

УДК 655.35:655.224.39

DOI: 10.20535/2077-7264.4(74).2021.251127

© **О. П. Сфікова**, магістрантка, **О. І. Хмілярчук**, канд. техн. наук,
доц., КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ, Україна

АНАЛІЗ ФАКТОРІВ ВПЛИВУ НА ЯКІСТЬ ВИГОТОВЛЕННЯ ГНУЧКИХ ПАКОВАНЬ ГЛИБОКИМ СПОСОБОМ ДРУКУ

В статті проаналізовано різновиди фарб та плівок, що використовуються при виготовленні гнучких пакувань. Розроблено класифікацію друкарських фарб та плівок, що враховує їх взаємозв'язок. На основі створених класифікацій визначено характеристики матеріалів, що є взаємопов'язаними та можуть впливати як на властивості одне одного, так і на якість виготовлення гнучкого пакування в цілому.

**Ключові слова: оцінка якості; гнучке пакування;
глибокий спосіб друку; друкарська фарба; плівка;
витратні матеріали для глибокого друку.**

Постановка проблеми

На даний час великий попит, який постійно зростає та полегшує деякі сфери життя, має гнучке пакування. Воно вирішує та спрощує багато завдань: збереження продукту від впливу зовнішніх факторів, збільшує термін придатності продукту до вживання, виступає як реклама продукту (привернення уваги), виконує пакувальні функції (зручність транспортування) тощо [1–3].

Оскільки гнучкі пакування виступають як реклама (яскраві етикетки повинні спонукати до купівлі товару), то велика увага приділяється якості виготовлення цих пакувань.

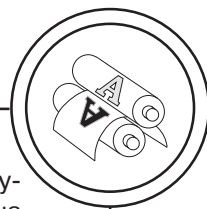
Аналіз попередніх досліджень

Гнучке пакування може виготовлятися декількома способами

друку, а саме: офсетним, цифровим, флексографічним, глибоким. Застосування перших двох способів є досить рідкісним явищем на сучасному ринку поліграфічних послуг, проте все ж інколи зустрічається [4].

Офсетний друк для гнучкого пакування є рідкісним, оскільки може відтворювати зображення лише на дуже обмеженому виді матеріалів, а саме на щільному поліпропілені, який найчастіше використовується для етикеток на пляшки для пива та води. Це зумовлено тим, що даний спосіб друку вимагає високого тиску в місцях контакту друкарської форми та задрукованого матеріалу, тим самим утворюючи деформацію (розтягнення, провисання, перекося, обрив тощо) на легкорозтяжних матеріалах.

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



Цифровий метод друку використовується переважно в сукупності з іншими методами та для нанесення персоналізованих даних [5, 6]. За допомогою нього, на етикетках чи гнучкому пакуванні можна відтворювати різні додаткові елементи, що мають велику кількість варіацій та наносяться невелику кількість разів (різні написи, промокоди тощо). Недоліком цього способу друку є висока вартість виготовленого пакування, незалежно від накладу [7, 8].

Перевагами флексографічного способу друку для виготовлення гнучких пакувань є:

- можливість друкування на легкорозтяжних матеріалах, наприклад, поліетилені;

- більш проста технологія виготовлення друкарських форм (менше технологічних операцій порівняно з глибоким способом друку);

- можливість внесення правок та незначне коригування перед самим друком;

- найбільше можливостей з коригування якості відбитків та кольорів (використання різних за жорсткістю липких стрічок для кріплення форм, рознесення форм на різні секції тощо).

Недоліками флексографічного способу друку для виготовлення гнучких пакувань є:

- невисока тиражостійкість друкарських форм (порівняно з глибоким способом друку);

- «зернистість» зображення (зображення створюються за допомогою накладання точок, що в сукупності утворюють розетки, які досить часто видні неозброєним оком);

- часте розтискування зображення.

Флексографічний спосіб друку може використовуватися на великому спектрі матеріалів, починаючи з поліетилену середньої товщини (30 мкм) та закінчуючи не щільними ламінатами (60–70 мкм).

Глибокий спосіб застосовується для друку на поліпропіленах та поліетилентеравтоволатах. Проте, за рахунок конструкції машини (відстані між секціями 5–7 м, з урахуванням проходження безлічі провідних циліндрів) не може використовуватися для друку на поліетиленах, через легке розтягнення та деформацію такого матеріалу при натягненні полотна на провідних циліндрах.

