

УДК 686.1.032

ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ТА СПОСОБІВ ЕЛЕКТРОФЛОКУВАННЯ ПІД ЧАС ОЗДОБЛЕННЯ ПАКУВАЛЬНОЇ ПРОДУКЦІЇ

О. М. Савченко

*Українська академія друкарства,
вул. Під Голоском, 19, Львів, 79020, Україна*

Проаналізовано українські та зарубіжні джерела з питань технології електрофлюкування. Виявлено особливості та закономірності її використання під час виготовлення пакувальної продукції, описано технології та способи електростатичного флюкування під час оздоблення сувенірних пакувань у мало-, середньотиражному та масовому виробництві різноманітних форм, що відповідають вимогам стійкості до стирання та міцності декоративного флюкованого покриття.

Ключові слова: електрофлюкування, оздоблення, флок, пакування, спецвиди друку, технологія захисту пакувань.

Постановка проблеми. Процес електростатичного флюкування є одним із способів тривимірного друку, принцип якого полягає у тому, що отримання високоміцного зображення з флюку на клейовій основі відбувається в електростатичному полі високої напруги в сотні тисяч вольт. Успішне використання електростатичного флюкування залежить від жорсткого контролю процесом, який потребує використання спеціального обладнання і матеріалів, дотримання технологічних режимів. Цей спосіб відомий своїм використанням у текстильній промисловості, під час виготовлення прикрас, іграшок, пакувальної продукції, захисту промислових електричних пристроїв тощо. Розширення сфер застосування продуктів для флюкування та розроблення функціональних і високотехнологічних продуктів, таких як сувенірні та подарункові пакування, є одним із основних шляхів розвитку галузі електростатичного флюкування на цьому етапі. Для вирішення вищевказаної проблеми необхідний повний аналіз стану технології електрофлюкування у нашій країні, проведення поглиблених досліджень ринку та бізнесу, виявлення напряму розвитку досліджень і характеристик матеріалів для флюкування.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Флюкування як додатковий альтернативний метод декорування для досягнення незвичайного вигляду знайшло широке застосування в різноманітних сферах. Донедавна ця традиційна техніка текстильної інженерії використовувалась для модифікації поверхонь або створення автономних анізотропних структур на синтетичних і натуральних тканинах, шкірі. Сьогодні виділено два важливих напрями розвитку вітчизняної флюкової продукції — це одяг і текстильна флюкована продукція. Автори [1] у

дослідженні комфортних властивостей тканих бавовняних тканин з флоковим покриттям оцінюють фізичні властивості волокна, коефіцієнт адгезивного покриття та тривалість флокування. Під час експериментального дослідження була створена математична модель для прогнозування термічного опору тканини з ворсовим покриттям.

За останні кілька років з'явилися дослідження, які підтверджують використання електростатичного флокування для біомедичних застосувань [2–4]. Науковці [2] розглянули фізико-математичні міркування щодо вибору, синтезу та налаштувань основних компонентів (флоковані волокна, адгезиви, основи-підкладки) електростатичного флокування для інженерії кісткової та шкірної тканини, загоєнні і лікуванні ран. Метою дослідників [3, 4] було використання електростатичного флокування для виготовлення нового типу каркасів тканинної інженерії. Цей метод дає можливість створювати матриці з анізотропними властивостями, які мають високу міцність на стискування. Вчені надихають дослідників у галузі біомедицини, матеріалів і фізики застосувати технологію електростатичного флокування для вирішення різноманітних проблем біомедицини та матеріалознавства. У публікації [5] методом електростатичного флокування для зміцнення та покращення адгезії лицьової поверхні і серцевини було додано багатостінні вуглецеві нанотрубки (MWCNT) в сендвіч-композити. Великий науковий та економічний інтерес становить нова галузь біоміметики. Одним із класичних прикладів біоміметичного застосування [6] є використання техніки електростатичного флокування для створення ворсистой поверхні (відібрано віскозні та нейлонові флоки різного розміру), що імітує здатність листя сальвінії утримувати повітря у статичних умовах.

