

Wpływ struktury tkanin bawełnianych na ich topografię

Influence of structure of cotton woven fabrics on their topography

Gabriela Kosiuk, Małgorzata Matusiak*

Politechnika Łódzka, Wydział Technologii Materiałowych i Wzornictwa Tekstyliów,
Instytut Architektury Tekstyliów

Streszczenie

Podstawowe parametry struktury tkanin to: splot, licznosc osnowy i watku oraz masa liniowa osnowy i watku. Wymienione parametry wplywaja na ksztaltowanie sie wlasciwosci tkanin. Jedna z istotnych cech tkanin jest jakoosc ich powierzchni, w tym topografia powierzchni. Charakteryzuje ona uksztaltowanie powierzchni tkanin. W ramach pracy wykonano badania topografii powierzchni tkanin bawełnianych o splocie plociennym. Badane tkaniny roznia sie miedy soba licznoscia watku. Badania topografii powierzchni tkanin wykonano za pomoca profilometru *MicroSpy Profile* wspolpracujacego ze specjalistycznym oprogramowaniem *Mark III*. Na podstawie uzyskanych wynikow przeanalizowano wplyw licznosci watku na wybrane parametry charakteryzujace topografie powierzchni tkanin.

Abstract

The basic parameters of the woven fabrics' structure are the following: weave, warp and weft density as well as warp and weft linear density. The aforementioned parameters influence the properties of fabrics. One of the important characteristics of fabrics is the quality of their surface, including the surface topography. The topography characterizes the surface structure of fabrics. In the frame of presented work, the topography of the surface of cotton fabrics with a plain weave was tested. The fabrics being the objects of the investigation differ between each other in the rage of weft density. The study of the surface topography of fabrics was performed using the *MicroSpy Profile* profilometer cooperating with specialized *Mark III* software. Based on the obtained results, the influence of weft density on the selected parameter characterizing the topography of the fabric surface was analyzed.

Słowa kluczowe: tkaniny bawełniane, topografia powierzchni, chropowatość, profilometr

Keywords: cotton woven fabrics, surface topography, roughness, profilometer

* autor korespondencyjny: dr hab. inż. Małgorzata Matusiak - malgorzata.matusiak@p.lodz.pl

1. Wprowadzenie

Istnieje wiele cech, które charakteryzują jakość tkanin. Żyliński [1] podzielił je na trzy zasadnicze grupy:

- cechy istotne z punktu widzenia możliwości sformatowaniażądanego wyrobu,
- cechy wpływające na właściwości użytkowe wytwarzanego produktu,
- cechy stanowiące o trwałości (czasie użytkowania) wyrobów.

Kształtowanie się poszczególnych właściwości tkanin zależy od ich struktury.

Podstawowe parametry strukturalne tkanin to:

- splot,
- licznosc osnowy i wątku,
- masa liniowa osnowy i wątku.

Splot tkacki określa sposób wzajemnego przeplatania się osnowy i wątku. Najprostszym splotem tkackim jest splot płócienny. W splocie płóciennym nitka wątku przebiega kolejno pod jedną, a następnie nad jedną nitką osnowy.

Licznosc nitek określa liczbę nitek w jednostce długości. Odzwierciedla ona zagęszczenie struktury tkaniny. Rozróżnia się licznosc osnowy i licznosc wątku. Masa liniowa przędzy jest parametrem charakteryzującym grubosc przędzy i najczęściej wyrażana jest w jednostce tex. Jednostka tex odpowiada masie odcinka przędzy o długości 1 km (1000 m).

