



УДК 655.531

### МІКРОГЕОМЕТРІЯ ПОВЕРХНІ ПАПЕРУ З ВОДЯНИМИ ЗНАКАМИ

© Т. Ю. Киричок, к.т.н., доцент, Т. Є. Клименко,  
Н. Л. Малкуш, НТУУ «КПІ», Київ, Україна

**Проанализировано параметры шероховатости бумаги  
с водяными знаками методом профилометрии,  
на основе которых построены профилограммы  
поверхности исследуемых образцов.**

**The roughness parameters of paper with water marks  
were analysed by profilometry method, and surface profilo-  
grams of test specimens were built on its base.**

#### Постановка проблеми

Мікрогеометрія поверхні може характеризуватись відхиленням нерівностей від середньої лінії профілю або максимальною висотою нерівностей профілю і відстанню між ними (кроком хвилі). Оцінка профілю нерівностей поверхні може здійснюватися методом профилометрії. Цей метод базується на контактному аналізі ділянки поверхні паперу тонкою голкою, що дає змогу отримати збільшене зображення профілю поверхні за допомогою профилометра. В таких приладах досліджувана поверхня аналізується алмазною голкою з радіусом закруглення 10-12,5 мкм [1—3].

#### Мета роботи

Метою даної роботи є дослідження друкарсько-технологічних властивостей зразків, а саме побудова профилограми та визначення шорсткості поверхні паперу з водяними знаками.

#### Результати дослідження

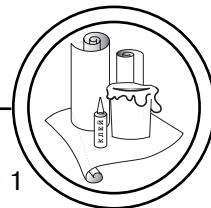
Для проведення експериментальних досліджень було ви-

користано кілька видів паперу, захищених водяними знаками. В табл. 1 наведено характеристики обраних паперів. Фотографії зразків паперу на просвіт зображені на рис. 1.

Для отримання відбитків було використано триадні фарби для офсетного аркушевого друку фірми Huber group серії Rapida. Нанесення фарбового шару здійснювалося на прободрукарському станку IGT. Профілограми отримано за допомогою профилометра з індуктивним перетворювачем, модель 296, для вимірювання профілю та параметрів шорсткості поверхні. Вимірювання проводилися зі швидкістю трасування датчика — 0,15 мм/с [4, 5].

За допомогою профилометра проводилися вимірювання поверхневої структури зразків паперу без фарби та з нанесеною фарбою, на основі яких будуються діаграми. Порівнюючи діаграми можна оцінити, як закріпилася фарба на ділянках з водяним знаком і без. Вимірювання профилометром необхідно прово-

## ПОЛІГРАФІЧНІ МАТЕРІАЛИ



Таблиця 1

## Характеристики обраних видів паперу

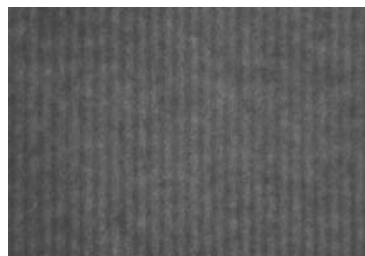
№ зразка	Назва паперу	Наявність оптичних підбілювачів/захисних волокон	Білизна, %	Непрозорість, %	Гладкість (по Бекку), с		Вбирна здатність, Кобб	Маса, г/м <sup>2</sup>
					Сіточна сторона	Лицьова сторона		
1	Security lune	-/+	79,3	85,6	28	29	27	90
2	Filidoro laid avorio	-/-	72,7	86,2	9	13	18	80
3	Chimere la hulpe	+/-	109,2	87,8	38	40	—	80

дити з однакових сторін, як для чистого, так і для задрукованого зразків. Тобто, чи з лицьової чи з сіточної сторони аркуша. Вимірювання шорсткості здійснювалося на модулі для вимірювання

фасонних профілів, що являє собою профілометр, під'єднаний до ПК. Таким чином, отримані дані профілометра оцифровуються, і по них будуються профілограми. [6] Вимірювання



