

## ОСОБЛИВОСТІ ВІДТВОРЕННЯ ГРАДАЦІЙ У ФЛЕКСОГРАФІЧНОМУ ДРУЦІ НА ПОЛІМЕРНИХ ПЛІВКАХ\*

*Досліджено вплив фарб та плівок, що задруковуються, на градаційні характеристики відбитків флексографічним друком.*

*The influence of the printing inks and films that are printed on the impress gradation characteristics made by flexography was explored*

### Актуальність проблеми

Флексографія, як спосіб друку з рельєфних еластичних гнучких фотополімерних форм малов'язкими швидковисихаючими фарбами [1, 2, 3], в значній мірі дозволяє виготовляти кольорову етикеткову продукцію на полімерних плівках, якість якої залежить від вибору відповідних фарб, що може бути оцінено градаційними характеристиками системи «друкарська форма — відбиток» [4].

### Мета роботи

Дослідити вплив фарб та плівкових матеріалів, що задруковуються флексографічним способом друку на градаційні характеристики відбитків.

### Методика роботи

Дослідження можливостей градаційного відтворення у флексографічному друці проведено за допомогою тестових форм, на яких розміщено растрові шкали з 24-ма полями з відносною площею 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 15, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 85, 90, 95, 96, 97, 98, 99 та 100%.

Тестові флексоформи з відповідними шкалами були виготовленні з формних фотополімерних пластин фірми **DiPont Cygel®** марки **DPU** з застосуванням системи **СтР**.

Монтаж фотополімерних форм на формні циліндри здійснювався за допомогою двосторонньої липкої стрічки фірми **Tesa серії 52122**.

Досліджувані тестові зразки були віддруковані на флексографічній друкарській машині **Soloflex** (Windmoller&Holscher).

Тести друкувались на трьох плівках: **OPP**, **38MO447**, **Ecoleane BF 236 White**, попередньо оброблених коронним розрядом [5,6,7].

**OPP** — орієнтований поліпропілен — безколірний термопластичний полімер класу поліфінів. Витримує значні механічні навантаження, має високу прозорість, блиск і хороший зовнішній вигляд. Володіє високою еластичністю,

<sup>1</sup> Українська академія друкарства.

\* Робота виконана під керівництвом Лазаренка Е.Т., д.т.н., професор УАД.

міцністю на розрив (що дозволяє застосовувати більш тонкі порівняно з іншими плівки), відмінними діелектричними характеристиками і бар'єрними властивостями на запах, паро- і газопроникність. Спеціальний шар співполімеру забезпечує хорошу здатність до зварювання. Застосовується для флексографічного друку, ламінування, виготовлення декоративної обгортки, для виробництва гнучких пакувальних матеріалів для харчових продуктів.

**38MO447** — неорієнтована поліпропіленова плівка. Характеризується стійкістю до пошкоджень, хорошою зварюваністю, здатністю до нанесення будь-яких видів друку, безпечна при контакті з харчовими продуктами. Не розчиняється в органічних розчинниках, стійка до високих температур (до 130°C) і агресивних середовищ (крім сильних окислювачів). Для даного типу поліпропілену характерні висока ударна в'язкість, стійкість до багаторазових згинань. Погано проводить тепло, є діелектриком. Дана плівка застосовується для термоформування одноразового посуду і упаковки для харчових продуктів (в основному морозива).

**Ecoleane BF 236 White** — поліетиленова плівка з домішками крейди — використовується в якості одноразової упаковки для продуктів тривалого терміну зберігання (масло, сири). Така плівка має «бар'єрний» ефект, тобто можливість пропускання складових повітря (водяної пари, вуглекислого газу) назовні і всередину. Завдяки цій властивості забезпечується «дихання» продуктів — підтримання мікроклімату всередині упаковки і, відповідно, тривалий термін їх зберігання.

Друкування проводилось фарбами трьох типів: Siergwerk ZMR 116-2, Fisat Polirotto Ethox/RDB/NC, Grechen Rotoflex CH-2540.

**Siergwerk ZMR 116-2** — універсальна висококонцентрована серія фарб фірми Siergwerk Druckfarben. Застосовується для зовнішнього та внутрішнього задрукування паковнаь, в т.ч. для харчової продукції, а також етикеток, пакетів, сумок та ін. Може використовуватись для друку на різноманітних матеріалах за умови застосування відповідних праймерів та білил.