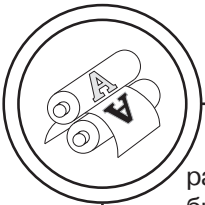
Перевагами глибокого способу друку для виготовлення гнучких пакувань є:

- тиражостійкість форм (оброблена флексографічна форма не може забезпечити такої тиражостійкості як форма глибокого способу друку. Тиражостійкість форми глибокого способу друку для пантонів та триадних фарб становить 700000 відбитків, а для білої фарби, срібла та золота 500000 відбитків);

- якість зображення (в глибокому друці немає сильного розтискування, оскільки форма — це металевий циліндр, а також не відбувається такого явища як деформація).

- можливість повторних накладів (за рахунок довговічності форм на одному комплекті циліндрів можна виготовити декілька накладів при відповідному зберіганні та якісному очищенні);

- стабільність кольоровідтворення (при певному обраному розмірі комірок, на інтенсивність кольору впливатимуть лише ха-



рактеристики та параметри фарби, такі як в'язкість, кількість в'язучого та розчинників (прискорювача та сповільнювача).

Недоліками глибокого способу друку для виготовлення гнучких паковань є:

— трудомісткість виготовлення форм (має велику кількість технологічних операцій, що займають порівняно багато часу);

— вартість (порівняно з флексографічним способом, вища ціна на виготовлення друкарських форм);

— більший час на приладку заомовлення (встановлення громіздких та важких форм);

— немає можливості швидкого внесення правок (для внесення коригувань слід переробляти друкарські форми);

— можливість друку не на всіх матеріалах (за рахунок конструкції машини).

Мета роботи

Встановлення факторів впливу на виготовлення гнучких паковань глибоким способом друку, їх подальша систематизація та аналіз взаємного впливу.

Результати проведених досліджень

Якість гнучких паковань є загальним поняттям, що складається з двох видів сукупних елементів. Перший вид — це те, що оцінюється візуально, а другий — те, що стосується фізико-хімічних властивостей матеріалу.

До першого виду відносяться такі параметри як: якісне відтворення елементів (без спотворень та сторонніх елементів), відповідність оригінал-макету (розташування фотоміток та інших

елементів дизайну в потрібному місці, відповідність геометричних розмірів, читабельність, зчитуваність штрих-кодів та QR-кодів, відповідність кольорів).

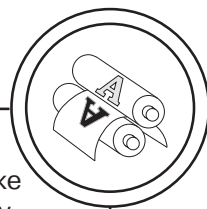
До другого виду відносяться такі параметри: міцність до стирання, скручування та розшарування (адгезійна стійкість фарби до плівки, клею до ламінату), бар'єрні властивості (в тих структурах, де вони необхідні), відсутність залишкових розчинників в шарах пакування (неприємних запахів), відповідність пакування вимогам клієнта та технологічним вимогам їх устаткування (коефіцієнт ковзання, рівнотовщинність матеріалів), відповідність системам якості (ISO 9001).

Якісне відтворення елементів.

На цей параметр впливають якість форм та витратних матеріалів (плівок, фарб та ракелів). Відсутність дефектів матеріалів (складок, непролавів, рівномірність наплення, утворення згустків, осідання пігменту). Також на якість відтворення впливає розмір та форма комірок, шорсткість та якість хромового покриття на формному циліндрі (кліше).

Відповідність оригінал-макету.

На цей параметр впливатиме гравіювання комплекту формних циліндрів — точне повторення всіх елементів дизайну з рознесенням їх по необхідним кольорам чи сукупності кольорів (при накладанні), а також фарби та їх характеристики (для ідентичності відтворення кольорів). Точність розміру також залежить від формного циліндру (діаметр циліндру повинен відповідати кроку друку). Фотомітки та коди повинні бути контрастними та добре зчитуватися (не піддаватися розтяг-



ненню та деформації), а також бути чіткими. Це забезпечується за рахунок розмірів комірок на друкарських валах, тиску в друкарській машині (зокрема і ракелів), товщиною та кутом нахилу ракелів, а також в'язкості фарби (за низької в'язкості фарба буде розтікатися та заливати пробільні елементи, за високої — фарба підсихатиме в друкарських комірках валу, тим самим повністю не виходячи з них та утворюючи непродруковані місця та рвані краї. Читабельність забезпечується аналогічно як і зчитування фотоміток та штрих-кодів.

