

УДК 655.531

Т. Ю. Киричок, канд.техн.наук, доц., Н. Л. Малкуш, Т. Є. Клименко,  
НТУ України «Київський політехнічний інститут», м.Київ, Україна

## ДОСЛІДЖЕННЯ ШОРСТКОСТІ ПАПЕРУ З ВОДЯНИМИ ЗНАКАМИ

*Проведены исследования образцов бумаги с сеточной и с лицевой сторон, на участке водяного знака и вне его, с краской и без нее. Проанализированы параметры шероховатости бумаги с водяными знаками методом профилометрии, на основе которых построены профилограммы поверхности исследуемых образцов. На основе полученных параметров среднего арифметического отклонения профиля построены диаграммы шероховатости бумаги.*

*The researches of paper samples from the grid and the front side, on the site of a watermark and outside with ink and without it. The roughness parameters of paper with water marks were analysed by profilometry method, and surface profilograms of test specimens were built on its base. Based on the parameters of the arithmetic mean deviation of profile diagrams roughness of the paper.*

### Постановка проблеми

Поверхня паперу має нерівності, які утворюються внаслідок впливу низки чинників. Розрізняють мікро- і макронерівності поверхні паперу. Мікронерівності — це нерівності поверхні, пов'язані з первинними елементами структури: нещільним приляганням структурних елементів паперу (волокон, частинок наповнювача), розмірами самих волокон. Макронерівності – це нерівності з великим кроком, які поширюються на великі ділянки поверхні паперу. Вони порушують загальний рівень поверхні і надають їй нерівність. Каландрування хаотично сформованого паперу вирівнює його товщину, але створює папір з неоднорідною щільністю та здатністю поглинати фарбу. Розрізняють також макронерівності систематичного порядку. Вони зустрічаються у паперах спеціального призначення і мають вигляд водяних знаків.

При формуванні водяного знаку на папероробній машині змінюється товщина паперу, а каландрування неоднаково впливає на різні ділянки аркушу, тому можна припустити, що шорсткість паперу на різних ділянках суттєво відрізняється.

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 профілометрії. Цей метод базується на контактному аналізі ділянки поверхні паперу тонкою голкою, що дає змогу отримати збільшене зображення профілю поверхні за допомогою профілометра. В таких приладах досліджувана поверхня аналізується алмазною голкою з радіусом закруглення 10–12,5 мкм. [1, 2, 3]

### Мета роботи

Метою даної роботи є дослідження методом профілометрії шорсткості різних ділянок паперу з водяними знаками.

### Результати дослідження

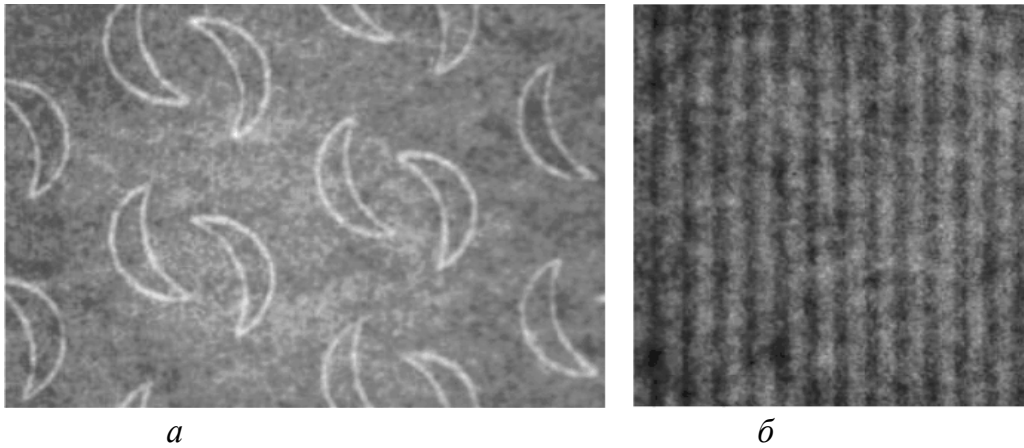
Для проведення експериментальних досліджень було використано кілька видів паперу, захищених водяними знаками. В табл. 1 наведено характеристики обраних паперів. Фотографії зразків паперу на просвіт зображені на рис. 1.

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

Таблиця 1

Характеристики обраних видів паперу

№ зразка	Назва паперу	Наявність оптичних підбілювачів / захисних волокон	Білизна, %	Непрозорість, %	Гладкість (по Бекку), сек.		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



**Рис. 1. Фотографії зразків паперу на просвіт**  
***a*** – зразок №1 Security lune: колір - білий молочний; водяний знак "півмісяць"; ***б*** – зразок №2 Filidoro laid avorio: колір - слонова кістка; водяний знак "полоска";

За допомогою профілометра проводилися вимірювання поверхневої структури зразків паперу без фарби та з нанесеною фарбою, на основі яких будуються діаграми. Вимірювання профілометром необхідно проводити з однакових сторін, як для чистого, так і для задрукованого зразків. Тобто, чи з лицьової чи з сіточної сторони аркуша. Вимірювання шорсткості здійснювалось 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 шорсткості здійснювалось з сіточної та лицьової сторони аркуша, на ділянках з водяним знаком та без, на нездрукованих зразках та з нанесеною плашкою фарби. Результати вимірювань наведені в табл. 2.