**Fisat Polirotto Ethox/RDB/NC** — високопігментована флексографічна фарба для друку на зовнішній стороні пакування італійської фірми Sun Chemical Group. Застосовується для друкування паковань для харчових продуктів, косметики, етикеток, пакетів, обгорткових матеріалів. Матеріали, що задруковуються — алюмінієва фольга, папір всіх типів, орієнтовані поліпропіленові плівки, поліетилен низького та високого тиску.

**Grechen Rotoflex CH-2540** — універсальна серія органічно розчинних фарб для флексографічного друку на нітроцелюлозній основі. Застосовується для поверхневого та міжшарового друку на різних плівкових і паперових матеріалах для виготовлення пакувальних матеріалів, етикеток, пакетів.

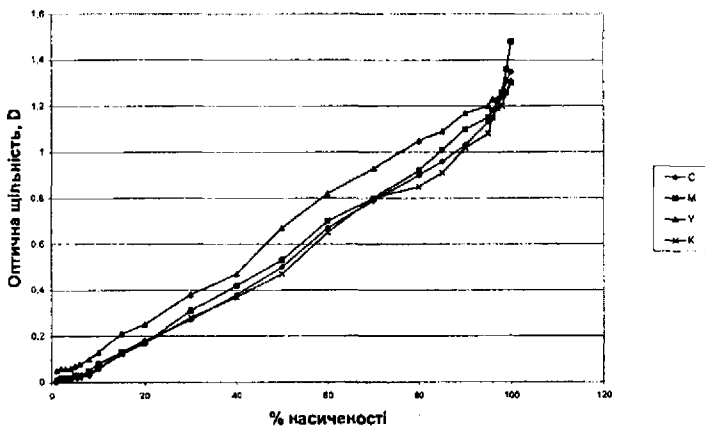
В'язкість фарб при друкуванні складала 20 с по воронці діаметром 4 мм (DIN CUP 4), а для нанесення фарби на друкарські форми були використані анілоксові вали лініатурою 340 лін/см. Швидкість друку складала — 130 м/хв., при чому сушіння фарби на задруковуючому матеріалі відбувалося в трьох сушильних камерах друкарської машини за допомогою гарячого струменя повітря температурою 62°C, а температура повітря в цеху складала 16°C.

Для кожної фарби і типу плівки були надруковані зразки довжиною 200 м, з яких зроблено вибірку з трьох відбитків і виміряно оптичну щільність кожного поля растрових шкал.

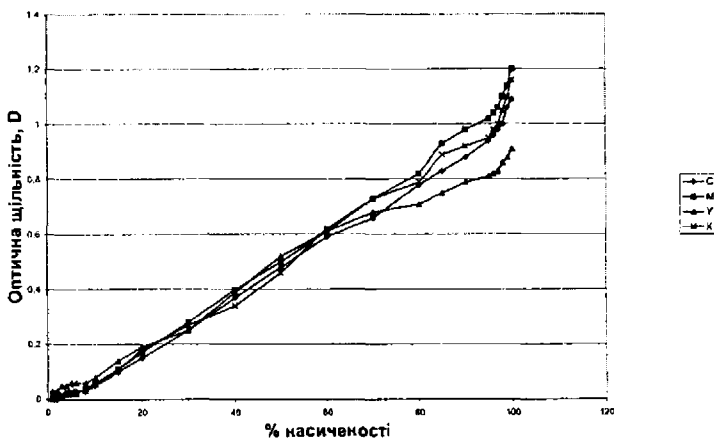
Для вимірювання оптичної щільності на тестових шкалах був використаний спектрофотометр Shamrock Color Print 415.

### Результати досліджень

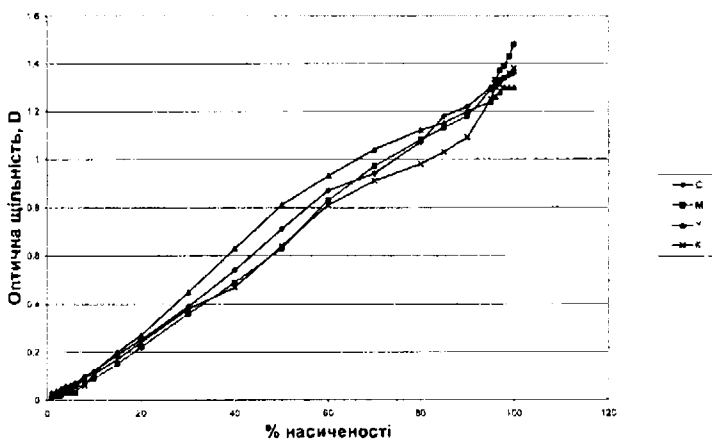
Графіки залежності оптичної щільності відбитків від типу фарби і задруковуваного матеріалу, представлені на рисунках 1—3.



