



**СУЧАСНИЙ СТАН РОЗВИТКУ ФЛЕКСОГРАФІЧНИХ ФАРБ
ДЛЯ ПАКОВАНЬ**

© Р. А. Хохлова, к.т.н., доцент НТУУ «КПІ», Київ, Україна

Проанализировано современное состояние флексографских печатных красок для нанесения изображения на упаковку. Предложена классификация флексокрасок, рассмотрены их перспективы развития.

The current state of flexographic printing inks for the decoration of the packaging. The classification flexographic inks developed, considered their prospects.

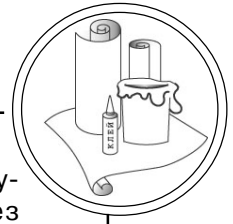
Постановка проблеми

Розширення асортименту товарів будь-якого призначення призводить до збільшення назв та об'ємів пакувань, для виготовлення яких можуть використовуватися одношарові і багатошарові полімерні плівки, папір, картон, гофрокартон та інші матеріали. Якісний друк на такій кількості різноманітних матеріалів сьогодні здійснюється на машинах флексографічного друку. При цьому одним з найбільш важливим матеріалом в технологічному процесі флексографічного друку пакувань є друкарські фарби. Саме завдяки друкарсько-технічним властивостям і технологічним характеристикам флексографічних фарб досягаються необхідні для багатьох пакувань візуальні показники яскравості, насиченості кольору, глянцею; забезпечується стійкість до дії світла, хімічних речовин, фізико-механічних впливів заморожування, термозварювання; є можливість формувати електроізолюючі, струмопровідні, адгезійні властивості фарбових шарів тощо.

Проте, однією із актуальних проблем пакувальної індустрії є екологічність та безпечність друкарських фарб по відношенню до запакованих продуктів, зокрема, харчових. Знання головних властивостей, складників та технологічних умов друкування дозволяє коректно обрати оптимальні друкарські фарби для отримання упаковки найвищої якості, саме тому вивчення асортименту та тенденцій у розвитку флексографічних друкарських фарб для задрукування пакувань є актуальним.

Аналіз попередніх досліджень

Проаналізовано типи флексографічних друкарських фарб, що використовуються сучасними фаховими поліграфічними підприємствами, які спеціалізуються на виготовленні пакувань. Так, при виготовленні дешевої гнучкої полімерної упаковки широко використовуються фарби на основі летких органічних розчинників. Плівкотвірними компонентами найчастіше слугу-



ють: похідні целюлози; поліамідні смоли; продукти полімеризації вінілу, інші в'язучі, такі, як поліефір, поліуретан, кетонів та акрилові смоли тощо. Такого роду фарби вимагають потужних відсмоктувальних та фільтрувальних систем на ділянці друкування, є екологічно менш чистими, проте дешевші водорозчинних.

Водорозчинні фарби, головним розчинником яких є вода або ж суміш води і спирту, вважаються більш екологічно чистими і призначені переважно для друкування паперової і картонної упаковки. Однак ці фарби мають такі недоліки: під час нанесення на різні синтетичні пакувальні плівки не завжди забезпечують достатню адгезію; енерговитрати на їх сушіння через низьку леткість води вищі, ніж у спирторозчинних або УФ-фарб. Та й утилізація відходів від змивання фарбових та друкарських апаратів є більш складнішою, аніж утилізація інших флексографічних фарб, бо передбачає попереднє розчинення залишків фарби шляхом уведення солей металів, для утворення осаду при певному значенні рН, фільтрацію та утилізацію як спеціальні відходи, а фільтрат — відповідним чином перевірена вода — відводиться в каналізацію [1].