а

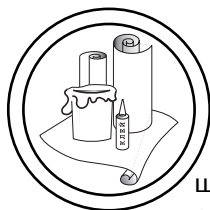


б



в

Рис. 1. Фотографії зразків паперу на просвіт: а — зразок № 1 Security lune: колір — білий молочний; водяний знак «півмісяць»; б — зразок № 2 Filidoro laid avorio: колір — слонова кістка; водяний знак «полоска»; в — зразок № 3 Chimere la hulpe: колір — білий; водяний знак «химера»



## ПОЛІГРАФІЧНІ МАТЕРІАЛИ

шорсткості здійснювалось з сіточної та лицьової сторони аркуша, на ділянках з водяним знаком та без, на незадрукованих зразках та з нанесеною плашкою фарби. Результати вимірювань наведені в табл. 2.

Середнє арифметичне відхилення профілю  $R_a$  — середнє арифметичне з абсолютних значень відхилень профілю в межах базової довжини [7, 8]:

$$R_a = \frac{1}{l} \int_0^l |y| dx, \text{ або } R_a = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_i|,$$

де  $l$  — базова довжина;  $n$  — кількість вибраних точок профілю на базовій довжині; відхилення профілю  $y$  — відстань між будь-якою точкою профілю і середньою лінією.

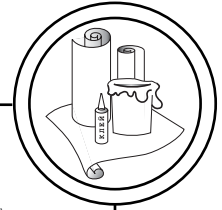
Висота нерівностей профілю за десятьма точками  $R_z$  — сума

Таблиця 2

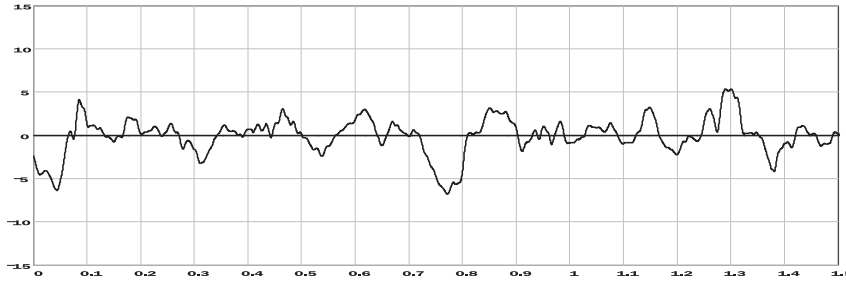
Параметри шорсткості паперу

№ зразка паперу	Ділянка без вод. знаку (без ВЗ) або з негатив. вод. знаком (ВЗ-)	Папір без фарби (без ф.) чи зі 100 % плашкою фарби (100 % ф.)	Параметри шорсткості, мкм							
			Сітчна сторона				Ліцьова сторона			
			$R_a$	$R_z$	$R_{max}$	S	$R_a$	$R_z$	$R_{max}$	S
1	ВЗ –	без ф.	3,334	3,039	20,974	0,020	2,883	1,982	20,010	0,018
		100 %	3,283	3,042	20,222	0,027	2,276	1,389	18,624	0,018
	без ВЗ	без ф.	1,906	2,495	12,591	0,017	1,541	1,041	11,566	0,015
		100 %	1,225	1,661	10,902	0,019	1,077	1,854	11,910	0,017
2	ВЗ –	без ф.	3,208	2,578	22,891	0,018	2,605	1,537	15,328	0,018
		100 %	2,908	2,276	18,718	0,019	1,984	1,195	11,484	0,017
	без ВЗ	без ф.	1,983	1,371	12,358	0,018	1,328	1,082	9,941	0,017
		100 %	1,554	1,178	11,855	0,017	1,160	1,003	10,715	0,018
3	ВЗ –	без ф.	2,524	0,796	14,448	0,014	2,102	1,952	13,954	0,016
		100 %	2,263	0,701	14,368	0,019	1,912	2,154	13,858	0,018
	без ВЗ	без ф.	1,535	0,986	10,880	0,017	1,115	0,755	10,190	0,016
		100 %	1,276	0,519	12,632	0,017	1,006	0,875	11,449	0,018

