

Spis treści

Od Autorów	5
Autorzy rozdziałów	9
Wykaz oznaczeń	11
1. Tkaniny i ich właściwości	13
<i>Małgorzata Matusiak</i>	
1.1. Ogólne wiadomości o tkaninach	13
1.2. Właściwości tkanin	24
1.3. Tkaniny gofrowane	29
2. Maksymalna siła zrywająca i względne wydłużenie przy zerwaniu tkanin gofrowanych	47
<i>Małgorzata Matusiak, Janusz Zieliński</i>	
2.1. Wpływ sposobu przygotowania próbki do badań na wyniki pomiaru maksymalnej siły zrywającej i względnego wydłużenia przy maksymalnej sile zrywającej w kierunku osnowy tkanin gofrowanych	51
2.2. Wpływ raportu efektu gofrowania oraz masy liniowej przędzy wątkowej na maksymalną siłę zrywającą i względne wydłużenie przy maksymalnej sile zrywającej tkanin gofrowanych	61
3. Sztywność zginania tkanin gofrowanych	79
<i>Małgorzata Matusiak</i>	
3.1. Wpływ sposobu przygotowania próbki do badań na wyniki pomiaru sztywności zginania w kierunku osnowy tkanin gofrowanych	95
3.2. Wpływ raportu efektu gofrowania i masy liniowej przędzy wątkowej na sztywność zginania tkanin gofrowanych	113
3.3. Sztywność wielokierunkowa tkanin gofrowanych	133
3.4. Układalność tkanin gofrowanych	136
4. Tarcie tkanin gofrowanych	155
<i>Łukasz Frącczak</i>	
4.1. Zjawisko tarcia – pojęcia podstawowe	155
4.1.1. Tarcie toczne	157
4.1.2. Tarcie ślizgowe	159
4.2. Tarcie w tkaninach	160
4.3. Metody pomiaru współczynnika tarcia materiałów włókienniczych	168
4.4. Badania sił tarcia tkanin gofrowanych	168
4.4.1. Struktura gofrowana i związane z nią problemy	168
4.4.2. Stanowisko badawcze	169

4.4.3. Badania pasków: gofrowanych i gładkich w tkaninach gofrowanych	170
4.4.4. Badania tarcia tkanin gofrowanych z zastosowaniem karetki pomiarowej	180
4.5. Podsumowanie	195
5. Analiza struktury geometrycznej tkanin gofrowanych	199
<i>Lukasz Frączczak, Piotr Zgórniak</i>	
5.1. Wprowadzenie	199
5.2. Metody triangulacyjne	201
5.3. Wybór optymalnej metody skanowania trójwymiarowego	207
5.4. Stanowisko wykorzystujące metodę triangulacji laserowej	207
5.5. Obróbka danych surowych	209
5.6. Problem parametryzacji geometrii	214
5.7. Wyniki badań	216
6. Badania właściwości powierzchniowych tkanin gofrowanych za pomocą przyrządu KES-FB4	243
<i>Małgorzata Matusiak, Vladimir Bajzik</i>	
6.1. Pomiar właściwości powierzchniowych tkanin	246
6.2. Zastosowanie przyrządu KES-FB4 do pomiaru tkanin gofrowanych	253
6.2.1. Wyniki pomiaru tarcia i ich dyskusja	255
6.2.2. Wyniki pomiaru chropowatości i ich dyskusja	271
Podsumowanie	283

Od Autorów

Niniejsza monografia poświęcona jest tkaninom gofrowanym, a w szczególności ich właściwościom mechanicznym. Badany tu rodzaj tkanin odznacza się niekonwencjonalną strukturą, polegającą na występowaniu wzdłuż osnowy wypukło-wklęsłych pasków, naprzemiennie z paskami gładkimi.