Сучасні флексографічні УФ-фарби здатні забезпечити на усіх видах упаковки високу якість растрового зображення, точність передачі кольору та дрібних елементів зображення, стабільність колірного балансу при друкуванні, миттєве закріплення, високу адгезію до основ-

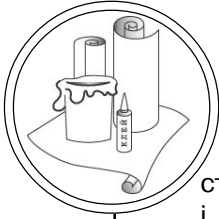
них полімерних плівкових пакувальних матеріалів. Через відсутність розчинників ці фарби мають постійну в'язкість, що й забезпечує незмінність колірних характеристик на відбитку. Реактивну здатність фарб формує фотополімеризаційноздатна композиція, що включає мономер, олігомер, фотоініціатор. Відповідно до типу фотоініціатора існує два види УФ-фарб — радикальні та катіонні. Радикальні УФ-фарби виготовляються на основі акрилатів, що мають характерний запах після закріплення, що триває менше секунди. Часткове або повне припинення фотополімеризації можливе за впливу кисню повітря. Відбитки відзначаються високою стійкістю до хімічних, механічних і термічних впливів. До складу катіонних УФ-фарб входять епоксидні смоли. В цих фарбах відсутній залишковий запах, вони мають високу механічну і хімічну стійкість, однак є непридатними для друку картонної упаковки із лужним крейдованим шаром або із високою залишковою вологістю, що призводять до припинення фотополімеризації [2].

Мета роботи

Аналіз сучасного стану та тенденцій розвитку флексографічних фарб для задруковування пакувань.

Результати дослідження

На основі аналізу фахової науково-технічної літератури, наукового та виробничого досвіду, розроблено класифікацію сучасних флексографічних друкарських фарб (рис. 1), яка си-



ПОЛІГРАФІЧНІ МАТЕРІАЛИ

стематизує сучасний асортимент і дозволяє вибирати найбільш екологічно безпечні за типом розчинників, плівкоутворювачів, домішок, за природою та призначенням пігментів і барвників; системою подачі фарби; ступенем прозорості та в'язкості; стійкістю до дії режимів експлуатації та хімічних речовин; призначенням пакувальних матеріалів та здатністю їх до вбирання; способом закріплення. Для пакувань харчових продуктів, фармацевтичних і парфумерно-косметичних препаратів, іграшок, варто особливо виконувати рекомендації виробників друкарських фарб щодо безпечності їх використання, особливо, коли мова йде про первинне пакування, де фарби перебувають в контакті із упакованими товарами або навіть переходять на них.

Останніми роками особливо загострилася проблема використання при виготовленні пакування матеріалів і друкарських фарб, здатних зберігати притаманні їм властивості впродовж значно тривалішого часу, що загрожуватиме в недалекому майбутньому екології навколишнього середовища, бо сприятиме накопиченню пакувального сміття, що може призвести до порушення екологічної рівноваги у будь-якому регіоні, який не справиться з переробкою по-лімерних відходів, нездатних до розкладання на більш прості сполуки.

Проблема утилізації та переробки пакувальних полімерів, інертних до навколишнього середовища, актуальна і на часі. Альтернативою шкідливим ком-

понентам може бути використання спеціальних технологій і матеріалів, які б прискорювали розклад інертних пакувальних полімерів під дією природних умов: вологи, сонячних променів, кислотності ґрунту, кисню повітря, мікроорганізмів тощо. Розробка фарб для друкування на пакувальних матеріалах, здатних до біорозкладання в природних умовах, є актуальною науково-прикладною проблемою, вирішення якої сприятиме удосконаленню виробничо-технологічних процесів виготовлення і оформлення пакувань та їх екологічної утилізації.

На основі проведеного патентного пошуку за класами C09D, C09D011 здійснено аналіз стану і світових тенденцій розробки лакофарбових матеріалів, що біорозкладаються. Так, двадцяте століття практично повністю ознаменовано дослідженнями і розробкою таких матеріалів, але саме на останні тридцять років припадає інтенсифікація патентування, що підтверджує зацікавленість людства у збереженні Землі для наступних поколінь. За останні двадцять років США є ініціатором і, практично, провідним розробником таких матеріалів (рис. 2).

Також слід відмітити, що саме для флексографічного друку притаманне збільшення розробок, адже цей спосіб застосовується для нанесення інформації на ковбасні й сирні оболонки, соки у разових пакетиках тощо (рис. 3). Цікавим є зосередження уваги на жирних кислотах як компонентах для біорозкладання у ґрунтах (рис. 4).