Міцність до стирання фарби та розшарування ламінатів забезпечується технологічними режимами при друці та ламінації. Так, міцність до стирання забезпечується використанням необхідних для даного виду матеріалів (фарб, плівок). Для поверхневого друку повинні використовуватися фарби для прямого друку, а під ламінацію — фарби для зворотного друку. Плівки повинні мати певний рівень активації для закріплення фарби, так наприклад, для OPP, PE та CPP це значення становить не менше 38 дуп, а для PET-плівок не менше 42 дуп [9]. Також на закріплення впливатиме кількість розчинників у фарбі, температура сушок та швидкість друкування. За великої кількості розчинників у фарбі, високої швидкості та недостатньої температури сушок вони можуть не встигати випаровуватися, тим самим викликаючи відсутність або часткове закріплення фарби. Таке саме явище може зустріти і за занадто високих швидкості та відсотку накладання фарб. За високої швидкості та малої

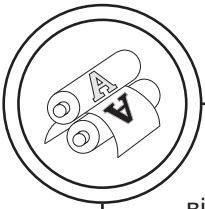
температури сушок також може не відбуватися повне просушування задрукованого матеріалу, тим самим викликаючи стирання та відлущування фарб.

Скручування ламінатів може бути викликано великою кількістю нанесення клею, перетягнення матеріалу, більшим за необхідний тиском, великою різницею щільностей та товщин матеріалів, що ламінуються.

На параметр розшарування ламінатів можуть впливати: залишкові розчинники у фарбовому шарі; види матеріалів, що ламінуються; відсоток нанесення фарби; натяг матеріалів на ламінаторі (при ламінації); активація матеріалу; рівномірність нанесення клею на матеріал; диспропорція змішування компонентів клею між собою (при використанні двокомпонентної системи) [10].

На якість виготовлення гнучкого пакування глибоким способом друку впливають:

- параметри та характеристики фарб і розчинників, а саме їх в'язкість;
- кількість розчинників, запах, кількість та розмір пігментів, розмір сухого залишку;
- параметри обладнання (тиск, швидкість, натяг);
- технологічні режими, відстань ракелів до форми, температура сушарок;
- додаткові заходи (додаткове просушення, увімкнення коронатора);
- характеристика плівки (відсоток ковзання, рівень активації плівки, вид активації);
- плівки (OPP, PET, CPP, PE тощо) та її застосування (для друку, для ламінації) тощо;



— якість матеріалів (відповідність заявленим характеристикам постачальника: для плівки — однорідність, якість металізації, для фарби — насиченість пігменту, стійкість;

— характеристика матеріалів: для плівки — товщина, щільність, температура плавлення тощо, для фарби — взаємодія з різними розчинниками, сфера застосування;

— кваліфікація персоналу: проведення навчання, обговорення з впровадження нових технологічних режимів;

— стан обладнання: проведення технологічних оглядів, планових ремонтів, заміна зношених деталей та вузлів, правильність налаштування;

— мікроклімат: дотримання необхідних температурних режимів та підтримання певного відсотку вологості;

— дотримання технологічних етапів.

Перераховані фактори, що впливають на якість друку гнучких паковань, можна поділити на три групи: технологічні, сир-

винні, виробничі. Структура та підпорядкованість факторів та їх підвидів представлена на рис. 1.

Одним з важливих факторів впливу на якість виготовлення гнучкого пакування є правильність підбору друкарської фарби до задрукованого матеріалу — плівки.

Всі різновиди друкарських фарб, що можуть використовуватися при виготовленні гнучкого пакування детально проаналізовано, і на основі проведеного аналізу розроблено класифікацію друкарських фарб, що враховує їх взаємозв'язок із задруковуваним матеріалом (рис. 2). У класифікації розглядалися органолептичні, внутрішньоструктурні та інші особливості друкарських фарб. Виділено наступні класифікаційні ознаки: призначення, спосіб застосування, спосіб закріплення, властивості фарб, вид основи, вид фарб, вид розчинників, вміст та наявність пігменту, вид добавок, кількість компонентів, колірна серія.