Liczne badania wykazały, że ww. parametry struktury tkanin wpływają na ich właściwości: mechaniczne, technologiczne, estetyczne i użytkowe [2-5]. Jedną z istotnych cech jakościowych tkanin jest jakość ich powierzchni. Wpływa ona zarówno na wygląd tkanin, jak też na właściwości użytkowe, takie jak np. izolacyjność cieplna czy transport wilgoci. Dotyczy to zwłaszcza tkanin użytkowanych w bezpośrednim kontakcie ze skórą człowieka. W kontakcie ze skórą człowieka, jak również we wzajemnym kontakcie tkanin ważną rolę odgrywa topografia powierzchni charakteryzująca kształt powierzchni oraz

obecność i wzajemne położenie charakterystycznych obiektów i punktów. Istnieje wiele metod badania topografii powierzchni obiektów. Ogólnie metody te można podzielić na kontaktowe i bezkontaktowe [6]. We włókiennictwie najbardziej rozpowszechniona i najczęściej stosowana jest metoda pomiaru parametrów powierzchni materiałów włókienniczych za pomocą modułu systemu KES (*Kawabata Evaluation System*) – KES – FB 4 [7]. Jest to metoda kontaktowa za pomocą której wyznacza się chropowatość powierzchni. Wadą metod kontaktowych jest możliwość odkształcania się powierzchni materiałów włókienniczych pod wpływem przesuwania się po mierzonej powierzchni czujnika przyrządu pomiarowego. To może prowadzić do błędów pomiaru. W niniejszej pracy do badania topografii powierzchni tkanin zastosowano metodę bezkontaktową.

Celem badań była analiza wpływu licznosci wątku na wybrane parametry charakteryzujące topografię powierzchni tkanin.

2. Materiały i metody badawcze

Badaniom topografii powierzchni poddano 3 warianty tkanin bawełnianych wykończonych. Były to tkaniny o splocie płóciennym wykonane na bazie jednej osnowy z przędzy bezwrzecionowej o masie liniowej 50 tex. Jako wątek wprowadzono przędzę bezwrzecionową o masie liniowej 100 tex. Zastosowano trzy warianty licznosci wątku: 11/cm, 9/cm oraz 7/cm. Warianty tkanin oznaczono symbolami literowymi, odpowiednio: A, B i C.

Tkaniny zostały poddane badaniom w zakresie podstawowych parametrów struktury. Badania wykonano zgodnie z odpowiednimi normami [8-11]. Podstawowe parametry strukturalne tkanin poddanych badaniom w zakresie topografii powierzchni przedstawiono w Tabeli 1.

Tabela 1. Podstawowe parametry tkanin bawełnianych

Parametr	Jednostka	Wartość parametru		
		Liczność wątku: 11/cm	Liczność wątku: 9/cm	Liczność wątku: 7/cm
		Wariant A	Wariant B	Wariant C
Liczność osnowy	cm ⁻¹	31,2	31,4	31,4
Liczność wątku	cm ⁻¹	11,5	9,4	7,3
Masa powierzchniowa	gm ⁻²	292	269	242
Wrobienie osnowy	%	14,2	9,6	7,0
Wrobienie wątku	%	2,7	2,9	2,4
Grubość	mm	0,67	0,69	0,71

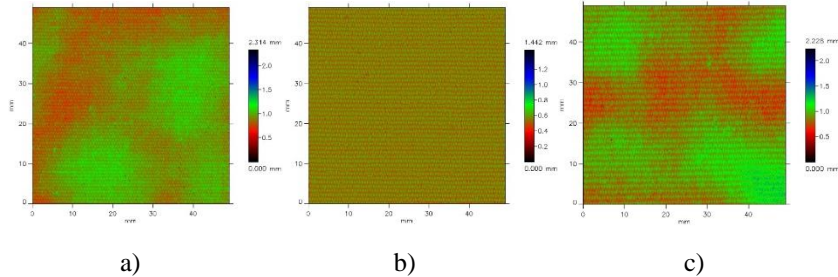
Badania topografii powierzchni tkanin wykonano za pomocą profilometru *MicroSpy® Profilometer* (Rys. 1) firmy *FRT the art of technology™*.

**Rys. 1.** Profilometr *MicroSpy® Profilometer* firmy FRT [12].

Dla każdego wariantu tkanin wykonano skanowanie próbek na prawej stronie tkanin. Powierzchnia skanowania wynosiła 49 mm x 49 mm. Uzyskane skany tkanin przetwarzano w specjalistycznym programie Mark III [13]. W pierwszej kolejności obrazy poddano modyfikacji w celu usunięcia danych wadliwych i brakujących. W oparciu o wyniki skanowania przeanalizowano topografię powierzchni badanych tkanin. Parametry charakteryzujące strukturę geometryczną powierzchni tkanin wyznaczano w oparciu o normę PN EN ISO 4287: 1993 [14].