Вітчизняні науковці розглянули особливості технології вибіркового флокування в оздобленні картонних паковань. Для дослідження якості флокування розроблено регламент патентного пошуку, що відображає предмет і зміст пошуку, мету, глибину (країни, класи МПК, роки) огляду, джерела інформації [7, 8]. Однак існує прогалина, що потребує подальших детальних досліджень технології електрофлокування при оздобленні паковань.

Мета статті. Аналізуючи вітчизняну та зарубіжну літературу, наявні технології електрофлокування, виявити особливості та закономірності їх використання, описати технології та способи електростатичного флокування при оздобленні сувенірних паковань у мало-, середньотиражному та масовому виробництві різноманітних форм, що відповідали б вимогам стійкості до стирання та міцності декоративного флокованого покриття.

Виклад основного матеріалу дослідження. Електростатичне флокування — технологія оздоблення, яка використовує іонізуючі фізичні явища для флокування поверхні об'єктів. Ця галузь розвивається завдяки різноманітності продукції, широкому вибору дизайнів і кольорів, низьким інвестиційним вкладенням, високій ефективності виробництва та адаптивності, використанню широкого діапазону використовуваних матеріалів і швидкому її розширенню в останні роки. Технологія флокування як декоративна техніка для подарункових коробок високого класу характеризується тривимірним м'яким відчуттям, яскравими кольорами, високою

стійкістю до стирання. Флоком можна друкувати на бавовні, шовку, шкірі, нейлоні, усіх видах ПВХ, гумі, металі, піні, пластику, тканині тощо. Загальна схема процесу електрофлокування наведена на рис. 1.

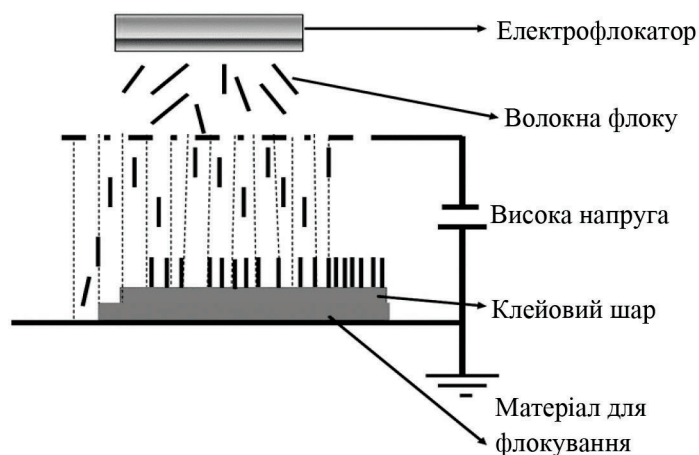


Рис. 1. Загальна схема процесу електрофлокування

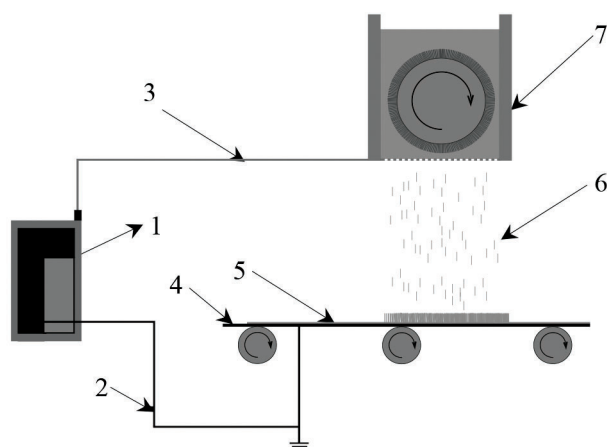


Рис. 2. Флокування плоскої поверхні з дозаторами:

- 1 — високовольтний генератор; 2 — заземлення; 3 — високовольтний кабель;
4 — матеріал для флокування; 5 — адгезійний шар;
6 — волокна флоку в електричному полі; 7 — дозувальна станція

При поверхневому плоскому флокуванні (рис. 2) волокна флоку знаходяться в ізолюваному дозуючому ящику, який має електропровідне плоске сито, що під'єднується до джерела високої напруги і утворює електрод високої напруги. На матеріал для флокування наноситься клейовий шар. Волокна флоку дозуються через плоске сито за допомогою обертової щітки та хаотично переміщуються в електричному полі доти, поки не закріпляться в клеї [9].