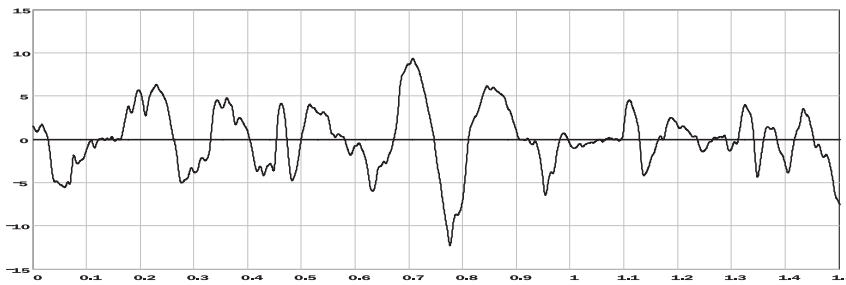
# ПОЛІГРАФІЧНІ МАТЕРІАЛИ



Лицьова сторона

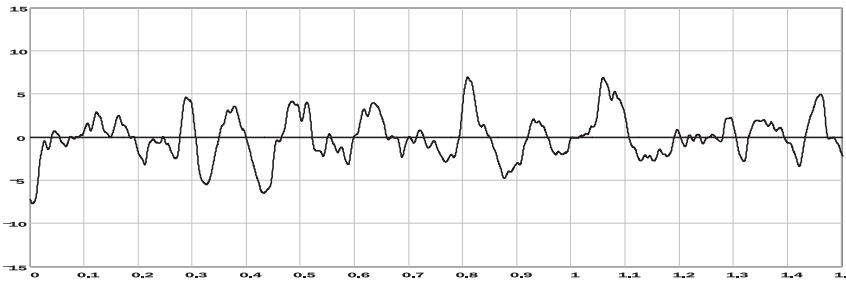


а

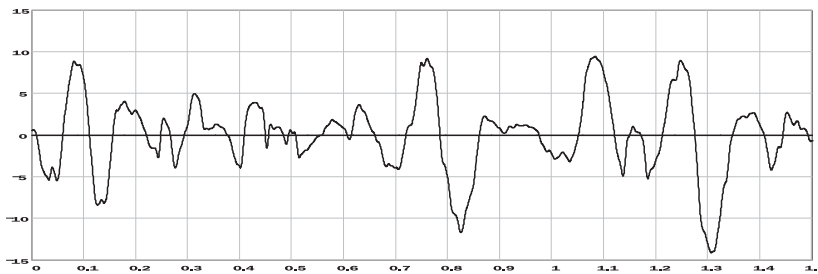


б

Сіточна сторона

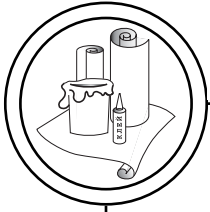


а



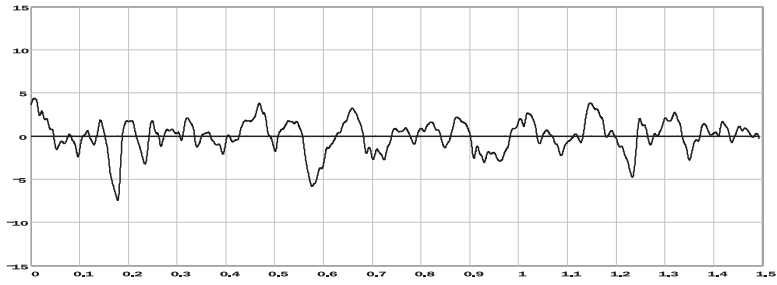
б

Рис. 2. Профілограми поверхні зразка № 1 Security lunc: а — ділянка без водяного знаку; б — ділянка з негативним водяним знаком