а

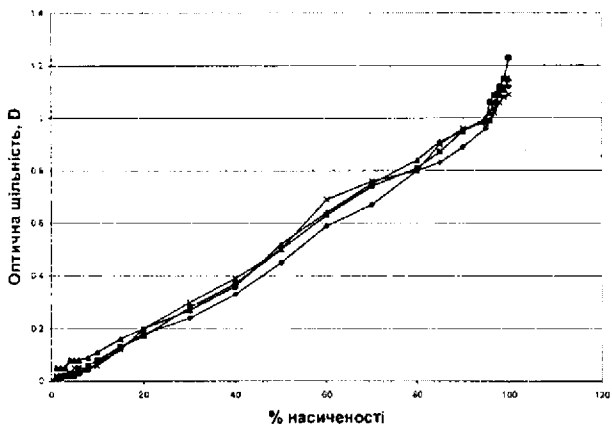


б

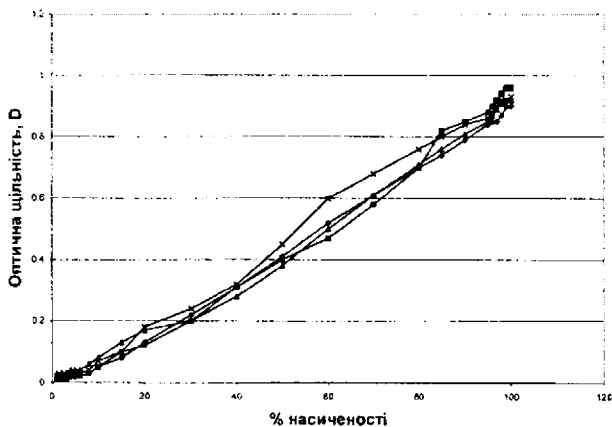


В

Рис. 1 Криві градаційного відтворення «друкарська форма — відбиток» на полімерній плівці OPP-20 фарбами: а) Fisat; б) Siegwark ; в) Rotoflex



а



б

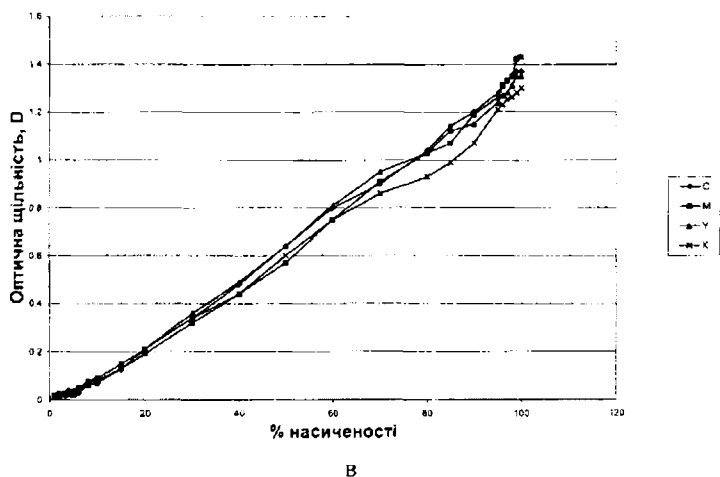
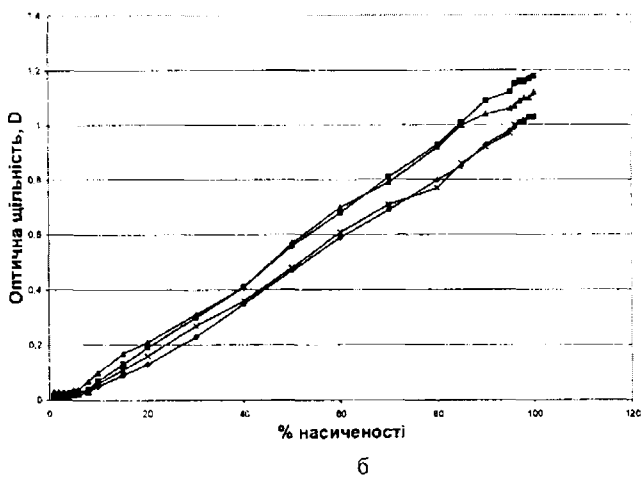
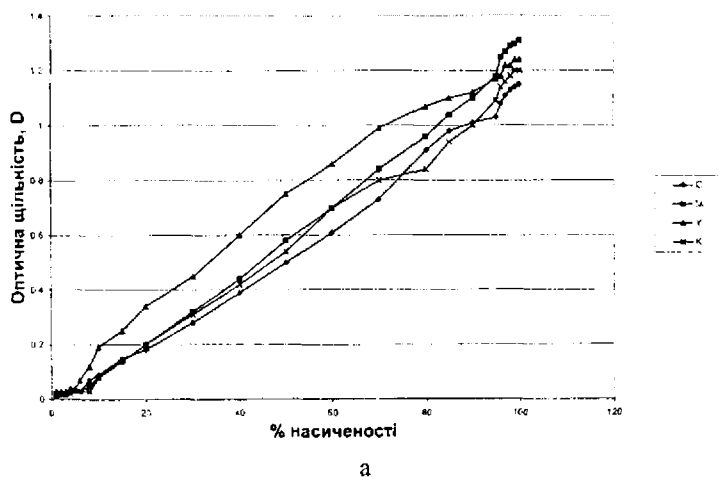


