

## Bibliografia

1. Eckhard Kreier, Jacek Łuczak „ISO 9001 Skuteczny sposób uzyskania certyfikatu jakości”,
2. „Kurs audytora wiodącego systemu zarządzania jakością”, materiały szkoleniowe BSI, grudzień 2008,
3. PN-EN ISO 9000:2006 „Systemy zarządzania jakością. Podstawy i terminologia.”,
4. PN-EN ISO 19011:2003 „Wytyczne dotyczące audytowania systemów zarządzania jakością i/lub zarządzania środowiskowego.”,
5. Mirosława Dunaj-Gryzio „Przykłady ciekawych i kształcących niezgodności”, Polskie Forum ISO 9000 materiały seminaryjne, Warszawa 2008,
6. PN-EN ISO 9001:2009 „Systemy zarządzania jakością. Wymagania.”.

# Przędze rdzeniowe rotorowe — ocena w zastosowaniu na materiały dekoracyjne

A. Pinar, R. Koźmińska

Instytut Włókiennictwa, Łódź–Zakład Naukowy Technologii Dziewiarskich i Odzieżownictwa

## Wprowadzenie

Współczesne tekstylne materiały dekoracyjne łączą w sobie walory wzornicze, zgodne z najnowszymi trendami mody oraz właściwości specjalne, określone zależnie od kierunku przeznaczenia. Obserwowany obecnie intensywny rozwój technologii wielofunkcyjnych materiałów włókienniczych podyktowany jest wysoką konkurencją rynku produkcyjno – handlowego oraz specjalnymi wymaganiami użytkowymi. Prace badawcze ukierunkowane są na opracowanie innowacyjnych materiałów zapewniających wysoki komfort użytkowania w wyrobie finalnym oraz bezpieczeństwo w aspekcie ochrony zdrowia i życia człowieka według określonych wymagań rozporządzeń prawnych [1, 2, 3, 4].

Podstawowe wymagania, stawiane materiałom tekstylnym przeznaczonym na wyroby dekoracyjne do wyposażenia wnętrz obiektów użyteczności publicznej obejmują ochronę przed zagrożeniem pożarowym [2]. W aspekcie właściwości specjalnych materiałów, eliminacja czynników zagrożenia tej grupy oraz ograniczenie rozprzestrzeniania się ognia w warunkach pożarowych obejmuje zapewnienie cech trudno palnych lub niepalnych.

Istotnym czynnikiem zagrożenia pożarowego w użytkowaniu wyrobów dekoracyjnych w obiektach komunalnych, środkach transportu czy zakładach produkcyjnych może być również zjawisko elektryzacji materiałów tekstylnych. Skłonność do generowania i kumulowania ładunku elektrostatycznego przez teks-

tylia determinować może również zakłócenia procesów produkcyjnych i funkcji pomiarowych urządzeń elektronicznych, obniżenie jakości i trwałości użytkowej wyrobów oraz dyskomfort użytkowników. Właściwości specjalne tekstyliów z przeznaczeniem na wyroby dekoracyjne obejmować więc powinny również cechy ochronne przed elektrycznością statyczną.

Do pożądaných właściwości użytkowych, istotnych w aspekcie warunków eksploatacji i pielęgnacji wyrobów dekoracyjnych należą również cechy hydrofobowe (tzw. efekt oleofobowy). Spełnienie określonych wymagań determinuje stosownie rozwiązań technologicznych, dających możliwość połączenia właściwości specjalnych w wyrobie przy zapewnieniu również innych, istotnych dla planowanego kierunku przeznaczenia, funkcji użytkowych i estetycznych.

Odrębne zagadnienie stanowią wymagania rynku, które skłaniają producentów tekstylnych materiałów dekoracyjnych do ciągłego doskonalenia i podnoszenia ich jakości w celu zapewnienia wysokiej konkurencji oferowanych wyrobów. Podstawowe kryteria oceny materiałów obejmują tu rodzaj właściwości specjalnych, komfort, estetykę oraz atrakcyjne, w odniesieniu do zmieniających się trendów mody, rozwiązania surowcowe i wzornictwo. Odpowiednio zaprojektowane i wykonane materiały dekoracyjne pozwalają stworzyć lub podkreślić charakter każdego wnętrza, a zapewnienie specjalnych funkcji użytkowych umożliwi różnorodne ich zastosowanie w obiektach komunalnych i środkach transportu.