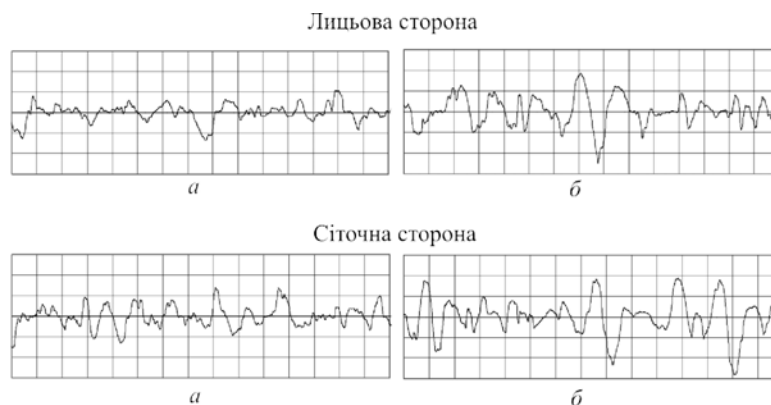
Таблиця 2

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							
			Сіточна сторона				Лицьова 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

Середнє арифметичне відхилення профілю  $R_a$ , висота нерівностей профілю за десятьма точками  $R_z$ , найбільша висота нерівностей профілю  $R_{max}$ , середній крок місцевих виступів профілю  $S$  визначалися за ГОСТ 2789-73 та ГОСТ 19300-86.

Профілограми поверхонь зразків паперу без фарби показано на рис. 2,3. На основі значень  $R_a$  побудовано діаграми шорсткості для досліджуваних зразків паперу (рис. 4,5).



**Рис. 2. Профілограми поверхні зразка №1 Security lune**  
***a*** – ділянка без водяного знаку; ***б*** – ділянка з негативним водяним знаком

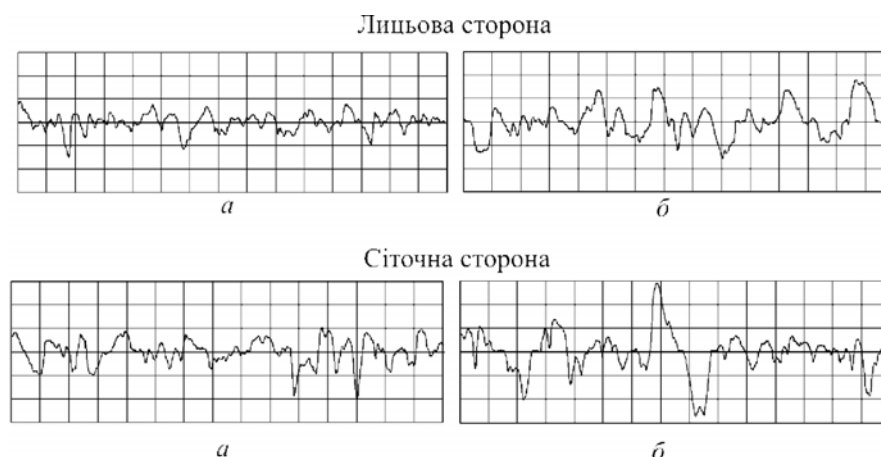


Рис. 3. Профілограми поверхні зразка №2 Filidoro laid avorio;  
*a* – ділянка без водяного знаку; *б* – ділянка з негативним водяним знаком