Рис. 2 Криві градаційного відтворення «друкарська форма — відбиток» на полімерній плівці 38МО447 фарбами: а) Fisat; б) Siegwerk ; в) Rotoflex



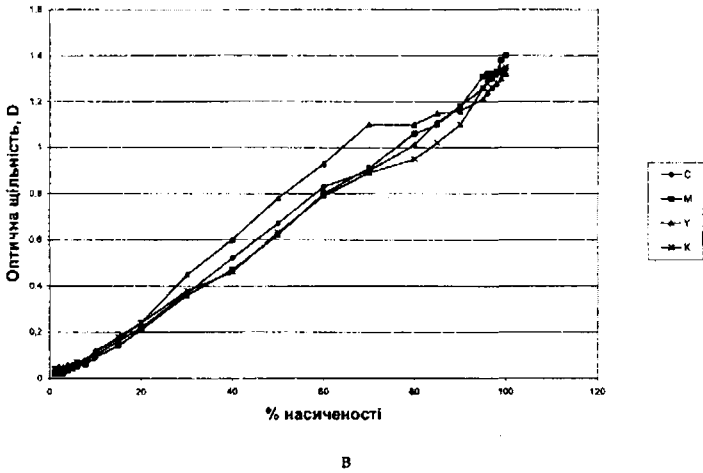


Рис. 3 Криві градаційного відтворення «друкарська форма — відбиток» на полімерній плівці Ecolan фарбами: а) Fisat; б) Siegwark ; в) Rotoflex

Аналіз графіків в порівнянні з вимогами фірми First [4] наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

### Відтворення растрових елементів на матеріалі

Фарба	Колір	Світлі ділянки		Діапазон відтворень, %	Тіні	
		Відтворено, %	Нормативне значення згідно з FIRST		Невідтворення в діапазоні, %	Нормативне значення згідно з FIRST
1	2	3	4	5	6	7
<b>Полімерна плівка OPP-2035</b>						
Fisat	C	8	5	9-97	98-100	90
	M	8	3	9-100	—	78
	Y	5	3	6-94	95-100	78
	K	8	8	9-97	98-100	98
Siegwerk	C	8	5	9-94	95-100	90
	M	8	3	9-94	95-100	78
	Y	8	3	9-89	90-100	78
	K	8	8	9-94	95-100	98
Rotoflex	C	5	5	6-94	95-100	90
	M	6	3	7-94	95-100	78
	Y	5	3	6-94	95-100	78
	K	5	8	6-94	95-100	98

1	2	3	4	5	6	7
<b>Полімерна плівка 38MO447</b>						
Fisat	C	8	5	9-94	95-100	90
	M	8	3	9-100	—	78
	Y	8	3	9-94	95-100	78
	K	8	8	9-94	95-100	98
Siegwerk	C	8	5	9-94	95-100	90
	M	8	3	9-89	90-100	78
	Y	8	3	9-94	95-100	78
	K	8	8	9-89	90-100	98
Rotoflex	C	6	5	7-94	95-100	90
	M	6	3	7-94	95-100	78
	Y	6	3	7-94	95-100	78
	K	6	8	7-94	95-100	98
<b>Полімерна плівка Ecolean</b>						
Fisat	C	6	5	7-95	96-100	90
	M	6	3	7-95	96-100	78
	Y	6	3	7-95	96-100	78
	K	6	8	7-95	96-100	98
Siegwerk	C	8	5	9-94	95-100	90
	M	8	3	9-89	90-100	78
	Y	8	3	9-89	90-100	78
	K	8	8	9-94	95-100	98
Rotoflex	C	5	5	6-94	95-100	90
	M	5	3	6-94	95-100	78
	Y	5	3	6-94	95-100	78
	K	5	8	6-94	95-100	98

