

УДК 655.335.026.25:547.458:678

**ДОСЛІДЖЕННЯ МІКРОГЕОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ
ПОВЕРХНІ ОКСО-БІОРОЗКЛАДАЛЬНИХ ПЛІВОК**

В. О. Коротка, Р. С. Зацерковна

*Українська академія друкарства,
вул. Підголоско, 19, Львів, 79020, Україна*

У роботі представлені результати досліджень мікрогеометричних параметрів поверхні оксо-біорозкладальних плівок. Аналіз отриманих топографій та профілограм поверхонь досліджуваних зразків дав можливість визначити максимальне та мінімальне значення шорсткості поверхневого шару плівки й фарбового зображення; найбільшу та середню висоти нерівностей профілю. В результаті досліджень встановлено вплив біодомішки на зміну шорсткості поверхневого шару досліджуваних зразків. Проаналізовано, як змінюються параметри шорсткості поверхонь плівки та фарбового шару. Визначено форму й розмір растрових крапок зображення на досліджуваних зразках. Встановлено, що параметри шорсткості для поверхні плівок відрізняються, зокрема для зразків на основі поліетилену низької щільності характерна вища гладкість поверхневого шару.

Ключові слова: оксо-біорозкладальна плівка, мікрогеометричні параметри, мікронерівність, шорсткість, гладкість, фарбовий шар, растрові елементи.

Постановка проблеми. Одним із параметрів, що впливають на якість зображення в трафаретному друці, як відомо, є стан поверхні задрукованого матеріалу, оскільки чіткість контурів друкувальних елементів тісно пов'язана з мікронерівностями поверхні основи, на якій формується зображення. Ці фактори особливо важливі при друкуванні на невсотувальних поверхнях, у нашому випадку на полімерних плівках, адже фарба повинна швидко закріплюватися на поверхні для попередження її розтікання. Використання високов'язкої тиксотропної фарби призводить до зменшення площі растрового елемента чи зниження його оптичної густини за рахунок нерівномірності товщини фарбового шару. Фарби низької в'язкості згладжують нерівномірність товщини, але зумовлюють збільшення площі растрового елемента через розтікання фарби [1–3].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Оксо-біорозкладальні плівки на основі поліетилену — новий, ще недостатньо вивчений матеріал для виготовлення екологічно безпечного пакування. В роботах [4–5] наведено результати дослідження змін механічних властивостей і структури поверхневого шару плівок з біодомішками при нагріванні таких матеріалів. Разом із тим аналіз наукової літератури підтверджує відсутність досліджень впливу біодомішки на мікрогеометричні параметри поверхні оксо-біорозкладальних плівок на основі поліетилену високої і низької щільності, а також досліджень впливу шорсткості поверхні оксо-біорозкладальних плівок на формування відбитків трафаретного друку.

Мета статті. Дослідження мікрогеометричних параметрів поверхні поліетиленових і оксо-біорозкладальних плівок та аналіз впливу шорсткості поверхневого шару плівок на формування зображення трафаретним способом друку.

Виклад основного матеріалу дослідження. Об'єктами досліджень було вибрано зразки плівок із нанесеним зображенням трафаретним способом друку:

1 — плівка на основі поліетилену високої щільності (HDPE) товщиною 25 мкм;

2 — плівка на основі HDPE та оксо-біорозкладальної домішки OX5854PE фірми Tosaf товщиною 25 мкм;

3 — плівка на основі LDPE та оксо-біорозкладальної домішки EP OBD-1 фірми Enerplastics Llc. товщиною 95 мкм;

4 — плівка на основі LDPE товщиною 80 мкм.

Методика досліджень. Дослідження топографії поверхні плівок проводили з допомогою 3D мікроскопа AniCam британської компанії Troika Systems з відповідним програмним забезпеченням. Прилад — це відеокамера з роздільною здатністю 640×480 пікселів; модуль камери оснащений джерелами світла двох видів. У результаті фіксування досліджуваної поверхні камерою при збільшенні від 55 до 85 разів отримано зображення топографії поверхні плівок та їх профілограми [6].