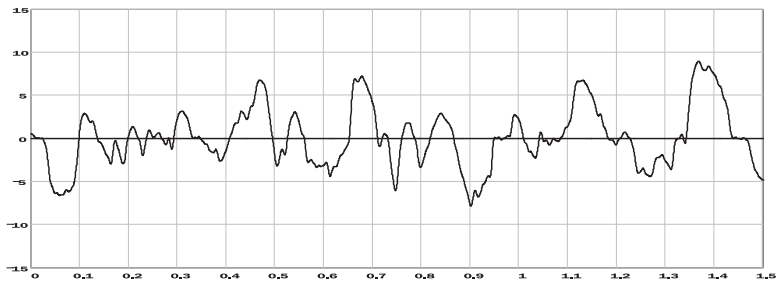


# ПОЛІГРАФІЧНІ МАТЕРІАЛИ

Лицьова сторона

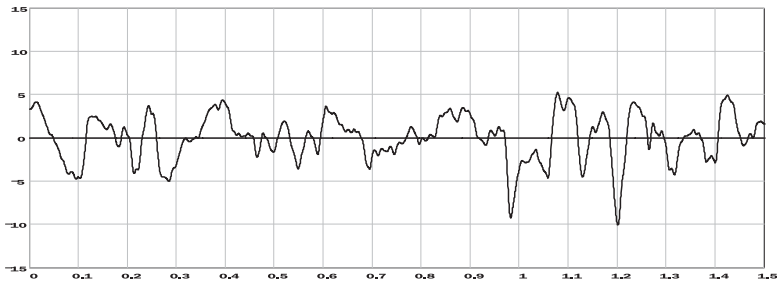


а

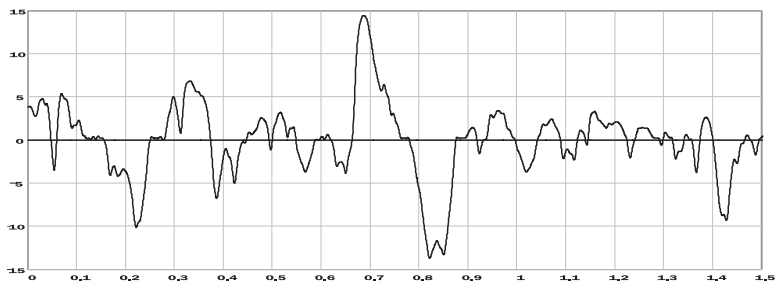


б

Сіточна сторона



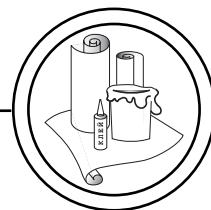
а



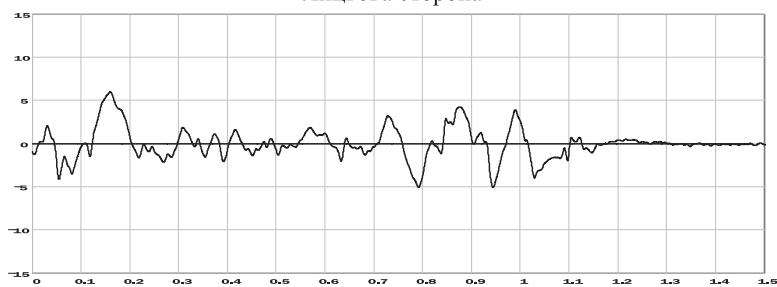
б

Рис. 3. Профілограми поверхні зразка № 2 Filidoro laid avorio: а — ділянка без водяного знаку; б — ділянка з негативним водяним знаком