Tkaniny gofrowane klasyfikowane są jako materiały trójwymiarowe (*3D – 3-dimensional*), czasami przez niektórych naukowców określane jako 2,5D czy 2D+. Specyficzna struktura tkanin gofrowanych wpływa na ich cechy charakterystyczne, w tym na właściwości mechaniczne i powierzchniowe. W zależności od raportu efektu gofrowania, szerokość pasków gofrowanych i gładkich może być różna. Tym samym udział powierzchni fazy gofrowanej w całkowitej powierzchni tkaniny jest zróżnicowany. Wpływa to na kształtowanie się zarówno podstawowych parametrów tkanin, takich jak: masa powierzchniowa, siła zrywająca, wydłużenie przy zerwaniu, czy sztywność zginania, lecz także na właściwości technologiczne i użytkowe. Ponadto badania wykazały, że niektóre właściwości, jak np. tarcie powierzchniowe czy chropowatość, są inne dla części gofrowanej i części gładkiej tkaniny.

Istnieją również inne konsekwencje specyficznej struktury i topografii tkanin gofrowanych. Do wyznaczania niektórych właściwości tych tkanin nie mogą być zastosowane, w sposób bezpośredni, metody pomiarowe powszechnie stosowane do pomiaru właściwości standardowych, masowo produkowanych tkanin płaskich. Metody te nie uwzględniają zróżnicowania geometrii powierzchni tkanin, co niejednokrotnie ma znaczenie przy przygotowaniu prób do badań lub przeprowadzeniu samego pomiaru. W niektórych przypadkach powierzchnia gofrowana utrudnia lub uniemożliwia przeprowadzenie pomiaru za pomocą metody powszechnie stosowanej do pomiaru tkanin płaskich lub tkanin o zróżnicowanej topografii, w których faktura powierzchni jest drobnowzorzysta i równomiernie rozłożona na całej powierzchni tkaniny.

Mimo że tkaniny gofrowane są produkowane i stosowane na świecie od lat, ich struktura, właściwości oraz metody badania budzą wiele pytań i wątpliwości. Wątpliwości te rodziły się również na etapie badań wstępnych nad tkaninami gofrowanymi przeznaczonymi na odzież terapeutyczną i były motywem do podjęcia od podstaw dogłębnych i systematycznych badań struktury, wybranych właściwości oraz metod badań tkanin gofrowanych. Badania zostały wykonane w ramach projektu badawczego pt.: „Geometryczna, mechaniczna i biofizyczna parametryzacja trójwymiarowych struktur tkanych” finansowanego przez Narodowe Centrum Nauki, nr projektu: 2016/23/B/ST8/02041, nr umowy: UMO-2016/23/B/ST8/02041, w ramach konkursu „OPUS 12”. Przebieg badań właściwości

strukturalnych i mechanicznych, zastosowana metodyka badań, najważniejsze wyniki oraz ich dyskusja zostały przedstawione w niniejszej monografii.

Celem nadrzędnym szeroko zakrojonych badań w ramach wyżej wymienionego projektu było zdobycie wiedzy na temat struktury i właściwości tkanin trójwymiarowych o fakturalnej topografii powierzchni, jakimi są tkaniny gofrowane. W ramach projektu zaplanowano również określenie zależności pomiędzy geometrią tkanin gofrowanych a ich właściwościami fizykomechanicznymi.

Celem badań opisanych w niniejszej monografii była mechaniczna i częściowo geometryczna parametryzacja tkanin gofrowanych. Z uwagi na niekonwencjonalną strukturę tkanin gofrowanych realizacja celu nadrzędnego projektu wymagała analizy dostępnych metod badawczych, powszechnie stosowanych w pomiarach standardowych tkanin dwuwymiarowych o gładkiej powierzchni, pod kątem ich wykorzystania do badania tkanin gofrowanych. Po przeanalizowaniu i wytypowaniu metod badawczych możliwe było zbadanie wybranych właściwości fizykomechanicznych tych tkanin oraz zależności pomiędzy właściwościami mechanicznymi tkanin gofrowanych a ich strukturą.

