

Незмінність твердості пояснюється тим, що набрякання відбувається тільки у верхніх шарах друкарських елементів форми. Це підтверджується і тим, що зміна розмірів робочої поверхні елементів з початковим діаметром 0,38 мм є набагато більшою, ніж елементів, діаметр яких складав 1,27 мм. Слід зазначити, що величина спотворення робочої поверхні друкарських елементів при 24-годинній взаємодії з УФ-лаками на порядок менша порівняно з результатами, отриманими в [1] при двогодинній взаємодії друкарських форм з сумішшю етилацетат-етанол.

Отже, проведені дослідження показали, що при контактній взаємодії з УФ-лаками збільшується площа робочої поверхні друкарських елементів флексографічних фотополімерних форм. Найкращою стабільністю володіють друкарські елементи формних пластин PasaFlex. Збільшення розмірів робочої поверхні у друкарських елементах діаметром 0,38 мм є дещо значнішим порівняно з друкарськими елементами, діаметр яких складав 1,27 мм. Твердість плашок усіх друкарських форм майже не змінилася, що свідчить про лише поверхневу їх взаємодію з мономерною складовою УФ-лаків.

1. Шибанов В. От аксиомы к практике. Ч.1 // ФлексоПлюс, 2007. №1, С. 46–50. 2. Шибанов В. Минимумы или очерки о фотополимеризующихся материалах. К., 2002. 3. Юрген Баро, Клаус Глестле, Томас Лейшнер. УФ-лак и тип формной пластины: влияние на технологический процесс лакирования // ФлексоПлюс, 2007. №1. С. 36–37.

УДК 655.326.1:539.23:548.542

С. С. Гринчук, Н. С. Снігур, Н. В. Ярکا

Українська академія друкарства

ВПЛИВ ФІЗИКО-ХІМІЧНОЇ ОБРОБКИ ПОЛІПРОПІЛЕНОВИХ ПЛІВОК НА ЇХ ЗМОЧУВАНІСТЬ

Досліджено вплив різних способів активації поліпропіленових плівок на зміну кута змочування, енергію змочування та адгезію рідини до поверхні плівки.

Different activation methods of influence on polypropylene tapes moistening angle, moistening energy and liquid adhesion to tape surface change are researched.

Флексографія є різновидом високого способу друку із застосуванням високоеластичних форм і малов'язких фарб [8]. Зростання попиту на недорогі етикетку та пакування стимулював швидкий розвиток флексографії. Папір для етикеток і пакувань замінюють дешевшим матеріалом — плівкою. У подальшому розширення виробництва гнучкого пакування з плівкових матеріалів забезпечуватиметься використанням нових поліетиленових плівок, які легко розкладаються при утилізації, не завдаючи шкоди природі і здоров'ю людини [5].

Якість флексографічних відбитків залежить від багатьох технологічних чинників, зокрема типу застосовуваної друкарської форми й підбраного монтажного скотчу, взаємоприспосовування лініатури растра друкарської форми та анілоксового вала, використовуваних друкарських фарб і властивості задрукуваного матеріалу [8].

Одними з істотних чинників, що впливають на якість відбитків, є вид задрукуваного матеріалу та ступінь змочування його поверхні. Адгезія фарби на папері досягається механічним способом. А щодо плівок, то тут трохи складніше: вони не є пористими і мають малу поверхневу енергію, недостатню для змочування їх фарбами чи іншими рідинами. Отже, кожна плівка вимагає попереднього модифікування властивостей верхнього шару та дослідження фізико-хімічних явищ, які виникають у процесі обробки різними методами, що позитивно впливають на поліпшення адгезійних властивостей плівок.

Зволожувальна здатність поверхні залежить від поверхневого натягу на межі фаз рідина–повітря $\gamma_{p/n}$, матеріал–повітря $\gamma_{m/n}$, рідина–матеріал $\gamma_{p/m}$. Стан рівноваги настає згідно з рівнянням Юнга при

$$(\gamma_{p/n} - \gamma_{m/n} - \gamma_{p/m}) \cdot \cos \theta = 0,$$

де θ — кут змочування даної поверхні рідиною [4].