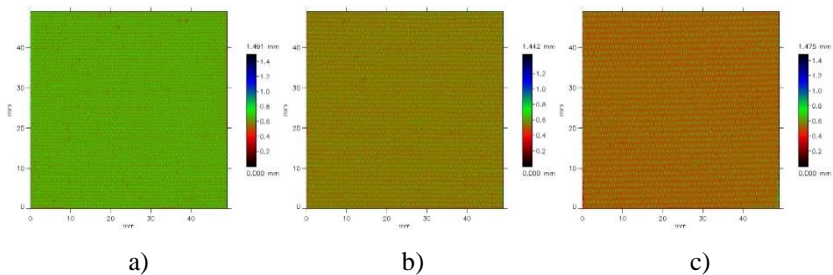
3. Wyniki badań

Na Rys. 2 przedstawiono uzyskane obrazy badanych tkanin. Obok obrazów po prawej stronie umieszczono skalę wartości współrzędnej z (wysokości).



Rys. 2. Skany tkanin uzyskane za pomocą profilometru MicroSpy Profile: a) wariant A, wariant B, c) wariant C [źródło: opracowanie własne].

Tkaniny są materiałami wiotkimi. Poza tym wykazują pewną pamięć kształtu. Dlatego też niemożliwe jest ułożenie próbek tkanin w taki sposób, żeby idealnie przylegały do stolika pomiarowego profilometru. Zaobserwowano występowanie zjawiska falistości. Nie wynikała ona z falistości powierzchni tkanin, ale z niedokładnego przylegania próbek do stolika, a tym samym położenia próbek w pewnym niewielkim stopniu odbiegającego od poziomego. Aby to wyeliminować, przy wyznaczaniu parametrów chropowatości zastosowano odpowiednie filtry. Obrazy powierzchni badanych tkanin po wyeliminowaniu falistości przedstawiono na Rys. 3. Wyraźnie widać, że rozkład wysokości (wielkości z) jest bardziej równomierny, a zakres wartości wielkości z jest istotnie mniejszy niż zarejestrowana dla obrazów tkanin przed zastosowaniem filtra (Rys. 2).



Rys. 3. Skany tkanin po wyeliminowaniu falistości: a) wariant A, wariant B, c) wariant C [źródło: opracowanie własne].

Za pomocą zastosowanego oprogramowania można wyznaczyć wartości szeregu parametrów charakteryzujących topografię powierzchni tkanin.

Parametr sR_a to średnia arytmetyczna rzędnych profilu chropowatości, czyli wszystkich wartości z występujących na badanej powierzchni [14]. Parametr sR_a stanowi miarę chropowatości powierzchni i wyrażany jest wzorem (1):

$$sR_a = \frac{1}{A} \int_A |z(x, y)| dx dy \quad (1)$$

gdzie:

A – pole powierzchni,

z, x, y , – współrzędne kartezjańskie.

Parametr sR_q wyraża średnią kwadratową rzędnych profilu chropowatości [14], wyrażoną poniższym wzorem:

$$sR_q = \sqrt{\frac{1}{A} \iint_A z^2(x, y) dx dy} \quad (2)$$

Według niektórych opinii parametr sR_q w lepszym stopniu odzwierciedla chropowatość powierzchni niż parametr sR_a .

Parametr sR_{sk} zwany jest skośnością. Jest on miarą asymetrii rozkładu wartości z . Współczynnik skośności przyjmuje wartość zero dla rozkładu symetrycznego (normalnego), wartości ujemne dla rozkładów o lewostronnej asymetrii (wydłużone lewe ramię rozkładu) i wartości dodatnie dla rozkładów o prawostronnej asymetrii (wydłużone prawe ramię rozkładu). W Tabeli 2 przedstawiono tylko wytypowane parametry.