Результати досліджень. Отримані мікрофотографії поверхні досліджуваних зразків та їх профілограми дають можливість оцінити мікрогеометрію поверхні плівок та фарбового шару згідно з ГОСТ 2789-73 [7]. З профілограм досліджуваних поверхонь встановлено значення максимальних і мінімальних нерівностей профілю, обчислено найбільшу висоту нерівностей профілю та середню висоту нерівностей, діаметр растрових крапок. Результати наведено в табл.

Таблиця

Параметри шорсткості поверхні плівок

№ плівки	Поверхня	Значення максимальної нерівності, мкм	Значення мінімальної нерівності, мкм	Найбільша висота нерівностей Rmax, мкм	R10 середня висота нерівностей, мкм	Діаметр растрової крапки, мкм
1	2	3	4	5	6	7
1	Поверхня плівки	19,5	9	10,5	15,5	
	Фарбовий шар	19,5	0	19,5	12,7	
	Растрові крапки	15,4	0	15,4	11,4	146
2	Поверхня плівки	15,4	2	13,4	8,9	
	Фарбовий шар	13,5	0	13,5	10,2	
	Растрові крапки	15	0	15	13,4	145

Продовження табл.

1	2	3	4	5	6	7
3	Поверхня плівки	12	5	7	10,6	
	Фарбовий шар	10	0	10	7	
	Растрові крапки	20	0	20	17,5	151
4	Поверхня плівки	13	6	7	9,4	
	Фарбовий шар	13,5	0	13,5	7,1	
	Растрові крапки	15	1	14	13,1	153

R_{\max} — найбільша висота нерівностей профілю, мкм — відстань між найвищою точкою виступів і найнижчою точкою западин профілю в межах базової довжини l .

R_z — середня висота нерівностей профілю по z точках, мкм — середнє значення абсолютних висот z найвищих виступів [7–8].

Максимальні значення мікронерівностей поверхні плівок сягають до 15–20 мкм для зразків 1–2 та 12–13 мкм для зразків 3 і 4. Це свідчить, що плівки на основі поліетилену низької щільності мають гладшу поверхню. Фарбовий шар утворює неоднорідну, пористу структуру на поверхні всіх досліджуваних зразків плівок. Пористість, очевидно, спричинена пухирцями повітря, яке потрапляє в фарбу при формуванні зображення. Мікронерівності поверхні друкованого зображення різко змінюються в межах від 0 до 15 мкм, іноді до 20 мкм. Для поверхні фарбового шару характерні контрастніші зміни мікронерівностей, що, відповідно, створює більшу шорсткість (рис. 1–2).