Jako zmienne parametry strukturalne przyjęto raport efektu gofrowania oraz masę liniową przędzy wątkowej. Utylitarnym celem przedstawionych badań była również ocena wpływu sposobu przygotowania prób do badań właściwości mechanicznych tkanin gofrowanych na uzyskiwane wyniki pomiaru oraz zaproponowanie sposobu postępowania w tym zakresie. Celem takich działań było wyeliminowanie **błędów pomiaru wynikających z niewłaściwego przygotowania prób tkanin do badań.**

Na wstępie, w rozdziale pierwszym, traktowanym jako wprowadzający do dalszych części monografii, opisano skrótowo podstawowe zagadnienia związane z tematyką tkanin i gofr tkackich. Omówiono podstawowe zagadnienia w zakresie struktury i technologii tkanin, ich właściwości oraz klasyfikacji tkanin ze względu na wymiarowość.

Kolejne rozdziały dotyczą badań tkanin gofrowanych w zakresie wybranych właściwości mechanicznych. Rozdział drugi opisuje pomiary maksymalnej siły zrywającej i wydłużenia przy maksymalnej sile zrywającej tkanin gofrowanych. Przedstawione wyniki pozwalają na ocenę, jak struktura tkanin gofrowanych wpływa na ich parametry wytrzymałościowe. Ponadto przedyskutowano zagadnienie przygotowania prób do badań siły zrywającej oraz wpływ miejsca wycięcia prób do badań na wyniki pomiaru. Zwrócono uwagę, że w przypadku tkanin gofrowanych oraz innych tkanin fakturalnych próbki wycięte z losowo wybranych miejsc mogą się bardzo różnić pod względem struktury i nie być reprezentatywne dla badanej tkaniny.

Rozdział trzeci został poświęcony sztywności zginania tkanin gofrowanych. Jest to właściwość mechaniczna, ale wpływa również na walory użytkowe i estetyczne wyrobów i odzieży wykonanych z tkanin. Między innymi ściśle związana jest z układalnością tkanin. Dlatego, obok badań sztywności zginania metodą stałego kąta oraz badań sztywności wielokierunkowej, w rozdziale przedstawiono również pomiary układalności tkanin gofrowanych. Podobnie jak w przypadku parametrów wytrzymałościowych, tu również potwierdzono wpływ wariantu raportu pasków gofrowanych oraz masy liniowej przędzy wątkowej zarówno na sztywność zginania, jak też układalność. Wykazano również, że struktura geometryczna powierzchni tkanin gofrowanych, zwłaszcza raport pasków gofrowanych, powinny być brana pod uwagę przy przygotowaniu prób do pomiaru sztywności, zwłaszcza metodą stałego kąta.

Rozdział czwarty dotyczy tarcia tkanin gofrowanych. Badania tarcia wykonano różnymi metodami, przy zastosowaniu różnych par ciernych. W zestawie z tkaninami gofrowanymi badano powierzchnie wykonane z metali, silikonu i skóry. Porównano tarcie tkanin gofrowanych z różnymi powierzchniami. Wykonano również pomiary tarcia osobno dla pasków gładkich i pasków gofrowanych. Wykazano, że pomiary tarcia tkanin gofrowanych w parze z powierzchniami metalowymi nie pozwalają na ocenę tarcia tkaniny o skórę człowieka w trakcie użytkowania odzieży. Zastosowanie skóry bydlęcej, jako symulatora skóry użytkownika odzieży, pozwoliło lepiej ocenić tkaniny gofrowane z punktu widzenia ich zastosowania w odzieży.