При флокуванні тривимірних деталей використовуються електростатично-пневматичні флокатори (рис. 3). Волокна флоку в цій технології обдуваються вентилятором-електродом, що знаходиться під високою напругою, одночасно заряджаючись. Прикладом такого пристрою є AIR Flocker Pro [9].

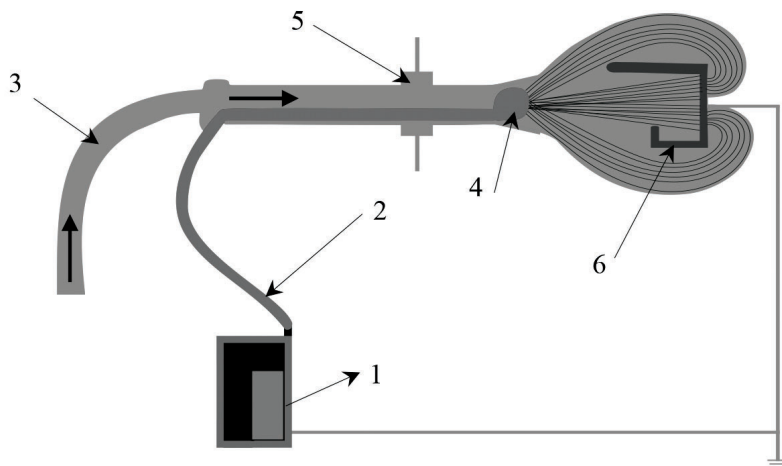


Рис. 3. Електростатично-пневматичне флокування:

- 1 — високовольтний генератор; 2 — високовольтний кабель;
3 — дозування флоку обдуванням повітря; 4 — високовольтний електрод;
5 — система розпилення флоку; 6 — виріб для флокування [9]

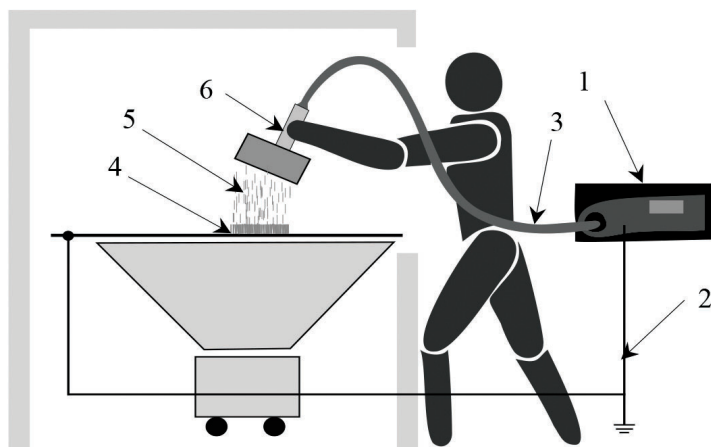


Рис. 4. Електростатичний ручний флокатор:

- 1 — високовольтний генератор; 2 — заземлення; 3 — високовольтний кабель;
4 — матеріал для флокування; 5 — волокна флоку в електричному полі;
6 — ручний аплікатор [9]

Ручні флокатори (рис. 4) використовуються для флокування малих накладів. Всередині пристрою розміщений електрод під високою напругою. Флок знаходиться між пластиковим ситом та електродом і дозується через сито легким струшуванням [9]. Для малотиражного оздоблення методом флокування об'ємних виробів складної форми, таких як пляшки, банки, коробки та ін., використовують камерний флокатор у вигляді настільної камери невеликого обсягу. Процес флокування виконується виключно способом «зверху вниз». Виріб закріплюється на заземленій штанзі з надійним електричним її з'єднанням із заземлюючим контуром. З метою підвищення продуктивності можна оснастити цю установку додатковими електродами, які виконані з урахуванням специфіки конкретних виробів.