Tabela 2. Wartości parametrów charakteryzujących geometryczną strukturę powierzchni tkanin gofrowanych

Parametr	Jednostka	Wariant tkaniny		
		A	B	C
sR_a	mm	0,047	0,046	0,053
sR_q	mm	0,059	0,570	0,660
sR_{sk}	-	0,540	0,160	-0,040
sR_{ku}	-	7,865	6,115	4,959

Zgodnie z normą [14] parametry chropowatości powierzchni wyznaczono metodą profilową. Przedrostek „s” oznacza wartość parametrów obliczoną dla analizowanej powierzchni (*s* – *surface*).

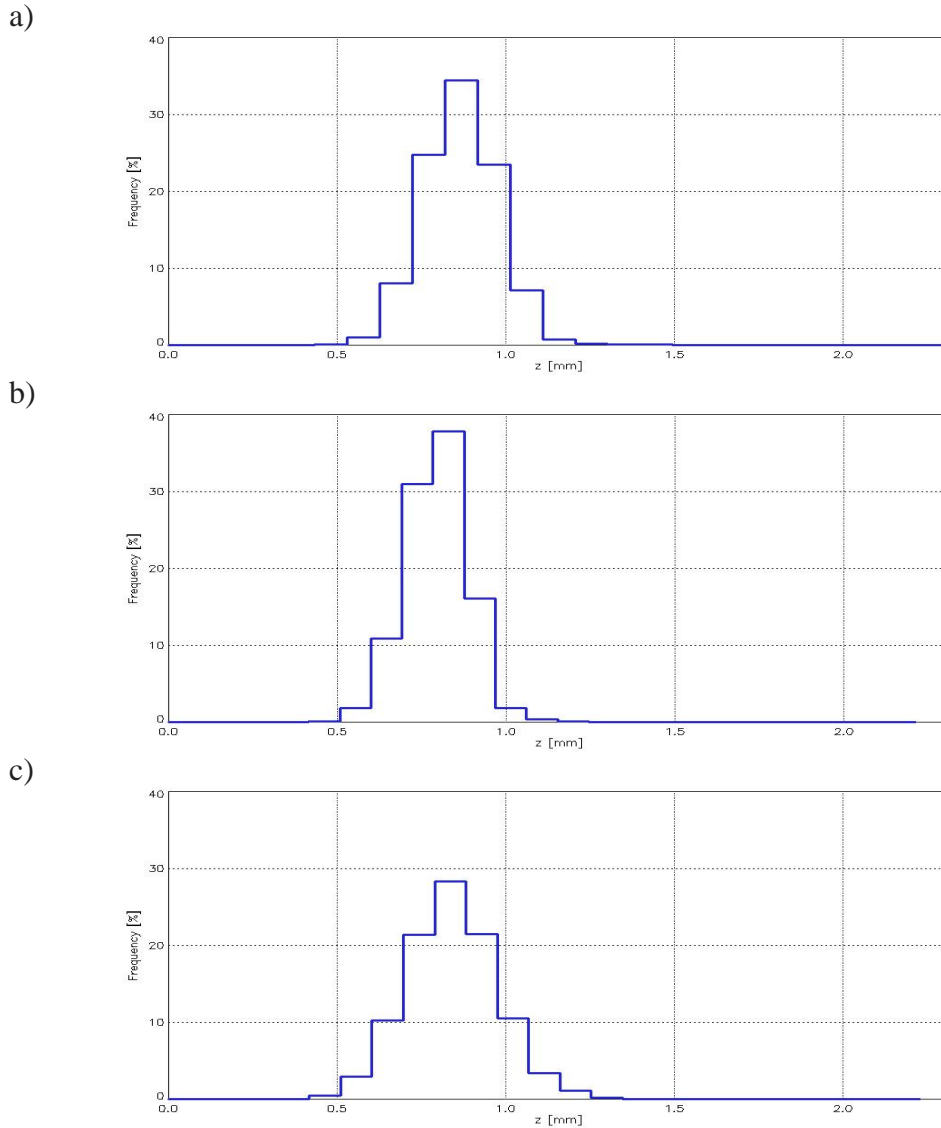
Uzyskane wyniki wykazały, że warianty tkanin A i B charakteryzują się zbliżoną wartością obu parametrów, tj. sR_a i sR_q . Natomiast tkanina C o najmniejszej liczności wątku odznacza się znacznie wyższą wartością parametrów sR_a i sR_q w porównaniu do tkanin A i B. Przedstawione badania są badaniami wstępnymi. Na tym etapie nie można jeszcze jednoznacznie wyjaśnić stwierdzonych różnic wartości wyżej wymienionych parametrów.