W rozdziale piątym opisane zostały badania struktury geometrycznej powierzchni tkanin gofrowanych. Jest to bardzo ważna i specyficzna cecha tych tkanin. Wpływa ona zarówno na wygląd, jak i inne właściwości, w tym biofizyczne, tkanin gofrowanych. Pomiary wykonano za pomocą skanowania laserowego 3D, a następnie przetwarzania wyników skanowania z pomocą specjalistycznego oprogramowania. Wykonane pomiary pozwoliły scharakteryzować topografię powierzchni tkanin gofrowanych. Jako parametry przydatne do oceny struktury geometrycznej powierzchni tkanin zaproponowano chropowatość oraz parametr faliistości W_z , a także mapy hipsometryczne. Badania topografii powierzchni tkanin gofrowanych, wykonane oddzielnie dla powierzchni gładkiej i gofrowanej tych tkanin, pozwoliły na skwantyfikowanie efektu gofrowania.

W ostatnim, szóstym rozdziale zaprezentowano badania tkanin gofrowanych w zakresie ich właściwości powierzchniowych: tarcia i chropowatości, za pomocą przyrządu KES-FB4, który jest powszechnie stosowany do pomiaru parametrów powierzchniowych materiałów włókienniczych. Jednakże wykorzystanie tego

przyrządu do badań tkanin gofrowanych wymagało badań wstępnych i opracowania specjalnej procedury. Wynikało to z faktu, że fakturalna powierzchnia tkanin gofrowanych utrudniała przemieszczanie się czujników po powierzchni. Uzyskane wyniki pozwoliły na porównanie właściwości powierzchniowych fazy gładkiej i gofrowanej tkanin gofrowanych. Unaocznily również ograniczenia zastosowania standardowej procedury pomiaru za pomocą przyrządu KES-FB 4 do pomiaru tkanin gofrowanych i innych tkanin z reliefem.

W ramach projektu badawczego przeprowadzono również badania tkanin gofrowanych w zakresie ich właściwości biofizycznych, czyli takich, które wpływają na odczuwanie komfortu termofizjologicznego użytkownika odzieży wykonanej z tego typu tkanin. Badania te są przedmiotem oddzielnej monografii.

Specyficzna struktura tkanin gofrowanych oraz ich właściwości są rozpoznane w niewielkim stopniu. Badania wykonane w ramach projektu, ze względu na ograniczenie czasowe, zostały ukierunkowane tylko na wybrane właściwości. Uzyskane wyniki pokazały, że jest to nadal obszar, który wymaga dalszych, pogłębionych badań z zastosowaniem nowoczesnych metod i narzędzi. W ramach wyżej wymienionego projektu omawiane tkaniny gofrowane były również badane za pomocą profilometru pod kątem geometrycznej struktury powierzchni. Zostało to zasygnalizowane w niektórych rozdziałach niniejszej monografii. Jednakże wspomniane badania i opisy ich wyników są tak obszerne, że zostaną zaprezentowane w kolejnej publikacji z cyklu monografii poświęconych tkaninom gofrowanym.

Autorzy rozdziałów

Dr hab. inż. Małgorzata Matusiak, prof. uczelni, Politechnika Łódzka, Wydział Technologii Materiałowych i Wzornictwa Tekstyliów, Instytut Architektury Tekstyliów – rozdział 1, 2, 3, 6.

Dr inż. Łukasz Frączak, Politechnika Łódzka, Wydział Mechaniczny, Instytut Obrabiarek i Technologii Budowy Maszyn – rozdział 4, 5.

Dr inż. Piotr Zgórniak, Politechnika Łódzka, Wydział Mechaniczny, Instytut Obrabiarek i Technologii Budowy Maszyn – rozdział 5.

Doc. Ing. Vladimír Bajzik, Ph.D., Technical University of Liberec, Department of Textile Evaluation (Uniwersytet Techniczny w Libercu, Instytut Oceny Tekstyliów) Liberec (Czechy) – rozdział 6.

Dr inż. Janusz Zieliński, prof. uczelni, Politechnika Łódzka, Wydział Technologii Materiałowych i Wzornictwa Tekstyliów, Instytut Architektury Tekstyliów – rozdział 2.