Так само, як і для фарб було розроблено класифікацію мате-

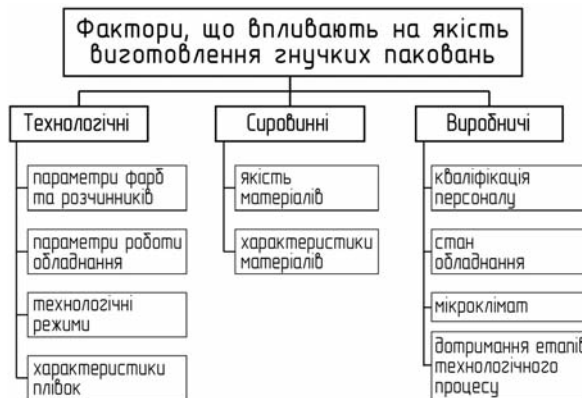


Рис. 1. Фактори, що впливають на якість виготовлення гнучкого пакування

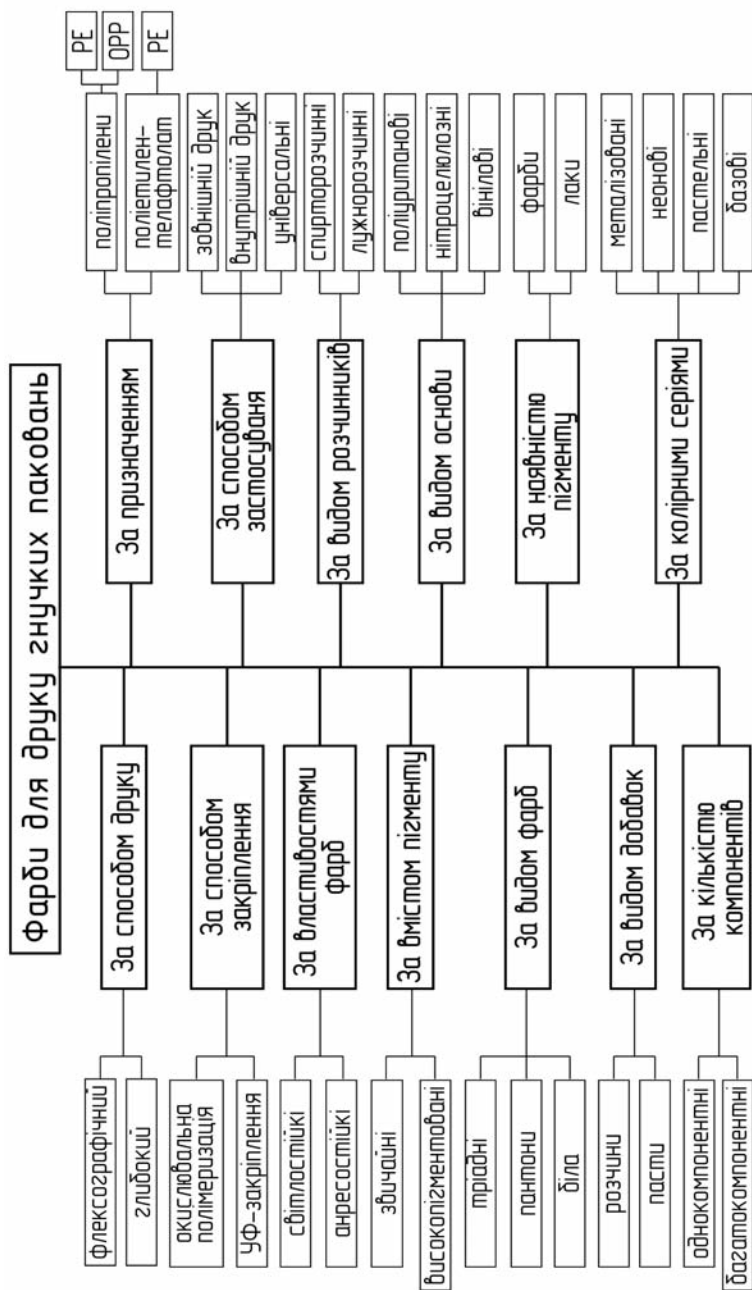
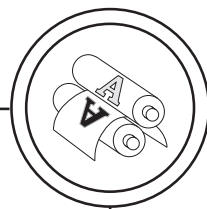