ПОЛІГРАФІЧНІ МАТЕРІАЛИ

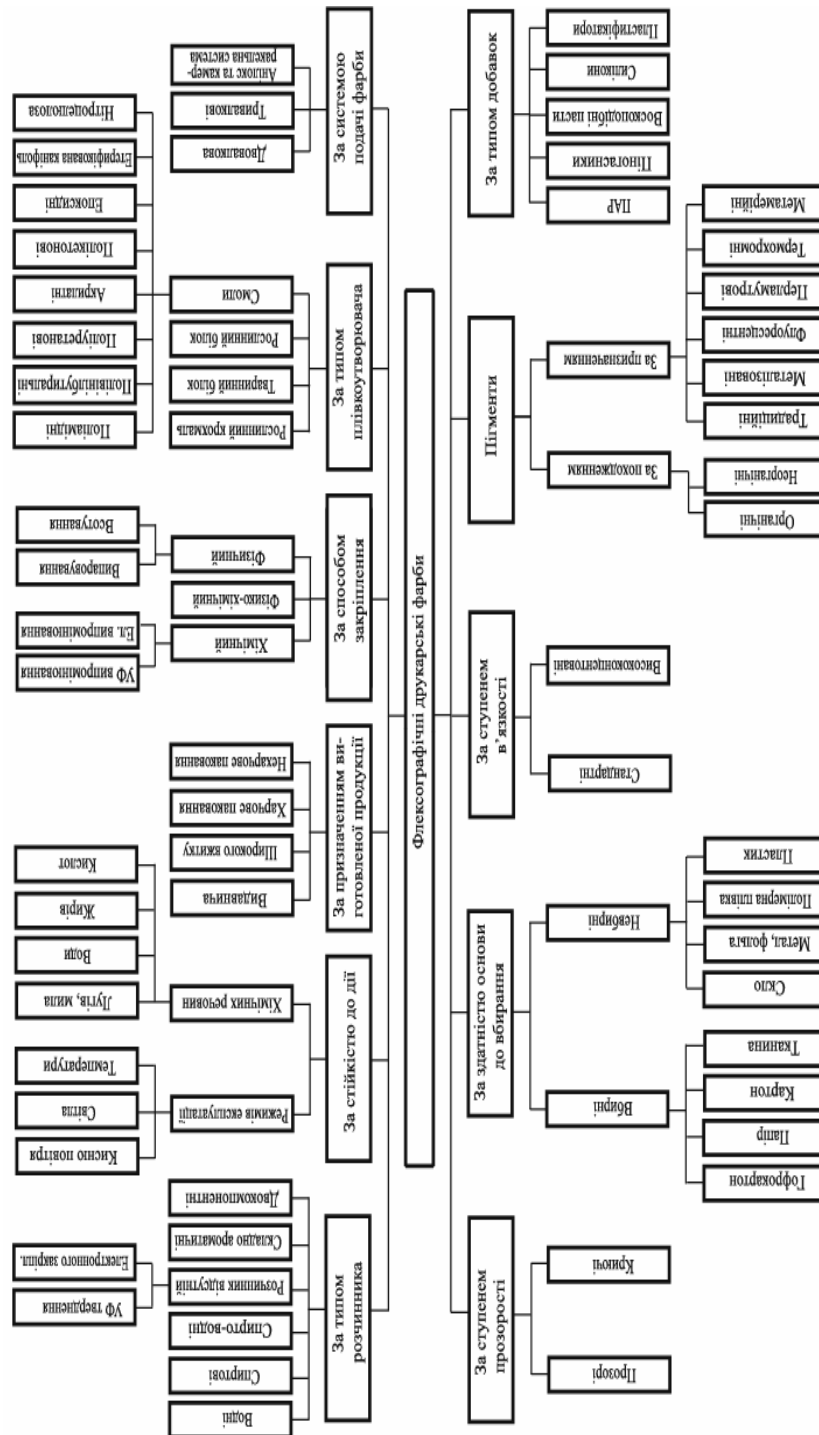
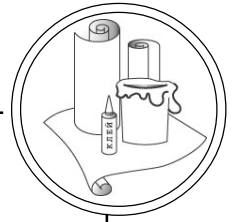


