation process based on measuring the electrical conductivity of the pile]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Tekhnologiya legkoy promyshlennosti*, 3, 48–51. Retrieved from https://freereferats.ru/product_info.php?products_id=647749 [in Russian].

10. Stsepurzhinskaya, Z. R. (2011). *Razrabotka i issledovanie tekhnologii flokirovannoy niti* [Development and research of flocked thread technology]. Moscow: Mosk. gos. tekst. un-t im. A. N. Kosygina, 232 p. Retrieved from <https://www.dissercat.com/content/razrabotka-i-issledovanie-tekhnologii-flokirovannoy-niti> [in Russian].

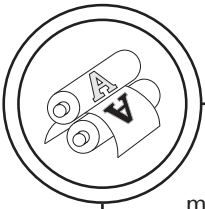
11. Havenko, S. F., & Miziuk, O. M. (2003). Doslidzhennia pokaznykiv yakosti flokovanykh zobrazhen na produktsii polihrafichnoho vyrobnytstva [Research of quality indicators of flocked images on the products of printing production]. *Tekhnolohiia i tekhnika drukarstva*, 2, 21–23 [in Ukrainian].

12. Bertram, C. B., Richter, W., Schmack, G., Walther, A., Bernhardt, A., Pompe, W., Gelinsky, M., Mrozik, B., Hoffmann, G., Cherif, C., & Bertram, H. (2007). Development of Novel Scaffolds for Tissue Engineering by Flock Technology. *Textile Research Journal*, 77, 892. DOI: 10.1177/0040517507081283 [in English].

13. Havenko, S., Miziuk, O., Lohaziak, I., & Mykytyn, O. (2004). Doslidzhennia systemy ‘papier–klei–flok’ pry dekoratyvnomu ozdoblenni drukovanoi produktsii [Research of the system ‘paper–glue–flock’ in the decorative decoration of printed products]. *Komp’uterni tekhnolohii drukarstva*, 11, 225–229 [in Ukrainian].

14. *Patentni doslidzhennia. DSTU 3575-97* [Patent research. DSTU 3575-97]. National standards of Ukraine [in Ukrainian].

15. Khrapko, A. V. (2021). Osoblyvosti zastosuvannia tekhnolohichnykh protsesiv flokuvannia [Features of application of technological processes of flocking]. *Proc. of ‘Drukarstvo molode’*, 15–16 [in Ukrainian].



16. *Flock Adhesives Market Size Analysis 2021*. Retrieved from <https://www.marketreportsworld.com/purchase/12346970> [in English].

17. Zhang, R., Luo, D. G., & Zhang, H. G. (2013). Research on Cleaner Production Assessment System Based on FUYYZ-AHP in Electrostatic Flocking Industry. *Advanced Materials Research*, Vol. 864–867, 2123–2126. Retrieved from <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.864-867.2123> [in English].

18. (2021). Rynok pishchevoy upakovki v Ukraine [Food packaging market in Ukraine]. *PRO CONSALTING, Analitika, rynek, finansovyy konsalting*. Retrieved from <https://pro-consulting.ua/pressroom/rynek-pishevoj-upakovki-v-ukraine-vo-glave-ugla-bezopasnost> [in Russian].

19. (2017). Upakovka: innovatsionnye tekhnologii i resheniya [Packing: innovative technologies and solutions]. Sklad i tekhnika. *Zhurnal prakticheskoy logistiki*, 6. Retrieved from <https://sitmag.ru/article/9638-nekotorye-originalnye-i-poleznye-novinki-v-sfere-upakovki-i-ee-ispolzovaniya-upakovka-innovatsionnye-tehnologii-i-resheniya> [in Russian].

Features of technology of drawing of short cut fibers of the set length on an adhesive surface with high adhesive properties in technological process of flocking of surfaces of gift packings which varies depending on kinds of packings are considered. The conditions for ensuring a strong attachment of the pile to the base and obtaining a composite material of high elasticity have been studied.

Factors influencing the quality of flocked images of gift packaging, which are determined by variables, in particular, the type of paper, physical and mechanical properties of adhesives and pile and the principles of their application.

Keywords: gift wrapping; flocking; flock length; tilt angle; quality indicators; dispersion glue.

Надійшла до редакції 22.09.21