- kurtyny, zasłony, draperie, artykuły pościelowe, rolety, markizy, ścianki działowe, tapicerka meblowa, tapety, wykładziny podłogowe z przeznaczeniem do wyposażenia wnętrz hoteli, sal konferencyjnych, hal targowych, domów wczasowych, kin, teatrów, muzeów, restauracji, biur, szpitali itd.;
- tapicerka, pokrowce, pokrycia obiciowe drzwi, podsufitki, dywaniki podłogowe znajdujące zastosowanie jako elementy konstrukcyjne wnętrz samochodów, samolotów, statków, promów, łodzi, pociągów, przyczep campingowych itd.

Analiza obecnie oferowanych na rynku handlowo – produkcyjnym tekstyliów dekoracyjnych wykazuje, że stanowią one głównie materiały wytwarzane technikami tkackimi. Obserwuje się dominację produktów rynku Europy Zachodniej (Niemcy, Włochy, Hiszpania, Holandia, Francja i Belgia). Podstawowe surowce stosowane w technologii tej grupy tekstyliów stanowią poliester, poliamid, akryl, bawełna, wiskoza oraz specjalne włókna modyfikowane w zakresie właściwości specjalnych (np. palnych i elektrostatycznych) [5]. W ostatnim czasie obserwuje się jednak wzrost produkcji materiałów dekoracyjnych wytwarzanych również technikami dziewiarskimi, których przeznaczenie ukierunkowane jest na wyroby zasłonowe i obicia meblowe do wyposażenia wnętrz obiektów użyteczności publicznej czy środków komunikacji, gdzie przez wiele lat dominowały tkaniny. Taki kierunek rozwoju wynika zarówno z szerokich możliwości wzorniczych maszyn dziewiarskich jak również ich wysokiej wydajności i mniejszych wymagań w zakresie powierzchni produkcyjnej w odniesieniu do zastosowania technik tkackich [6].

Do materiałów obiciowych i tapicerskich najnowszej generacji należą obecnie tzw. „ekoskóry”, które w nowoczesnym holograficznym wzornictwie (efekt trójwymiarowy) i właściwościach użytkowych, zbliżonych do naturalnej skóry, znajdują zastosowanie na pokrycia mebli. Tekstylia tej grupy należą do materiałów bawełnianych powlekanych porowatą warstwą najczęściej polichloru winylu lub poliuretanu [7]. Do nowoczesnych technologii uszlachetniających powierzchnię materiałów dekoracyjnych można zaliczyć tzw. flokowanie, czyli nanoszenie w sposób elektrostatyczny strzyży tekstylnej. Znane z zastosowania materiały tej technologii obejmują również tapicerki samochodowe, zabawki oraz opakowania dekoracyjne.

Wysoka konkurencja rynku produkcyjno – handlowego oraz specjalne wymagania użytkowe, stawiane obecnie materiałom dekoracyjnym do wyposażenia wnętrz obiektów użyteczności publicznej, determinują stosowanie innowacyjnych rozwiązań technologicznych w zakresie surowców włókienniczych, struk-

tury materiału oraz technik wykończalniczych. Znaną i skuteczną metodą kształtowania funkcji użytkowych materiałów jest aplikacja przędz specjalnych, zawierających modyfikowane włókna chemiczne. Sposób rozwiązania umożliwił prowadzenie optymalizacji parametrów cech specjalnych oraz zapewnia wysoką trwałość użytkową. Ponadto, przy zachowaniu właściwości, wynikających z zastosowania przędz specjalnych, istnieje również możliwość nadania materiałom w procesie wykończenia dodatkowych funkcji użytkowych [8]. W artykule przedstawiono charakterystykę wybranych grup włókien specjalnych, które stanowią aktualne oferty światowego rynku handlowego i mogą znaleźć zastosowanie w kształtowaniu ochronnych funkcji użytkowych materiałów o przeznaczeniu na wyroby dekoracyjne do wyposażenia wnętrz obiektów komunalnych. Publikacja przedstawia również wyniki prac badawczych nad opracowaniem materiałów dziewiarskich o przeznaczeniu na wyroby dekoracyjne z zastosowaniem przędz specjalnych Rotonaa zawierających modyfikowane włókna niepalne i elektroprzewodzące [8, 9].