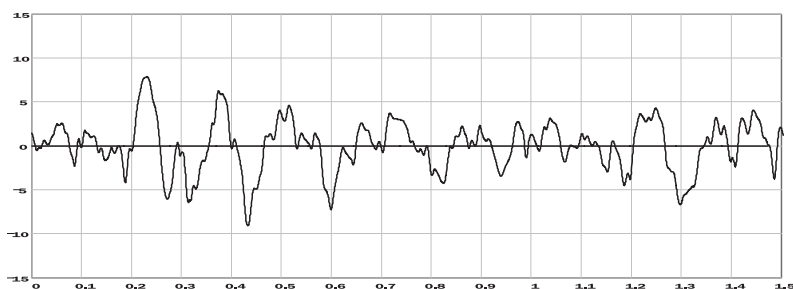
## ПОЛІГРАФІЧНІ МАТЕРІАЛИ



Лицьова сторона

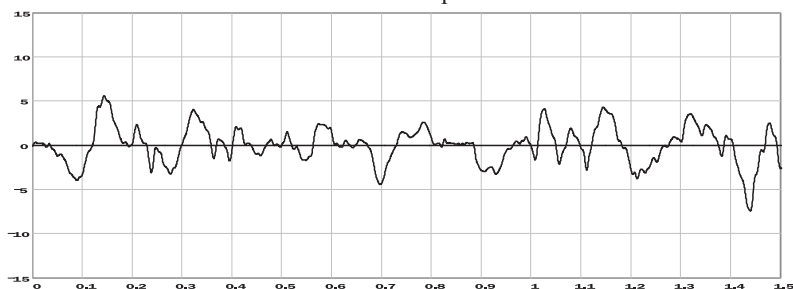


а

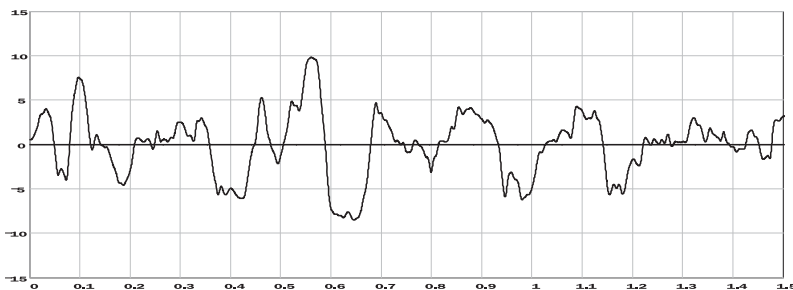


б

Сіточна сторона



а



б

Рис. 4. Профілограми поверхні зразка № 3 Chimere Ia hulpe: а — ділянка без водяного знаку; б — ділянка з негативним водяним знаком



## ПОЛІГРАФІЧНІ МАТЕРІАЛИ

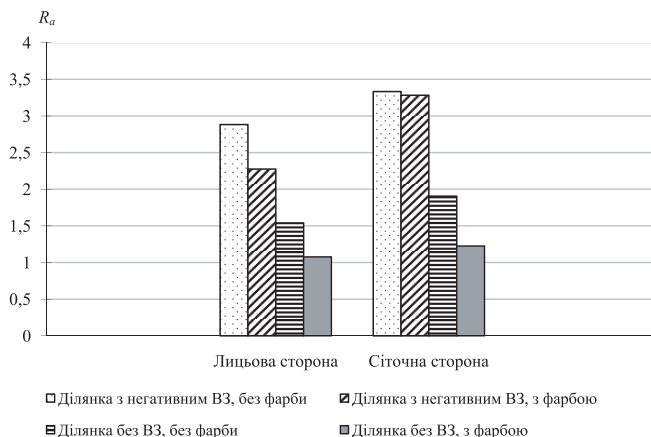


Рис. 5. Діаграми шорсткості паперу № 1 Security lune

середніх абсолютних значень висоти п'яти найбільших виступів профілю і глибини п'яти найбільших заглиблень профілю в межах базової довжини

$$R_z = \frac{\sum_{i=1}^5 |y_{pmi}| + \sum_{i=1}^5 |y_{vmi}|}{5},$$

де  $y_{pmi}$  — висота  $i$ -го найбільшого виступу профілю;  $y_{vmi}$  — глибина  $i$ -го найбільшого заглиблення профілю.

Найбільша висота нерівностей профілю  $R_{max}$  — відстань між лінією виступів профілю та лінією заглиблень профілю в межах базової довжини  $l$ .

Середній крок місцевих виступів профілю  $S$  — середнє значення кроку місцевих виступів профілю в межах базової довжини:

$$S = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n S_i,$$

де  $n$  — кількість кроків нерівностей по виступам в межах базової довжини  $l$ ;  $S_i$  — крок