W przypadku parametru sR_{sk} również stwierdzono różnice pomiędzy tkaniną oznaczoną symbolem C, a pozostałymi tkaninami poddanymi badaniom. Dla tkaniny C uzyskano ujemną wartość parametru sR_{sk} , co oznacza, że rozkład wartości *z* (wysokości) jest odchylony w lewo. Należy jednak zwrócić uwagę, że ujemna wartość sR_{sk} dla tkaniny C jest nieznacznie niższa od 0, czyli odchylenie od rozkładu symetrycznego jest niewielkie. Natomiast dla tkanin A i B stwierdzono wartości dodatnie, czyli odchylenie rozkładu wartości *z* od rozkładu symetrycznego w kierunku wartości dodatnich.

Ostatni z parametrów przedstawionych w Tabeli 2 to sR_{ku} – kurtoza. Jest ona miarą koncentracji wyników. Określany jest również miarą spłaszczenia rozkładu. Kurtoza informuje o tym, na ile wyniki są skoncentrowane wokół średniej. Jeżeli sR_{ku} jest równa 3, oznacza to rozkład normalny. Wartość kurtozy wyższa od liczby 3 oznacza rozkład ostry.

Natomiast przy wartości kurtozy poniżej 3 wykres rozkładu wartości *z* jest spłaszczony. W przypadku badanych tkanin wartość kurtozy dla wszystkich wariantów jest większa od 3. Mamy zatem do czynienia z ostrym kształtem krzywej rozkładu wartości *z*.

Na podstawie danych z profilometru wyznaczono histogramy ilustrujące rozkład wysokości powierzchni badanych tkanin. Histogramy przedstawiono na Rys. 4.

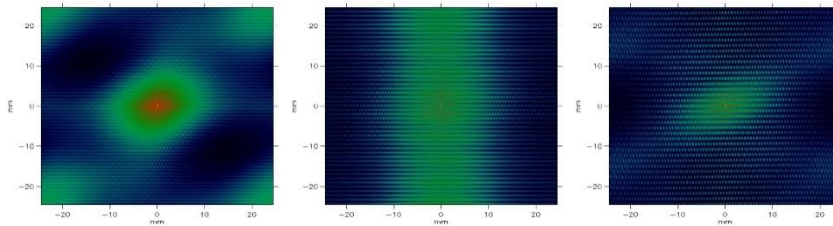


Rys. 4. Histogram wartości z (wysokości): a) wariant A, wariant B, c) wariant C.

Najczęściej występująca wysokość kształtowała się odpowiednio: wariant A – 0,868 mm (34,4%) ogółu wartości z , wariant B – 0,829 mm (37,8%) i wariant C – 0,836 mm (28,3%). Podobnie, jak dla poprzednich parametrów, również dla histogramów stwierdzono, że liczność wątku w badanych tkaninach ma wpływ na kształt (wysokość najliczniejszej klasy i udział procentowy najliczniejszej klasy w całkowitej liczbie obserwacji) histogramów wysokości powierzchni tkanin.

Dla badanych wariantów tkanin wyznaczono również funkcję autokorelacji. Autokorelacja jest narzędziem matematycznym często używanym w przetwarzaniu sygnałów do analizowania funkcji lub serii wartości. Jest to statystyka opisująca, w jakim stopniu dany wyraz szeregu zależy od wyrazów poprzednich w szeregu czasowym [15].

Uzyskane funkcje autokorelacji przedstawiono na Rys. 5. W przypadku funkcji autokorelacji również odnotowano wpływ licznosci wątku w badanych wariantach tkanin o jednakowych pozostałych parametrach strukturalnych.



Rys. 5. Funkcja autokorelacji wartości z (wysokości): a) wariant A, wariant B, c) wariant C
[Źródło: opracowanie własne].