Рис. 2. Класифікація друкарських фарб для виготовлення гнучкого пакування

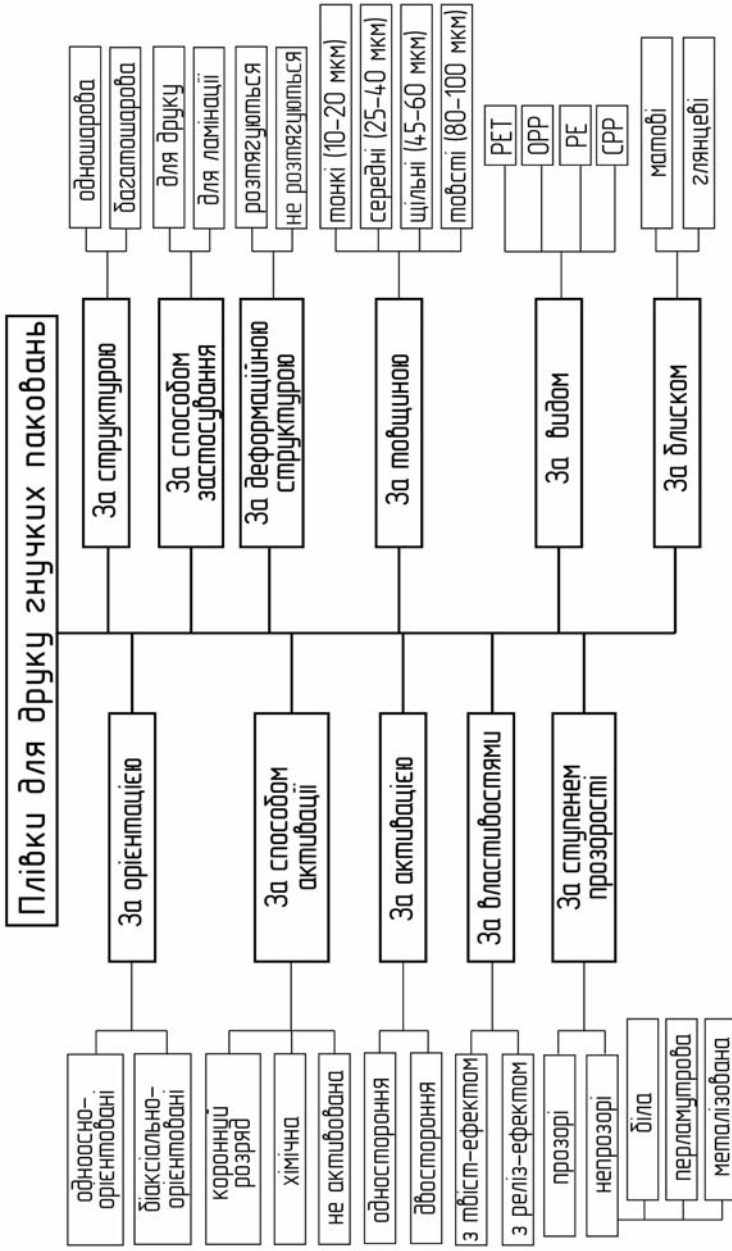
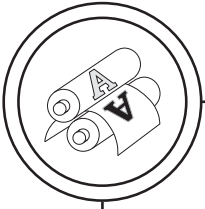
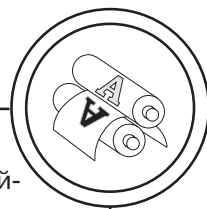


Рис. 3. Класифікація плівок для виготовлення гнучкого пакування



ріалів (плівок), на яких здійснюється друк. У класифікації відображаються як структурні показники плівок, так і можливі друкарські властивості. Класифікація друкарських плівок наведена на рис. 3. Виділено наступні класифікаційні ознаки: вид, структура, орієнтація, вид активації, спосіб активації, властивості, ступінь прозорості,

спосіб застосування, деформаційна структура, товщина, блиск.

На основі створених класифікацій визначено характеристики матеріалів, що є взаємопов'язаними та можуть впливати як на властивості одне одного, так і на якість виготовлення гнучкого пакування в цілому. Такі характеристики зібрано в табл.