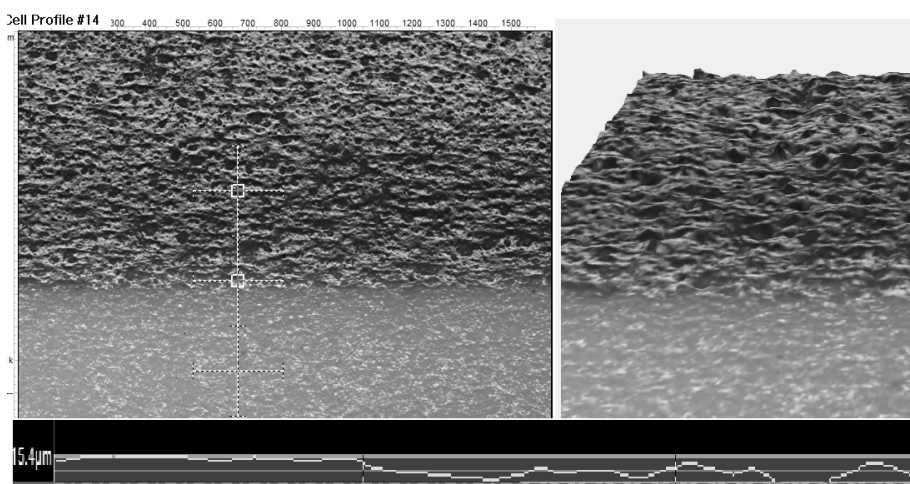


Рис. 1. Мікрофотографія та профілограма поверхні плівки 2

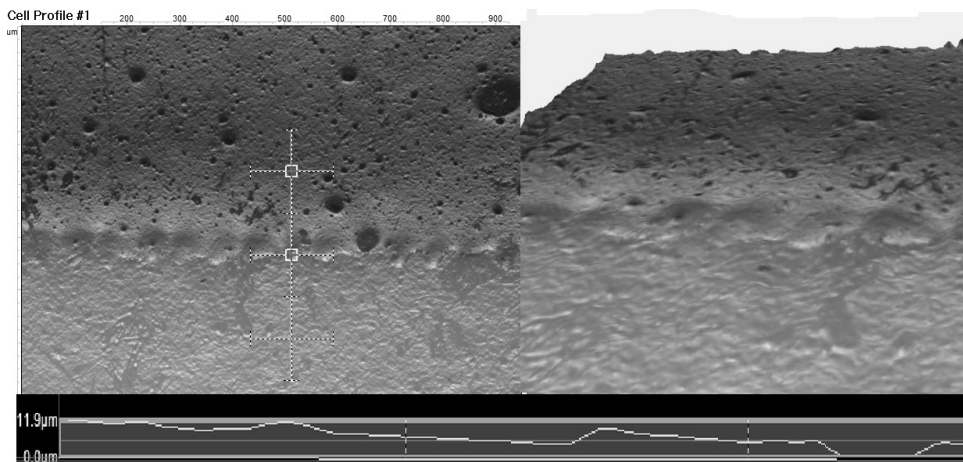


Рис. 2. Мікрофотографія та профілограма поверхні плівки 3

Растрові крапки на зразках плівок переважно круглої форми, що, як відомо, приводить до найменшого розтискування фарби. При друкуванні на невосотувальних матеріалах це важливий фактор формування якісного зображення. Растрові крапки на зразках плівок 2, 3, 4 займають однакову площу, для плівки 1 характерні різні за розміром крапки. Для плівок на основі поліетилену низької щільності властиві растрові крапки з чіткими краями, що можна пояснити більшою гладкістю поверхні цих плівок. Крім того, зразки плівок 3 і 4 мають задовільну адгезію до фарби, що було підтверджено результатами досліджень поверхневої енергії оксо-біорозкладальних плівок та термодинамічної роботи фарби до поверхні цих плівок [9].

Нерівномірність контурів растрових крапок на плівках 1 та 2, спричинена більшою мікронерівністю, пояснює їх нижчі показники репродукційно-графічних характеристик та меншу стійкість до стирання фарбового шару. Для плівок на основі LDPE, яким властива вища гладкість поверхневого шару, показники якості віддрукованого зображення (роздільна, видільна здатність, графічні спотворення та градаційна передача зображення) є вищими.

Висновки. За результатами проведених досліджень встановлено, що для плівок на основі поліетилену високої щільності характерна більша шорсткість поверхні. Найбільша висота нерівностей профілю R_{\max} поверхневого шару для таких зразків міститься в межах 10,5–13,4 мкм, тоді як LDPE плівкам властива вища гладкість поверхневого шару (R_{\max} становить від 6,5 до 7 мкм). Встановлено, що наявність біодомішки в структурі плівок 2, 3 збільшує шорсткість поверхні. Це сприяє підвищенню адгезії фарбового шару, проте може спричинити утворення зубчастості контурів дрібних елементів зображення.