Як бачимо з проведених денситометричних вимірювань і побудованих на їх основі графіків на рис. 1—3 та табл. 1, на всіх градаційних кривих спостерігається значне, в порівнянні з нормами First [4] невідтворення градацій в світлих і темних ділянках на відбитках.

Так, згідно нормативних значень First, на матеріалі OPP-20 в світлих ділянках відтворюється лише контур для всіх фарб, а також Cyan фарби Rotoflex. Не відтворюються Magenta, Yellow для жодної з фарб і Cyan (Siegwerk і Fisat).

Таку ж картину, але з точністю до навпаки, спостерігається і в темних ділянках: Cyan, Magenta і Yellow відтворюються для всіх типів фарб, а контур не відтворюється, за винятком фарби Fisat.

Подібна картина і на інших полімерних плівках. На матеріалі 38MO447 ~~лише~~ всіх фарб спостерігається відтворення в світлих ділянках лише контурної фарби, а в тінях — навпаки: відтворюються Cyan, Magenta і Yellow, а контур ~~не~~ відтворюється.

Така ж ситуація і на відбитках матеріалу Ecolan. В світах відтворюється лише контур для всіх фарб, а також Cyan (Rotoflex), в темних ділянках — відтворюються Cyan, Magenta і Yellow (всі фарби), а контур не відтворюється.

Щодо діапазону відтворення, то на всіх матеріалах для фарби Rotoflex він складає від 6—7 до 94%. Подібний діапазон і в фарби Fisat, але дещо змішений в сторону тіней — 9—97%. У фарби Siegwerk діапазон відтворення дещо менший — від 9 до 89, на окремих фарбах до 94%. Окремо слід виділити фарбу Magenta (Fisat), в якій на матеріалах OPP-20 та 38MO447 діапазон відтворення складає від 9 до 100(!)%, тобто в темних ділянках для цієї фарби відтворюються всі градації.

## Висновки

На основі денситометричних вимірювань здійснено аналіз відтворення градацій на плівках OPP-20, 38MO447 та Ecolan фарбами Rotoflex, Fisat і Siegwerk.

Доведено, що на матеріалах OPP-20 і 38MO447 найкраще використати фарбу Rotoflex, бо відтворення елементів по тінях лежить в межах допусків і в той же час по світах дана фарба дає кращі результати, ніж інші фарби.

На матеріалі Ecolan схожі характеристики щодо відтворення растрових елементів дають фарби Rotoflex і Fisat, тому оптимальним буде використання саме цих двох фарб.

З цими рекомендаціями ознайомлене керівництво підприємства, на якому проводились дослідження.

## Література

1. Ярема С. М. Флексографія.— Київ: ХаГар, 2001 — с. 320.
2. Етикетка: як виготовити? / Войченко С. О., Рудник Л. В., Сафонов О.В., Циманек Я., Якущевич С. / Під. ред. д-ра. техн. наук, проф. Е. Т. Лазаренка. — Київ: ІАЦ Упаковка, 2003 — с. 184.
3. Ярема С. М., Гава О. М. Етикетка. — Київ: Ун-т «Україна», НУХТ. -2007. —с. 635
4. Титов А. Межпроизводственная стандартизация во флексографии // Флексоплюс. 2006, №5. — С. 18.
5. Я. Голембієвський, М. Зенкевіч, Н. Снігур. Активация ПП-плівки перед флексографічним друком. // Флексографія.— 2006.— №1(01).— с. 22—25.
6. Н. Ярка, С. Гринчук. Тампо- та флексодрок: діаграми Ісікави та Паретто. // «Квалілогія книги».— Л.: 2006 — с.64-65.
7. Н. Снігур, Н. Ярка, С. Гринчук. Вплив фізико-хімічної обробки полімерних плівок на їх змочуваність.// 7 Міжнародна науково-технічна конференція студентів і аспірантів «Друкарство молоде».— К.: 2007 — с.150—151.