4. Podsumowanie

W niniejszym artykule przedstawiono wstępne badania topografii powierzchni tkanin oparte o bezkontaktowy pomiar struktury geometrycznej powierzchni tkanin. Badaniom poddano tkaniny bawełniane o splocie płóciennym wykonane na bazie jednej osnowy. W tkaninach zastosowano jednakową przędzę wątkową. Badane warianty różniły się między sobą licznoscią wątku. Pomiar struktury powierzchni tkanin wykonano za pomocą profilometru *MicroSpy Profile* firmy FRT współpracującego ze specjalistycznym oprogramowaniem Mark III. Zastosowana metoda pozwala na wyznaczeniu wszystkich możliwych, opisanych w odpowiednich normach, charakterystyk powierzchni badanych obiektów. W artykule przedstawiono tylko przykładowe wyniki dla tkanin poddanych pomiarom.

Na podstawie przeprowadzonych badań wstępnych stwierdzono, co następuje:

- zmiana liczności wątku przy zachowaniu jednakowych pozostałych parametrów struktury tkanin w istotny sposób wpływa na topografię ich powierzchni,
- profilometr MicroSpy Profile firmy FRT wraz z oprogramowaniem Mark III umożliwia kompleksowe badania struktury geometrycznej powierzchni tkanin.

Źródło finansowania

Badania częściowo finansowane przez Narodowe Centrum Nauki w ramach projektu badawczego pt.: „Geometryczna, mechaniczna i biofizyczna parametryzacja trójwymiarowych struktur tkanych”, nr projektu: 2016/23/B/ST8/02041.

Literatura

- [1] Żyliński T.: *Metrologia włókiennicza III*, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1969.
- [2] Żurek W., Kopias K.: *Struktura płaskich wyrobów włókienniczych*, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1977.
- [3] Matusiak M.: *Influence of the structural parameters of woven fabrics on their drapeability*, *Fibres and Textiles in Eastern Europe* **1** (21), 2017, str. 56-64.
- [4] Milašius V., Milašius R., Kumpikaitė E., Olšauskienė A.: *Influence of fabric structure on some technological and end – use properties*, *Fibres and Textiles in Eastern Europe* **2** (41), 2003, str. 48-51.
- [5] Tokarska M.: *Neural model of the permeability features of woven fabrics*, *Textile Research Journal* **74** (12), 2004, str. 1045-1048.
- [6] Calvimontes A., Badrul Hasan M.M., Dutschk V.: *Effects of topographic structure on wettability of woven fabrics*, w: Dobnik - Dubrowski P. [red]: *Woven fabric engineering*, Sciyo 2010.
- [7] Krucińska I., Konecki W., Michalak M.: *Systemy pomiarowe we włókiennictwie*, Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej, Łódź 2006.
- [8] PN-ISO 3801:1993. *Tekstylia – Tkaniny – Wyznaczanie masy liniowej i powierzchniowej*.
- [9] PN-EN 1049 – 2:2000. *Tekstylia – Metody analizy struktury wyrobów tkanych – Wyznaczanie liczby nitek na jednostkę długości*.
- [10] PN-P-04636:1988. *Metody badań wyrobów włókienniczych – Wyroby tkane – Wyznaczanie wrobienia nitek osnowy i wątku*.
- [11] PN-EN ISO 5084:1999. *Tekstylia wyznaczanie grubości wyrobów włókienniczych*.

- [12] Operating Manual FRT MicroSpy® Profile, Version 2.104, FRT the art of technology™, Bergisch Gladbach, Germany 2016.
- [13] Manual Mark III. Version 3.11 R2T1, FRT the art of technology™, Bergisch Gladbach, Germany 2018.
- [14] PN-EN ISO 4287:1999. *Specyfikacje geometrii wytrobów – Struktura geometryczna powierzchni: metoda profilowa – Terminy, definicje i parametry struktury geometrycznej powierzchni.*
- [15] Faisall F., Novianti P., Rizal J.: *The application of spatial analysis and time series in modeling the frequency of earthquake events in Bengkulu province*, Aceh International Journal of Science and Technology **7** (2), 2018, str. 103-114.