Взаємопов'язані характеристики матеріалів

Характеристика матеріалу	Вплив на властивості плівки	Вплив на властивості фарби
Спосіб закріплення фарб	Впливає на деформацію плівки (за високих температур плівка піддаватиметься деформації (розтягненню))	При розтягненні плівки фарба буде нерівномірно перенестися на полотно (на локальних місцях з меншим тиском)
Вміст пігменту	Впливає на реологічну структуру (зменшує шорсткість поверхні плівки, робить її більш гладкою)	Збільшення криючої здатності фарби, підвищення щільності кольору
Вид матеріалу, на якому друкується	Зміна внутрішніх та зовнішніх характеристик плівки	Впливає на закріплення фарб, збереження їх властивостей
Спосіб застосування	Впливає на сприйняття фарб та розчинників, їх кількості та зміну поверхневої структури	Впливає на поверхневий натяг фарб та на її закріплення
Вид розчинників	Вплив на ступінь активації та її властивості (стосується активації хімічним розчином)	Вплив на ступінь закріплення та опору до адгезійних сил
Вид основи	Може змінювати поверхневий рельєф плівки (згладжувати нерівність структури), а також збільшувати або зменшувати коефіцієнт ковзання	Різна щільність накладання фарби на задрукований матеріал, забезпечення різних коефіцієнтів ковзання полімеризованої поверхні та стійкості до стирання. Забезпечення різного відсотку адгезійної стійкості
Колірна серія	Зміна поверхневої структури плівки за рахунок фарби, зміна товщини плівки та її деформаційних характеристик (можливе часткове скручування)	Накладання фарб, їх об'єм, кількість перенесення з друкарської комірки на задрукований матеріал, кількість закріплення, щільність кольору
Наявність в структурі пігменту	Зміна зорового сприйняття плівки, вплив навколишніх факторів на структуру та поверхню плівки, її рельєфність	Залежатиме від витрати фарби, на її закріплення та величину розтінання по поверхні плівки



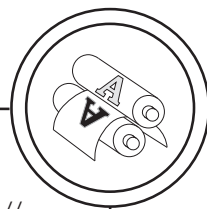
Закінчення табл.

Характеристика матеріалу	Вплив на властивості плівки	Вплив на властивості фарби
Кількість компонентів	Підвищення деформаційних властивостей плівки, надання додаткових властивостей плівці (жиростійкості, світлостійкості)	Залежатиме час та інтенсивність закріплення фарби
Вид активації	Придатність для друку (утворювати взаємозв'язок між поверхнею плівки та фарбою)	Впливає на поверхневий натяг, на закріплення фарби в цілому, на протікання процесу окислювальної полімеризації
Вид плівки	Впливатиме різниця в структурних властивостях, сприйнятті фарби	На адгезивні властивості, час та спосіб закріплення на плівці
Властивості плівки	Залежатиме ступінь сприйняття фарби, величина активації	Надання фарбам певних властивостей (міцність до стирання, зішкрябування, відмарювання)
Блиск плівки	Збереження або подавлення структурних та органолептичних властивостей плівки	Зміна властивостей колірною сприйняття, збільшення діапазону колірною охоплення
Структура плівки	Ступінь взаємодії фарби з шарами плівки, забезпечення їх властивостей	Визначає насиченість фарби (кольору) та його однорідність
Спосіб активації	Зміна властивостей сприйняття фарби, коефіцієнту розтікання та її однорідності	Однорідність накладання фарби (розтікання) на всю поверхню плівки, ступінь закріплення
Деформаційна структура	Збільшення щільності та товщини фарби	Кількість нанесення фарби та інтенсивність кольоропередачі
Товщина плівки	Вплив на кількісні характеристики сприйняття плівкою фарби, збільшує можливість деформації	Впливає на щільність кольору та кількість перенесення фарби (менший відсоток витрат фарби)

Висновки

Розглянуто фактори впливу на якість виготовлення гнучких паковань глибоким способом друку, що були систематизовані та розділені на три групи: технологічні, сировинні, виробничі. За результатами їх подальшої систематизації розроблено кла-

сифікації друкарських фарб та плівок. На основі створених класифікацій визначено характеристики матеріалів, що є взаємопов'язаними та можуть впливати, як на властивості одне одного, так і на якість виготовлення гнучкого пакування в цілому.