При малотиражному виробництві виробів плоскої форми нанесення клею здійснюється пензликом, тампоном, валиком або ракельним способом з використанням ручного трафаретного принтера (наприклад, модель SPR-20). Використовуваний у цьому випадку клей на основі розчинників повинен мати великий відкритий час. Сам процес флокування виконується на мініфлокаторі (MINI Flocker Evo та EASY Flocker). Тривалість сушіння за кімнатної температури становить 24 години.

У середньотиражному і масовому виробництві застосовуються промислові флок-машини, які комплектуються в лінії для флокування поверхонь різних деталей, аркушевих і рулонних матеріалів та ін. Вміст камери становить 6–8 кг флору. Подавання флору плавно регулюється зміною швидкості обертання щітки. Для підвищення продуктивності під машиною може бути встановлений стрічковий конвеєр. При середньотиражному флокуванні об'ємних виробів (пляшок) для нанесення клейового шару, крім пензлика і тампона, використовується метод занурення та воднодисперсійний клей з відкритим часом 3–5 хв.

При масовому виробництві сувенірних і подарункових коробок існують такі особливості процесу флокування:

- нанесення клейового шару в більшості випадків відбувається розпиленням воднодисперсійного клею;
- для флокування використовується стаціонарна флок-машина;
- сушіння здійснюється у прохідній печі.

Оптимальна відстань від об'єкта флокування до бункера знаходиться у діапазоні від 50 до 300 мм.

Виробниче обладнання для флокування може бути дуже різноманітним: від ручних і камерних флокаторів для малого бізнесу до автоматичних ліній для флокування на рулонних матеріалах. Незалежно від масштабів виробництва обладнання для флокування має забезпечувати виконання всіх основних операцій флокування. Залежно від типу основи та використовуваного матеріалу для флокування додатковою операцією може бути нанесення ґрунтувального шару на поверхню виробу. На рис. 5 наведено технологічний цикл флокування [9].



Рис. 5. Технологічний процес флокування за допомогою ручного флокатора:

1 — нанесення клею на поверхню виробу; 2 — надання електричного заряду попередньо підготовленому ворсу і нанесення його на поверхню виробу, покритого клеєм; 3 — сушіння; 4 — відсмоктування залишків флоку і зняття їх щіткою

Можливості застосування флокованих матеріалів з погляду декоративності та функціональності наведені на рис. 6.

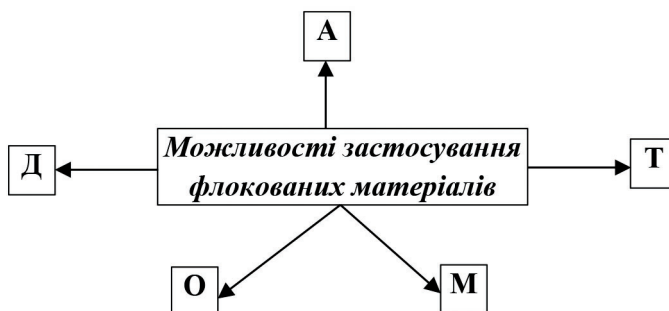


Рис. 6. Можливості застосування флокованих матеріалів з погляду декоративності та функціональності: Д — декоративний ефект; О — оптичний ефект; М — механічний ефект; А — акустичний ефект; Т — термічний ефект

Дизайнери етикеток і пакувань та фахівці з поліграфічної галузі, перед якими з урахуванням функціональних особливостей стоять завдання захистити продукт або його зовнішній вигляд від підробки і копіювання, мають проявити велику кількість

образів, творчості та прийомів у дизайні, щоб передбачити фальсифікатора в його спробах скопіювати елементи безпеки. Для захисту від несанкціонованого копіювання разом з використовуваними спеціальними лакофарбовими матеріалами, мікротисненням, голографією, самоклеючими етикетками та ін. ефективним і оригінальним захистом від підробки слугують флоковані елементи та зображення на тому чи іншому виді пакування. Для такої сфери діяльності флокування надає широкий спектр інструментів.