Вимірювання кута змочування методом Юнга–Лапласа дозволяє охарактеризувати взаємодію між рідиною і матеріалом. Повне змочування поверхні (\cos кута змочування наближений до одиниці) відбувається, коли поверхнева енергія матеріалу дорівнює поверхневому натягу рідини або більша від неї. Оцінка адгезії рідини до плівки може бути здійснена з рівняння Дюпре

$$W_a = \sigma_{p/n} + \sigma_{p/m} + \sigma_{m/n},$$

що в поєднанні з рівнянням Юнга дає $W_a = \sigma_{p/n} (1 + \cos \theta)$.

Енергія змочування (адгезійне напруження) визначається з рівняння

$$W_e = \sigma_{p/n} \cdot \cos \theta [4].$$

Для експериментів використовували поліпропіленову плівку BOPP, Cast Film та LPC25. Поліпропілен характеризується високою прозорістю, середнім опором до проникнення газів, значною силою натягу, вищою температурою плавлення порівняно з поліетиленом. Плівку піддавали хімічній та фізичній обробці бутиловим та ізопропіловим спиртом, 10%-ним перекисом водню, УФ-випромінюванням і коронним розрядом. Кут змочування вимірювали гоніометром фірми «Fibro Systems» версії PGX. Пристрій повністю відповідає галузевим нормам Таррі T558 і ASTM D-5725 і вимогам ISO. Вбудована камера CCD реєструвала зображення краплини води, що аналізувалися програмним забезпеченням для Windows'98/2000/XP (реєструвалося 15 зображень за секунду).

На рис. 3–6 графічно відображено кінетику зміни крайового кута змочування дистильованою водою при досліджуваних способах активації поверхні поліпропіленових плівок порівняно з неактивованим матеріалом.