Унаслідок проведених досліджень мікронерівностей поверхні плівкових матеріалів підтверджено суттєвий вплив структури поверхневого шару біорозкладальних плівок на якість віддрукованого зображення та його репродукційно-графічні характеристики. Отже, при виборі параметрів друкування важливо враховувати параметри шорсткості задрукованої поверхні.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ткачук М. П. Трафаретний друк : навч. посіб. / М. П. Ткачук. — К. : ХаГар, 2000. — 264 с.
2. Сорокин Б. А. Трафаретная печать : учеб. пособ. / Б. А. Сорокин. — М. : МГУП, 1999. — 80 с.
3. Беляева Н. В. Технология трафаретной печати на плоских материалах / Н. В. Беляева // Полиграфия. — 1998. — № 1. — С. 52–53.
4. Mechanical and surface properties of low-density polyethylene film modified by photo-oxidation / [Suresh B., Maruthamuthu S., Kannan M., Chandramohan A.] // Polymer Journal. — 2011. — № 1. — P. 398–406.
5. Influence of thermal oxidation on surface and thermo-mechanical properties of polyethylene / [Suresh B., Maruthamuthu S., Khare A., Palanisamy N., Muralidharan V. S., Rangunathan R., Kannan M., Navaneetha Pandiyaraj K.] // Journal of Polymer Research. — 2011. — № 5. — P. 2175–2184.
6. AniCam. 3D scanning microscope [Електронний ресурс] : матеріали сайту Troika Systems Limited. — Режим доступу : <http://www.troika-systems.com/English/Troika.html>.
7. Шероховатость поверхности. Параметры и характеристики [Електронний ресурс] : ГОСТ 2789-73. — [Действ. от 23.04.1973]. — М. : Стандартиформ, 2006. — 7 с. — Режим доступа : <http://vsegost.com/Catalog/14/1419.shtml>.
8. Opdahl A. Stretched polymer surfaces: Atomic force microscopy measurement of the surface deformation and surface elastic properties of stretched polyethylene / A. Opdahl, G. A. Somorjai // Journal of Polymer Science, Part B: Polymer Physics. — 2001. — № 39 (19). — P. 2263–2274.
9. Коротка В. О. Дослідження адгезійних властивостей оксо-біорозкладальних плівок при отриманні відбитків трафаретного друку / В. О. Коротка, Р. С. Зацерковна // Квалілогія книги : зб. наук. праць. — Львів : Укр. акад. друкарства, 2014. — № 1 (25). — С. 28–32.

REFERENCES

1. Tkachuk M. P. (2000), Stencil printing: a manual, KhaHar, Kyiv.
2. Sorokyn B. A. (1999), Stencil printing: a manual, Moscow State University of Printing Press, Moscow.
3. Beljaeva N. V. (1998), Technology of stencil printing on plane materials, Polygraphy, No.1, pp. 52–53.
4. Suresh B., Maruthamuthu S., Kannan M., Chandramohan A. (2011), Mechanical and surface properties of low-density polyethylene film modified by photo-oxidation, Polymer Journal, Vol.1, pp. 398–406.
5. Suresh B., Maruthamuthu S., Khare A., Palanisamy N., Muralidharan V. S., Rangunathan R., Kannan M., Navaneetha Pandiyaraj K. (2011), Influence of thermal oxidation on surface and thermo-mechanical properties of polyethylene, Journal of Polymer Research, Vol. 5, pp. 2175–2184.
6. Troika Systems Limited. (2011), AniCam. 3D scanning microscope, available at: <http://www.troika-systems.com/English/Troika.html> (accessed 5 January 2015).
7. Biblioteka GOSTov (2006), GOST 2789-73 Sherohovatosť poverhnosti. Parametry i harakteristiki, available at: <http://vsegost.com/Catalog/14/1419.shtml> (accessed 15 January 2015).
8. Opdahl A., Somorjai G.A. (2001), Stretched polymer surfaces: Atomic force microscopy measurement of the surface deformation and surface elastic properties of stretched

polyethylene, Journal of Polymer Science, Part B: Polymer Physics, Vol. 39 (19), pp. 2263–2274.

9. Korotka V. O., Zatserkovna R. S. (2014), Research on adhesive properties of oxybiodegradable films while obtaining stencil printing reprints, Qualiology of a book, No. 1 (25), pp. 28–32.

RESEARCH OF THE MICROGEOMETRICAL PARAMETERS SURFACE OF THE OXYBIODEGRADABLE FILMS

V. O. Korotka, R. S. Zatserkovna
Ukrainian Academy of Printing,
19, Pidholosko St., Lviv, 79020, Ukraine
viktoria.korotka@gmail.com

The data of the microgeometrical parameters of the oxybiodegradable films surface research are presented in the article. The analysis of the topographies and profilograms of the samples surfaces allows to determine the maximum and minimum roughness value of the films and the ink images surface layer, as well as the highest and the average surface inequality. The impact of the additive biosupplements on the samples surface roughness is presented in the research. The changes in the films and the ink layers surfaces roughness have been analyzed. The shape and the size of the raster image points of the samples have been determined. The surface roughness of the films has been found to be different. The high smoothness is characteristic for the surface layer films based on low density polyethylene.

Keywords: *oxybiodegradable film, microgeometrical parameters, microscopic irregularities, roughness, smoothness, ink layer, raster elements.*

Стаття надійшла до редакції 11.12.2014.

Received 11.12.2014.