Висновки. Незвичайне покриття натуральними та синтетичними волокнами різної довжини та утворенням ворсистості структури на поверхні тканин, картону, пластику, плівках та ін. на сьогодні знайшло застосування не тільки в текстильній і автомобільній промисловості, а також у пакувальній під час оздоблення багатьох видів пакувань. Сфери застосування цієї технології не мають меж, оскільки флок безпечний для здоров'я, різноманітний, м'який, довговічний, надає пакувальній продукції привабливого і об'ємного вигляду та слугує одночасно одним із способів захисту продукції від підробки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Influence of flock coating on the thermophysiological comfort properties of woven cotton fabric / Kesimci M. O., Demirel H., Özdemir Ö., Kanık M. *The Journal of The Textile Institute*. 2023. Vol. 114. Issue 3. Pp. 398–411.
2. Understanding and utilizing textile-based electrostatic flocking for biomedical applications / McCarthy A., Shah R., John J. V., Brown D., Xie J. *Applied Physics Reviews*. 2021. Vol. 8. Issue 4. 041326. Doi: <https://doi.org/10.1063/5.0070658>.
3. Novel Textile Scaffolds Generated by Flock Technology for Tissue Engineering of Bone and Cartilage / Walther A., Hoyer B., Springer A., Mrozik B. *Materials*. 2012. 5(3). 540–557. DOI:10.3390/ma5030540.
4. Walther A., Bernhardt A., Pompe W. Development of Novel Scaffolds for Tissue Engineering by Flock Technology. *Textile Research Journal*. 2007. № 77 (11). Pp. 892–899. DOI:10.1177/0040517507081283/.
5. Effect of MWCNTs added by electrostatic flocking method on adhesion of carbon fiber prepreg/ Nomex honeycomb sandwich composites / Chen C., Li Y., Gu Y., Li M., Zhang Z. *Materials & Design*. 2017. Vol. 127. Pp. 15–21. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.matdes.2017.04.025/>.
6. Fabrication of a superhydrophobic surface with underwater air-retaining properties by electrostatic flocking / Zheng Y., Zhou X., Xing Z., Tu T. (*Paper*) *RSC Adv*. 2018. 8. 10719–10726. DOI: 10.1039/C7RA13262J.
7. Храпко А. В. Особливості застосування технологічних процесів флокування. Тези доп. 21-ї міжнар. наук.-техн. конф. студ. і асп. «Друкарство молоде». Київ, 2021. С. 15–16.
8. Палюх О. О., Храпко А. В., Стратійчук І. О. Дослідження вибіркового флокування в оздобленні картонних пакувань. *Технологія і техніка друкарства*. 2021. № 3 (73). С. 42–58. Doi: [https://doi.org/10.20535/2077-7264.3\(73\).2021.251056](https://doi.org/10.20535/2077-7264.3(73).2021.251056).
9. Flocking. URL: <https://schnier.de/en/anwendungen/beflockung>.