Рис. 1. Загальний вигляд гоніометра

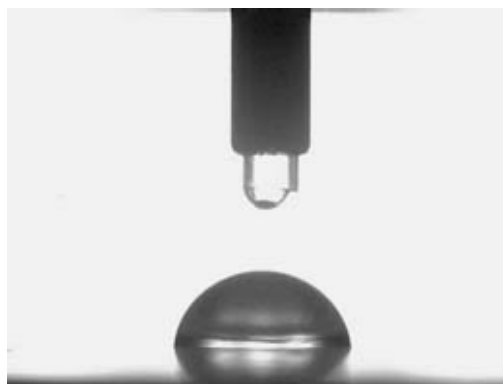


Рис. 2. Зафіксоване камерою зображення нанесеної краплини

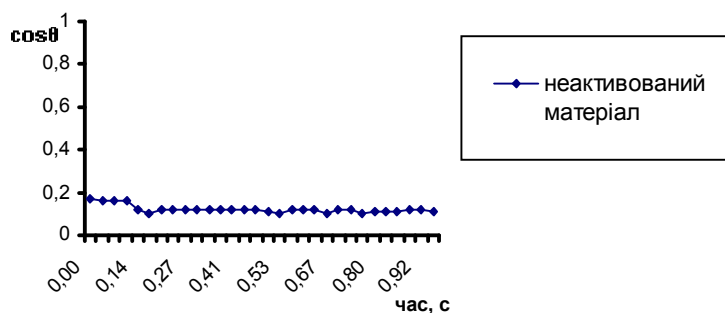


Рис. 3. Кінетика зміни крайового кута змочування на неактивованій плівці

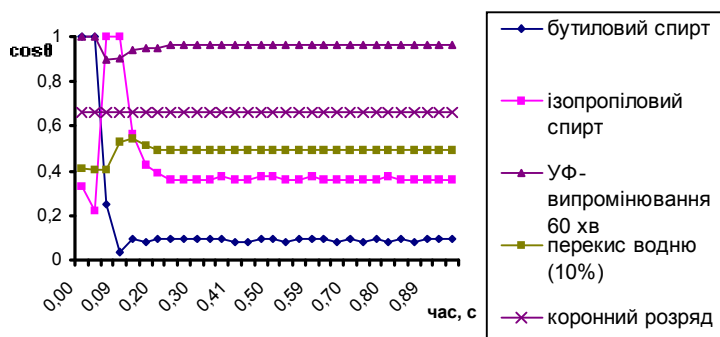


Рис. 4. Кінетика зміни крайового кута змочування на поліпропіленовій плівці BOPP

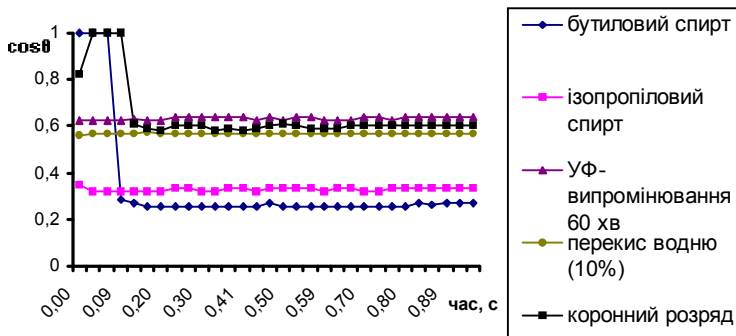


Рис. 5. Кінетика зміни крайового кута змочування на поліпропіленовій плівці LPC25

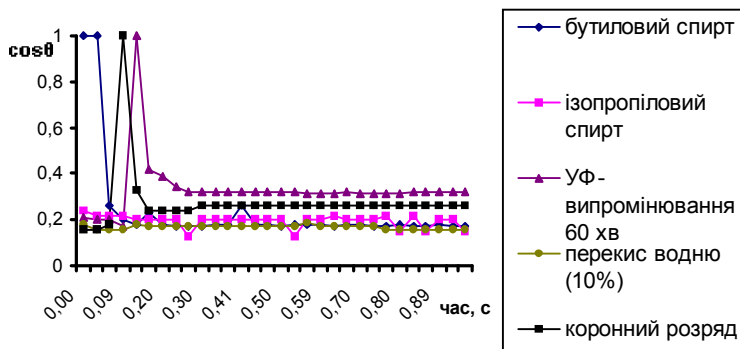


Рис. 6. Кінетика зміни крайового кута змочування на поліпропіленовій плівці Cast Film

Як видно з рис. 4–6, активація ізопропіловим і бутиловим спиртом не дає високих результатів. Імовірно, обробка плівки ізопропіловим і бутиловим спиртом, як і фізико-хімічний метод, полягає в тому, що спирти розчиняють верхній шар ПП-плівок, роблять їх поверхню шорсткою, збільшуючи тим самим змочуваність. У деяких випадках такі результати є достатніми, і даний вид обробки використовується на поліпропіленових лініях, адже при цьому маємо наростання поверхневої енергії зі зворотного боку плівки, що дуже важливо при виготовленні пакувальних стрічок для запобігання просочуванню клею з обох боків плівки.

Обробка ПП-плівок перекисом водню посилює їх змочуваність, що може бути пов'язано із сильним окисненням верхнього шару плівки. Проте цей спосіб активації вимагає тривалої дії (до кількох десятків хвилин) перекису водню, що не зовсім зручно при швидкісному друці.

Фізико-хімічні зміни, що відбуваються у верхньому шарі плівок під впливом УФ-випромінювання, також зумовлюють посилення змочуваності, що пов'язано не тільки з підвищенням шорсткості поверхні, але й з окислювальними процесами. Це, у свою чергу, впливає на поліпшення міцності адгезійних зв'язків та збільшення вільної поверхневої енергії до 45 дін/см². У результаті отримано дуже високі показники змочування поверхні ПП-плівки рідиною.

Обробка коронним розрядом належить до найпоширеніших методів модифікування верхнього шару виробів із ПП-плівок. Для обробленої таким чином ПП-плівки кут змочування Θ лежить у межах $40\text{--}48^\circ$, що відповідає $\cos \Theta = 0,6\text{--}0,66$ (див. рис. 4–6). При такій обробці верхній шар плівки піддається короткочасній (0,01–0,1 с) дії низькотемпературної плазми, що утворюється в повітрі під дією атмосферного тиску. Можна стверджувати, що при активації у верхньому шарі виникають функціональні групи, здатні створювати міцні фізичні та хімічні зв'язки з іншими матеріалами. Причиною таких змін є розрив зв'язків між атомами полімерного ланцюга, що супроводжується виникненням радикалів. Таким чином, матеріал з невбирною поверхнею набуває необхідних властивостей, серед них — збільшення полярності поверхні, що сприяє її очищенню, ліпшому сприйманню фарби і, як наслідок, підвищенню якості відбитків [2, 3, 7, 9].

Нами отримано результати розрахунку енергії змочування та адгезії рідини до досліджуваних плівок (табл. 1).