Рис. 1. Класифікація сучасних флексографічних друкарських фарб



ПОЛІГРАФІЧНІ МАТЕРІАЛИ

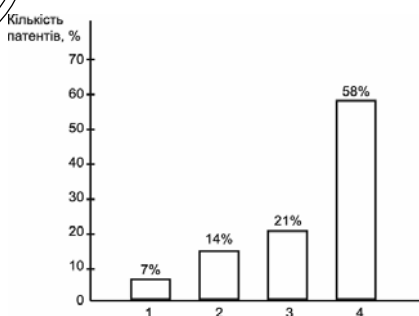


Рис. 2. Співвідношення кількості розробок лакофарбових матеріалів, що біорозкладаються, за регіонами: 1 — Канада; 2 — Японія; 3 — країни Європи; 4 — США

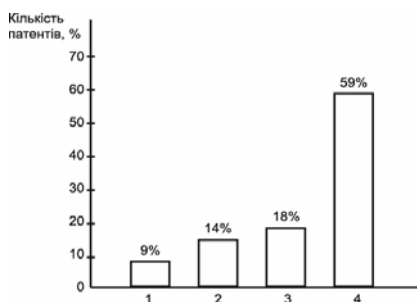


Рис. 3. Співвідношення кількості патентних розробок лакофарбових матеріалів, що біорозкладаються, для способів друку: 1 — струминний; 2 — офсетний; 3 — трафаретний; 4 — флексографічний

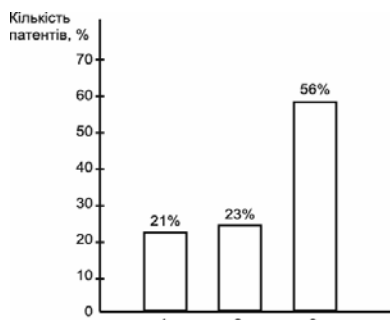


Рис. 4. Кількість патентних розробок, в яких пропонуються склад плівкотвірних компонентів для забезпечення інертного по відношенню до середовища біорозкладання лакофарбових матеріалів, де: 1 — білки; 2 — вуглеводи; 3 — жирні масла

Отримані результати свідчать про збільшення останніми роками винаходів у сфері безпечних і екологічно чистих лакофарбових матеріалів та зацікавленості у їх використанні, зокрема при виготовленні паковань.

Розроблена класифікація друкарських фарб, здатних до біорозкладання, (рис. 5) дає можливість узагальнити та систематизувати відомості про ці фарби; дозволяє розширити напрями при розробці таких фарб.

Одним із найважливіших компонентів, що впливає на властивості флексографічних фарб, що біорозкладаються, — біополімер, що здатний деградувати під дією умов навколишнього середовища, може бути виготовлений із відновлювальної (в основному рослинної) сировини або ж з нафтохімічної за допомогою трьох основних способів [3]: частковою модифікацією природних полімерів (наприклад, крохмалю); отримання мономерів на біоснові хімічним шляхом або ферментацією з остаточною полімеризацією (наприклад, полілактонова кислота — PLA); пряме виробництво полімерів в мікроорганізмах або генетичномодифікованих рослинних культурах (наприклад, полігидроксиалкоаноати — PHA).

Через необхідність доступності сировини із одночасним її здешевленням є проблеми виробництва флексографічних друкарських фарб, що біорозкладаються, зокрема вітчизняних, на природній основі. В якості основи для таких фарб можуть використовуватися різного роду