REFERENCES

1. Kesimci, M. O., Demirel, H., Özdemir, Ö., & Kanık, M. (2023). Influence of flock coating on the thermophysiological comfort properties of woven cotton fabric: The Journal of The Textile Institute, 114, 3, 398–411 (in English).
2. McCarthy, A., Shah, R., John, J. V., Brown, D., & Xie, J. (2021). Understanding and utilizing textile-based electrostatic flocking for biomedical applications: Applied Physics Reviews, 8, 4. 041326. Doi: <https://doi.org/10.1063/5.0070658> (in English).
3. Walther, A., Hoyer, B., Springer, A., & Mrozik, B. (2012). Novel Textile Scaffolds Generated by Flock Technology for Tissue Engineering of Bone and Cartilage: Materials, 5(3), 540–557. DOI:10.3390/ma5030540 (in English).
4. Walther, A., Bernhardt, A., & Pompe, W. (2007). Development of Novel Scaffolds for Tissue Engineering by Flock Technology: Textile Research Journal, 77 (11), 892–899. DOI:10.1177/0040517507081283/ (in English).
5. Chen, C., Li, Y., Gu, Y., Li, M., & Zhang, Z. (2017). Effect of MWCNTs added by electrostatic flocking method on adhesion of carbon fiber prepreg/Nomex honeycomb sandwich composites: Materials & Design, 127, 15–21. Doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.matdes.2017.04.025/> (in English).
6. Zheng, Y., Zhou, X., Xing, Z., & Tu, T. (2018). Fabrication of a superhydrophobic surface with underwater air-retaining properties by electrostatic flocking: (Paper) RSC Adv., 8, 10719–10726. DOI: 10.1039/C7RA13262J (in English).
7. Khrapko, A. V. (2021). Osoblyvosti zastosuvannya tekhnolohichnykh protsesiv flokuvannya. Tezy dop. 21-i mizhnar. nauk.-tekhn. konf. stud. i asp. «Drukarstvo molode». Kyiv, 15–16 (in Ukrainian).
8. Paliukh, O. O., Khrapko, A. V., & Stratiichuk, I. O. (2021). Doslidzhennia vybirkovoho flokuvannya v ozdoblenni kartonnykh pakovan: Tekhnolohiia i tekhnika drukarstva, 3 (73), 42–58. Doi: [https://doi.org/10.20535/2077-7264.3\(73\).2021.251056](https://doi.org/10.20535/2077-7264.3(73).2021.251056) (in Ukrainian).
9. Flocking. Retrieved from <https://schnier.de/en/anwendungen/beflockung>. (in English).

doi: 10.32403/2411-3611-2023-2-44-108-116

FEATURES OF THE USE OF ELECTRO-FLOCKING TECHNOLOGIES AND METHODS IN THE DECORATION OF PACKAGING PRODUCTS

O. M. Savchenko

*Ukrainian Academy of Printing,
19, Pid Holoskom St., Lviv, 79020, Ukraine
solia0611@gmail.com*

Ukrainian and foreign sources on electro-flocking technology are analyzed. It is found that flocking as an additional alternative method of decoration to achieve an unusual appearance has found wide application in various fields: for the manufacture of clothing and textile products, biomedical applications (tissue engineering), building

construction materials, in the field of biomimetics, as well as for continuous and selective flocking in decoration of cardboard packages. The features and regularities of its use in the manufacture of packaging products are revealed, the technologies and methods of electrostatic flocking in the decoration of souvenir packages, which meet the requirements of abrasion resistance and strength of the decorative flocked coating, are described. The general scheme and technological process of electro-flocking are presented. The possibilities of using flocked materials from the point of view of decorativeness and functionality (decorative, optical, mechanical, acoustic and thermal effects) are indicated. Features and equipment used in surface flat flocking, flocking of three-dimensional parts and products of complex configuration are described in detail. Electrostatic manual and electrostatic-pneumatic flockators are characterized. Depending on the amount and shape of the packaging products, the technologies for applying the adhesive layer are defined, namely: a bone, a tampon, a roller, a squeegee method, a dipping method, and spraying. Recommendations are given for small-run, medium-run and mass decoration of packaging products by electro-flocking and the use of additional equipment in high-run production. It is noted that flocked elements and images on packaging products serve as an effective and original protection against counterfeiting.

Keywords: *electro-flocking, decoration, flock, packaging, special types of printing, packaging protection technology.*

Стаття надійшла до редакції 14.08.2023.

Received 14.08.2023.