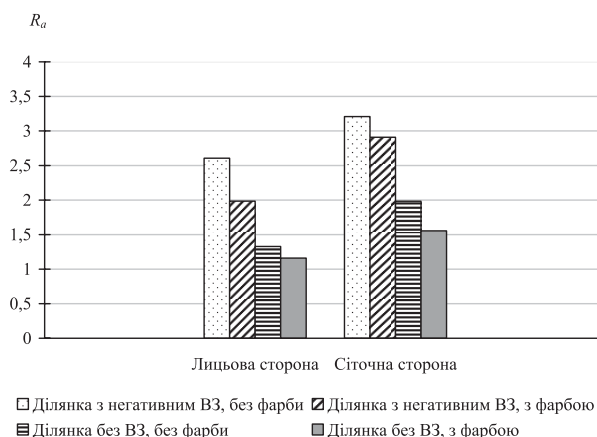


Рис. 6. Діаграми шорсткості паперу № 2 Filidoro laid avorio

## ПОЛІГРАФІЧНІ МАТЕРІАЛИ

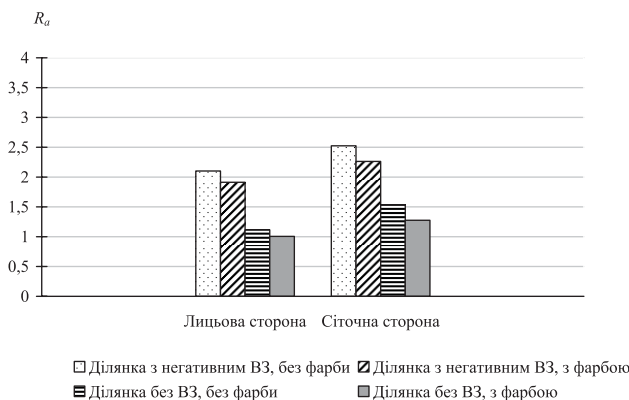
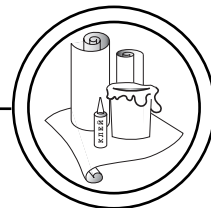


Рис. 7. Діаграми шорсткості паперу № 3 Chimere la hulpe

нерівностей профілю по виступам, який дорівнює довжині від-різка середньої лінії між проєкціями на неї двох найвищих точок сусідніх виступів профілю.

Профілограми поверхонь зразків паперу без фарби показано на рис. 2-4. На основі значень  $R_a$  побудовано діаграми шорсткості для досліджуваних зразків паперу (рис. 5-7).

### Висновки

Отримані профілограми та значення шорсткості паперу дають підстави стверджувати, що шорсткість паперу на ділянках з негативними водяними знаками є більшою, ніж на звичайній ділянці паперу, що впливає на процес перенесення та закріплення фарби. Гладкість паперу більша з лицьової сторони аркуша.

1. Козаровицький Л. А. Бумага и краска в процессе печатания / Л. А. Козаровицький. — М. : Книга, 1965. — 428 с. 2. Величко О. М. Опрацювання інформаційного потоку взаємодією елементів друкарського контакту: Монографія / О. М. Величко. — К. : Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2005. — 264 с. 3. Ольшанский Д. М. Микрогеометрия поверхности бумаги и точность воспроизведения / Д. М. Ольшанский // Полиграфия. — 1966. — № 6. — С. 27—28. 4. Шероховатость поверхности. Параметры и характеристики: ГОСТ 2789-73. — ГОСТ 2789-73. — [Чинний від 1973-04-23]. — (Міждержавний стандарт). 5. Средства измерений шероховатости поверхности профильным методом. Профилографы-профилометры контактные. Типы и параметры: ГОСТ 19300-86. — ГОСТ 19300-86. — [Чинний від 1987-07-01]. — (Міждержавний стандарт). 6. Модуль для вимірювання фасонних профілів / С. В. Майданюк, О. А. Плівак, Р. А. Бекмуратов // Вісник ЖДТУ. — 2007. — № 2(41). — С. 15—18. 7. Киричок П. О. Методи захисту цінних паперів та документів суворого обліку / П. О. Киричок, Ю. М. Коростіль, А. В. Шевчук. — К. : ВПІ ВПК «Політехніка», 2008. — 368 с. 8. Киричок П. О. Зміцнення поверхонь металевих деталей: Навч. посіб. / П. О. Киричок, В. Г. Олійник, Т. Ю. Киричок. — К. : Преса України, 2004. — 240 с.

Рецензент — В. П. Шерстюк, д.х.н.,  
професор, НТУУ «КПІ»

Надійшла до редакції 22.09.09