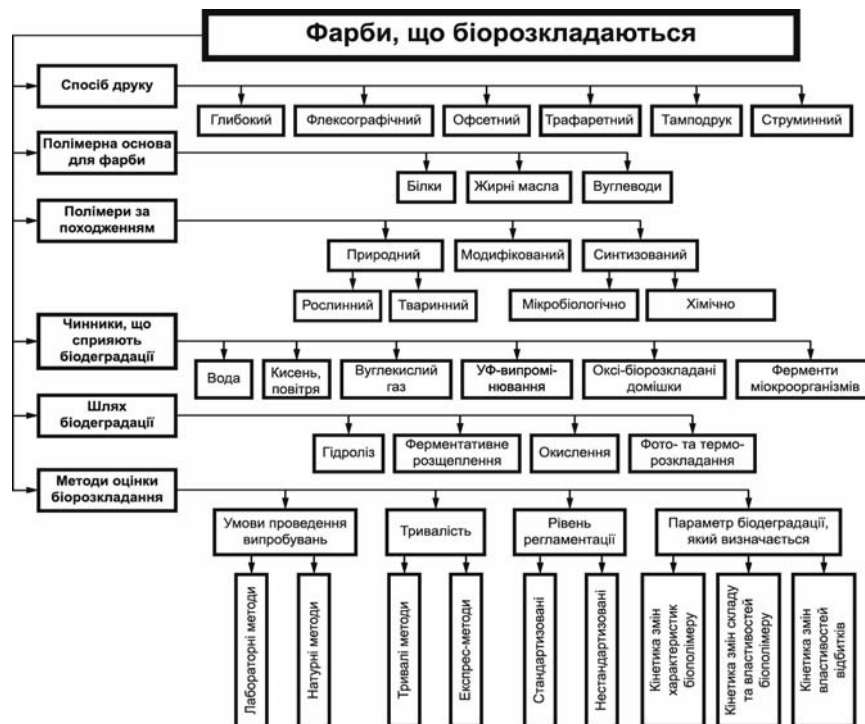
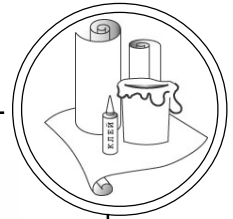


Рис. 5. Класифікація друкарських фарб, здатних до біорозкладання

крохмалі рослинного походження (кукурудзяний, картопляний, рисовий тощо) та їх модифіковані різновиди, а також білки рослинного (соевий) та тваринного (кісткові, казеїнові) походження, які виробляються в Україні.

Плівкоутворювач на основі крохмалю, як один з найбільш поширених природних вуглеводів, є аморфним зернистим порошком білого кольору, нерозчинний у холодній воді. В гарячій воді набухає (розчиняється), у розчині йоду має синє забарвлення. У воді, при додаванні кислот (розбавленої H_2SO_4 тощо) як каталізатора, поступово гідролізується із зменшенням молекулярної маси з утворенням розчинного крохмалю, декстринів, глюкози — мо-

дифікація крохмалю. Через високий вміст гідроксильних груп відбувається передчасне розкладання біополімеру. Проте, якщо частину гідроксильних груп замінити етерними та складноетерними, то вода не зможе так швидко руйнувати крохмаль. Додаткова хімічна обробка збільшує стійкість полімеру до тепла та дії кислот [4].

Крохмаль вимагає залучення пластифікаторів, які підвищують сумісність компонентів і покращуватимуть фізико-механічні характеристики матеріалів. Оскільки крохмаль є типовим гідрофільним полімером, він може містити до 30–40 % зв'язаної вологи, що дозволяє використовувати воду як один з найдоступніших пластифікаторів



ПОЛІГРАФІЧНІ МАТЕРІАЛИ

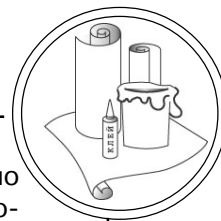
[5]. Такого роду пластифікація проводиться при одночасній взаємодії температури та механічних напружень. Як пластифікатори крохмалю можуть використовуватися гліцерин та олігомерні полігліколи, які зазвичай використовують із водою. Із крохмалю, пластифікованого водою або іншими гідроксилвмісткими речовинами, формують термопластичні матеріали одноразового або недовготривалого використання. Суттєвим недоліком таких матеріалів є їх нестійкість до дії води.