Т а б л и ц я 1

Вплив методу обробки верхнього шару поліпропіленових плівок на енергію змочування та адгезію рідини

Вид активації	Поліпропілен BOPP		Поліпропілен Cast Film		Поліпропілен LPC25	
	енергія змочування W_e , мН/м	адгезія рідини W_a , мН/м	енергія змочування W_e , мН/м	адгезія рідини W_a , мН/м	енергія змочування W_e , мН/м	адгезія рідини W_a , мН/м
Неактивований матеріал	8,173	80,373	5,285	77,485	6,137	78,337
Бутиловий спирт	6,669	78,869	11,79	83,99	19,277	91,477
Ізопропиловий спирт	26,696	98,896	14,274	86,474	24,115	96,315
Перекис водню (10%)	35,663	107,863	12,664	84,864	40,793	112,993
Коронний розряд	47,747	119,947	18,563	90,763	42,02	114,22
УФ-випромінювання 60 хв	69,368	141,568	22,786	94,986	45,919	118,119

За результатами вимірювань побудовано ряди в міру зменшення впливу активації коронного розряду на поліпропіленові плівки (табл. 2).

Як відомо, для досягнення необхідних властивостей до складу полімерних плівок вводять суміші добавок різної концентрації. Найпоширеніші серед них:

антиблокуючі речовини — зменшують адгезію між шарами плівки, що поліпшує її намотування, подальшу обробку та пакування;
 мігруючі добавки — знижують коефіцієнт тертя і поліпшують ковзання;
 антистатиками — підвищують електропровідність плівки, запобігають їй забрудненню [1, 6].

Т а б л и ц я 2

Вплив коронного розряду на поліпропіленові плівки різних марок

Час вимірювання, с	Коронний розряд		
	cos Θ		
	поліпропілен BOPP	поліпропілен LPC25	поліпропілен Cast Film
0	0,665	0,824	0,162
0,17	0,661	0,593	0,271
0,34	0,660	0,591	0,257
0,5	0,660	0,589	0,257
0,67	0,663	0,582	0,257
0,82	0,661	0,582	0,257
1	0,661	0,582	0,257

Проаналізувавши дані експериментів, можна стверджувати, що поверхневі властивості дослідних поліпропіленових плівок залежать не лише від способу активації, але й від складу та концентрації добавок у них. Так, найкращі результати активації поверхневого шару та енергії змочування спостерігалися на ПП-плівці BOPP, яка є двобічно орієнтованою на відміну від Cast Film, що є неорієнтованою, та LPC25 — односторонньо орієнтованою (вони містять різні концентрації добавок). Найвищі показники енергії змочування та адгезії рідини до плівки отримано при обробці коронним розрядом та УФ-випромінюванням.

Аналізуючи дослідні показники, не варто повністю ігнорувати такі способи активації поверхні, як УФ-випромінювання та хімічні методи, що застосовуються у тамподруці, адже з їх допомогою можна швидко і дешево отримати задовільний результат.

1. Гнатишак О., Іванчишин Г., Микитів Н. Вплив активації поверхні поліетиленової плівки на якість відбитків флексографічного друку // Друкарство. 2006. №2. С. 50–52. 2. Голембівський Я., Зенкевіч М., Снігур Н. Активация ПП-плівки перед флексографічним друком // Флексографія. 2006. №1 (01). С. 22–25. 3. Зимон А. Д. Адгезия пленок и покрытий. М., 1977. 4. Кривошей В. М. Упаковка в нашому житті. К., 2001. 5. Ромбоутс Р. С. Мастербэтчи для БОПП пленок // Упаковка. 2002. №5. С. 14–15. 6. Цуца Н., Ярка Н. Активация поверхонь полімерних матеріалів перед нанесенням друку // Упаковка. 2007. №3. С. 59–61. 7. Ярема С. М. Флексографія: обладнання, технологія. К., 1998. 8. Ярка Н., Естріна М. Вплив обробки поліетиленової плівки коронним розрядом на якість відбитків флексографічного друку // VI Міжнар. наук.-техн. конф. студентів і аспірантів «Друкарство молоде». К. 2006. С. 90–92. 9. Czichon H., Czichon M. Folie polyolefinowe jako podloza drukowe // Swiat Druku. 2007. №10. С. 44–47.