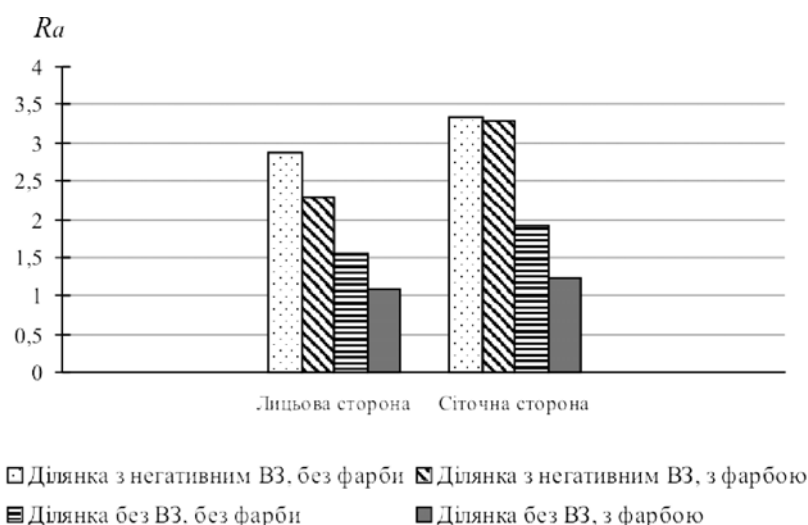


Рис. 4. Діаграми шорсткості паперу №1 Security lune

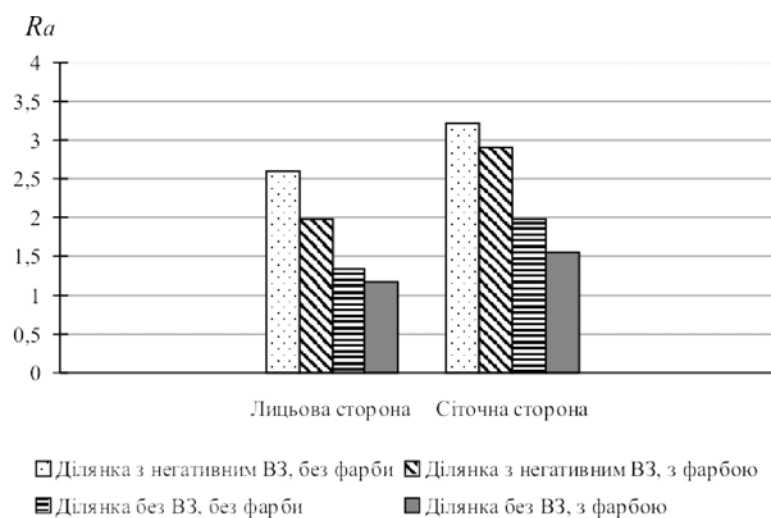


Рис. 5. Діаграми шорсткості паперу №2 Filidoro laid avorio

### Висновки

Отримані профілограми та діаграми дають підстави стверджувати, що значення шорсткості на різних ділянках паперу суттєво відрізняється. На ділянках з негативними водяними знаками значення шорсткості є максимальним, а на позитивних – мінімальне, на зразках із нанесеною фарбою шорсткість зменшується. Гладкість паперу більша з лицьової сторони аркуша.

## Список літератури

1. Козаровицький Л. А. Бумага и краска в процессе печатания / Козаровицький Л. А. – М.: «Книга», 1965. – 428 с.
2. Величко О. М. Опрацювання інформаційного потоку взаємодією елементів друкарського контакту: Монографія / Величко О. М. – 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 / Киричок П. О., Коростіль Ю. М., Шевчук А. В. – ВП 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.

УДК 621.9.06

Д.О. Дмитрієв канд. техн.наук  
 НТУ України "Київський політехнічний інститут" м.Київ, Україна

## КОМПОНОВКИ І КІНЕМАТИКА СВЕРДЛИЛЬНО-ФРЕЗЕРНИХ ВЕРСТАТІВ З МЕХАНІЗМАМИ ПАРАЛЕЛЬНОЇ СТРУКТУРИ

*Рассмотрено проектирование компоновок металлорежущих станков с МПС на основе биглайда и бипода. Показаны приемы увеличения функциональности в компоновках станков без усложнения кинематической структуры МПС и их математическое моделирование.*

*Planning of arrangements of metal-cutting machine-tools is considered with PKM on the basis of biglide and bipod. The receptions of increase of functionality are rotined in arrangements of machine-tools without complication of kinematics structure of PKM and their mathematical design.*

**Вступ.** В сучасних умовах в машинобудуванні широко впроваджуються високі технології з використанням технологічного обладнання на основі мехатронних систем. У верстатному обладнанні з кінематичними ланками і виконавчим органом (ВО), що утворюють замкнений просторовий контур, застосовують механізми паралельної структури (МПС), які мають певні переваги в порівнянні з традиційними послідовними кінематичними ланцюгами [1]. А саме, підвищена ступінь вільності і високі швидкості та прискорення ВО, багатофункціональність обладнання, можливість обробки деталі з усіх боків (крім базової) за один установ. Технічні недоліки, допущені в компоновці верстату, неможливо виправити в подальшому удосконалення окремих вузлів і складових елементів верстатної системи. Тому відповідальним етапом проектування при виготовленні верстатного обладнання є етап розробки компонуальної схеми у відповідності до технологічних задач [2, 3].

**Постановка проблеми.** В останній час широко пропонуються верстати-гексаподи, модулі Tricept і інші з телескопічними штангами змінної довжини. Дана тенденція ґрунтується на прагненні розробників нового обладнання забезпечити повну функціональність лише за рахунок кінематичних властивостей самого МПС. Однак, при цьому з'являються певні обмеження: кут повороту шарнірів, довжина штанг, підвищена металоємність, невеликий робочий простір та кути підходу ВО до оброблюваної поверхні і ін. Для розширення технологічних можливостей, забезпечення потрібної якості та функціональності визначають, як правило, наступні шляхи: удосконалення кінематичної структури МПС; удосконалення конструкції вузлів і складових елементів; створення оптимальної компоновки обладнання в поєднанні з традиційними кінематичними структурами. Для вирішення даних задач і розвитку в Україні верстатних систем з МПС на кафедрі конструювання верстатів і машин НТУУ "Київський політехнічний інститут" проводяться дослідження згідно дербюджетного замовлення під керівництвом проф. Ю.М. Кузнєцова, результати яких викладено в матеріалах статті.