Крохмаль є прозорим, з високими бар'єрними властивостями по відношенню до кисню, швидко розкладається мікроорганізмами, сумісний із більшістю інших матеріалів, висока розчинність у воді, проте низька механічна стійкість. Загалом крохмаль є стійким до дії жирів та спиртів. При нагріванні сухого крохмалю до 200–250 °C відбувається його часткове розкладання з отриманням суміші менш складних, ніж крохмаль полісахаридів (декстрин тощо). Фізична зміна дозволяє отримати крохмаль із високою здатністю утримувати вологу.

Виявлено [5] суттєве набування кукурудзяного крохмалю у гліцерині та діетиленгліколі, що є однією з ознак сумісності даних компонентів. Причому плівки із композицій кукурудзяний крохмаль-пластифікатор, до складу яких входили такі пластифікатори, як діетиленгліколь, діоктилфталат, вазелінове масло та їх суміші із гліцерином, відрізнялись найбільшою однорідністю та міцністю.

Рослинні білки отримують з клейковини кукурудзяних, соевих та інших зерен шляхом екстракції з подальшим висушуванням. Білки добре розчиняються в етиловому та ізопропільовому спиртах, ефірах, використовуються як основний складник в'язучої речовини спиртових, водно-спиртових та водних фарб. Розчинність у воді різних видів білків сильно різниться й змінюється також в залежності від рН та концентрації солей у розчині. Саме тому можна підбирати умови, при яких один тип білка буде вибірково осаджуватися у присутності інших типів. Таким чином очищений білок випадає у осад («висолюється») з розчину у вигляді кристалів. Молекулярна маса білка дуже велика — від декількох тисяч до мільйону дальтон, тому при ультрацентрифугуванні білки осідають із різною швидкістю. У присутності кислот, лугів або протеолітичних ферментів білкова молекула (поліпептидний ланцюг) розкладається на амінокислоти із приєднанням води — процес гідролізу. Більшість білків у розчині мають глобулярну форму, яка дозволяє вступати у специфічні взаємодії з іншими з'єднаннями [4].

Синтезована молекула білка, складаючись, набуває властиву їй конфігурацію. Ця конфігурація, проте, може руйнуватися при нагріванні, при зміні рН, під дією органічних розчинників, а також при перемішуванні розчину до появи бульбашок — процес денатурації. Період напіврозпаду у різних білків різний — від декількох годин до багатьох місяців.



Висновки

Отримані результати досліджень свідчать про нагальність вирішення проблеми використання безпечних флексографічних друкарських фарб, зокрема при виготовленні пакувань. Саме це пояснює збільшення останніми роками винаходів у сфері екологічно чистих лакофарбових матеріалів, що біорозкладаються, та зацікавленості у їх використанні.

Для розробки вітчизняних флексографічних фарб, здатних

до біорозкладання, проведено первинні дослідження властивостей таких природних біополімерів як: кукурудзяний та картопляний крохмаль, казеїн, соєвий білок. Отримані результати дослідження зміни в'язкості розчинів дослідних зразків природних біополімерів від температури, концентрації плівкоутворювачів, впливу концентрації нейтралізуючої речовини на рН розчинів, будуть використані для розробки фарб флексографічного друку, здатних до біорозкладання.

1. Сорокин Б. А. Флексографская печать / Б. А. Сорокин, О. В. Здан — М. : Изд-во МГУП «Мир книги», 1996. — 175 с.
2. Флексографские краски: комплексный подход / Пер. с англ. — К. : Украинская Флексографская Техническая Ассоциация, 2000. — 160 с.
3. Шибирин Е. В. Тенденции развития мирового рынка биоразлагаемых полимеров / Е. В. Шибирин, О. Д. Федоряк, П. В. Замотаев // Упаковка. — 2010. — № 2. — С. 18–23.
4. Полумбрик М. О. Полімерні пакувальні матеріали, що розкладаються біологічним шляхом / М. О. Полумбрик // Харчова промисловість. — 2010. — № 9. — С. 144–149.
5. Власова Г. Биоразлагаемые полимерные пленки / Г. Власова, А. Макаревич // Упаковка. — 2001. — № 5. — С. 14–17.

Рецензент — О. В. Зоренко, к.т.н.,
доцент, НТУУ «КП»

Надійшла до редакції 07.03.12