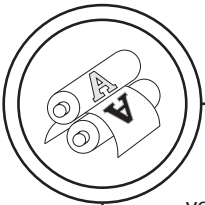


Список використаної літератури

1. Дубина Н. Главные тренды в упаковке: факты и прогнозы / Н. Дубина // КомпьюАрт. 2019. No 2. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://compuart.ru/article/25411>.
2. Атрошкина Е. Проверить гибкость на прочность: что нужно от гибкой упаковки сегодня? [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://article.unipack.ru/40601/>.
3. Ralf Schlozer. Inkjet Gets Flexible in Packaging — Part 1 // Knowledge Base. Published: June 23, 2021 [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://inkjetinsight.com/knowledge-base/inkjet-gets-flexible-in-packaging-part-1/>.
4. Стефанишена О. Б. Сучасні тенденції розвитку глибокого друку / О. Б. Стефанишена, О. В. Зоренко // Технологія і техніка друкарства. 2020. No 3(69). С. 34–42. [http://doi.org/10.20535/2077-7264.3\(69\).2020.224199](http://doi.org/10.20535/2077-7264.3(69).2020.224199).
5. Толстолужський Д. Б. Перспективи цифрового друку для упаковки (реалії та можливості) / Д. Б. Толстолужський // Упаковка. 2021. No 1(140). С. 51–57.
6. Інновації в упаковці. MacHouse. 25.04.18. Режим доступу: <http://machouse.ua/shopblog/article-114/>.
7. Кулик Н. В. Упаковка з гнучких полімерних матеріалів (стан та тенденції розвитку) / Н. В. Кулик // Упаковка. 2021. No 1(140). С. 18–24.
8. Гнучка і популярна. MacHouse. 18.04.18. Режим доступу: <http://machouse.ua/shopblog/article-474/>.
9. Фарби для ротогравюри [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://machouse.ua/dlya-druku-upakovky/vytratni-materialy-dlya-flekso-i-roto-druku/farby-dlya-rotogravyury/>.
10. Види плівок та їх властивості [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://www.euroflex.lviv.ua/Chrakterystyky_plivok.html.

References

1. Dubina, N. (2019). *Glavnye trendy v upakovke: farty i prognozy. Komp'yuArt*, 2. Retrieved from <https://compuart.ru/article/25411>.
2. Atroshkina, E. *Proverit' gibkost' na prochnost': chto nuzhno ot gibkoi upakovki segodnia?* Retrieved from <https://article.unipack.ru/40601/>.
3. Schlozer, R. (2021). *Inkjet Gets Flexible in Packaging — Part 1. Knowledge Base*, June 23. Retrieved from <https://inkjetinsight.com/knowledge-base/inkjet-gets-flexible-in-packaging-part-1/> [in English].
4. Stefanyshena, O. B., & Zorenko, O. V. (2020). *Suchasni tendentsii rozvytku hlybokoho druku [Current Trends in the Development of Intaglio Printing]. Technolohiia i technika drukarstva*, 3(69), 34–42. DOI: [http://doi.org/10.20535/2077-7264.3\(69\).2020.224199](http://doi.org/10.20535/2077-7264.3(69).2020.224199) [in Ukrainian].
5. Tolstoluzhskyi, D. B. (2021). *Perspektyvy tsyfrovoho druku dlia upakovky (realii ta mozhlyvosti) [Prospects of digital printing for packages (realities and possibilities)]. Upakovka*, 1(140), 51–57 [in Ukrainian].
6. (2018). *Innovatsii v upakovtsi [Innovations in package]. MacHouse*. Retrieved from <http://machouse.ua/shopblog/article-114/> [in Ukrainian].
7. Kulyk, N. V. (2021). *Upakovka z hnuchkykh polimernykh materialov (stan ta tendentsii rozvytku) [Package with flexible polymeric materials (status and development trends)]. Upakovka*, 1(140), 18–24 [in Ukrainian].



8. (2018). Hnuchka i populiarna [Flexible and popular]. *MacHouse*. Retrieved from <http://machouse.ua/shopblog/article-474/> [in Ukrainian].

9. *Farby dlia rotohraviury [Inks for rotogravure]*. Retrieved from <https://machouse.ua/dlya-druku-upakovky/vytratni-materialy-dlya-flekso-i-rotodruku/farby-dlya-rotogravyury/> [in Ukrainian].

10. *Vydy plivok ta iykh vlastyvoli [Types of films and their properties]*. Retrieved from https://www.euroflex.lviv.ua/Chrakterystyky_plivok.html [in Ukrainian].

The article presents the results of the analysis of types of inks and films that used in the manufacture of flexible packaging.

Based on the analysis, a classification of printing inks and films has been developed, which takes into account their relationship. Based on the created classifications, the characteristics of materials that are interrelated and can affect each other's properties and the quality of flexible packaging in general are determined.

Keywords: gravure printing; flexible packaging; quality assessment; printing ink; printing films; consumables for gravure printing.

Надійшла до редакції 25.11.21