#### **Charakterystyka wybranych grup włókien specjalnych**

Do produkcji przędz z przeznaczeniem na materiały dekoracyjne coraz częściej znajdują zastosowanie włókna zaawansowanych technologii, których cechy specjalne otrzymywane są poprzez ich modyfikację strukturalną. Do czynników decydujących o wyborze włókien do zastosowań specjalnych należą m.in. parametry wytrzymałościowe, właściwości termiczne, odporność na chemikalia czy rodzaj i zawartość substancji elektroprzewodzących. Włókna para – aramidowe są przykładem włókien o relatywnie wysokich wskaźnikach wytrzymałości. W stosunku do stali wykazują ca 6 ÷ 8 razy wyższą wytrzymałość na rozciąganie przy ca 5. krotnie niższej masie właściwej. Często najważniejszym czynnikiem wyboru włókien do niekonwencjonalnych zastosowań jest odporność termiczna. Temperatura rozkładu zależy od typu włókien, rodzaju surowca, warunków klimatycznych oraz czasu ekspozycji na wysoką temperaturę. Nieprawidłowy dobór rodzaju surowca do warunków eksploatacji materiałów może determinować degradację włókien obniżając cechy wytrzymałościowe materiału i ostatecznie prowadząc do jego zniszczenia. Odrębne zagadnienie stanowią właściwości palne włókien, które są określane za pomocą wskaźnika ograniczonego indeksu tlenowego LOI (Limiting Oxygen Index). Wartość wskaźnika wyraża minimalną zawartość tlenu w otoczeniu, przy której włókna ulegają spalaniu. Według danych

literaturowych oraz ofert producentów surowców specjalnych cechy niepalne wykazują włókna o wartości wskaźnika LOI wyższej niż 25 [10, 11].

Obecnie do powszechnie znanych i stosowanych włókien o cechach niepalnych należą włókna aramidowe z grupy poliamidów aromatycznych, znane przede wszystkim z wysokiej wytrzymałości mechanicznej oraz odporności termicznej i chemicznej. Ten rodzaj surowca wprowadzony został na rynek produkcyjny przez amerykański koncern chemiczny DuPont w latach 60. ubiegłego wieku. Włókna tego producenta rozpoznawane są na rynku handlowym pod nazwami Kevlar® (odmiana izomeryczna para -) i Nomex® (odmiana izomeryczna meta -). Do znanych włókien tej grupy należą również Twaron® i Technora®, japońskiego producenta polimerów Teijin. Specjalne właściwości włókien aramidowych obejmują również wysoką odporność na butwienie, korozję biologiczną oraz dobrą sprężystość. Obok powszechnego zastosowania na zbrojenia kompozytów polimerowych, obszary aplikacji włókien aramidowych stanowią również przeciwpożarowe materiały budowlane (np. płyty, okładziny). W postaci przędz stosowane są m.in. na odzież ochronną, wyroby balistyczne, materiały dekoracyjne, koce gaśnicze i uszczelnienia termiczne [12, 13].

Szerokie perspektywy w aspekcie zastosowania na specjalne materiały tekstylne posiada włókno organiczne PBO, które zostało opracowane przez japońskiego producenta Toyobo Co. i wprowadzone na rynek produkcyjny pod nazwą handlową Zylon®. Włókno wykazuje wyższą wytrzymałość na rozciąganie i odporność na palenie od konwencjonalnych włókien aramidowych. Obecnie włókna tej grupy znajdują głównie zastosowanie na wzmocnienia kompozytów polimerowych, ale są również adoptowane technologicznie do zastosowania tekstylnego na wyroby techniczne, dekoracyjne i odzieżowe [10, 11, 14]. Podobny kierunek przeznaczenia obserwuje się dla niepalnego włókna poliimidowego (PI), które zostało opracowane przez austriacką grupę Lenzing AG i wprowadzone na rynek produkcyjny pod marką P – 84 (Inspec Fibres GmbH). Z uwagi na unikatowy, nieregularny przekrój poprzeczny włókna znalazły dotychczas uznanie producentów wysokiej jakości materiałów filtracyjnych. Właściwości specjalne włókna obejmują również wysoką odporność na czynniki termiczne i chemiczne. Uznanie producentów tekstylnych wyrobów ochronnych znalazły również niepalne włókna organiczne PBI (Celanese Co.), które przetwarzane są głównie w mieszankach surowcowych z włóknami węglowymi i aramidowymi. Włókna obok wysokiej odporności termicznej i chemicznej wykazują dobre

właściwości sorpcyjne, co zwiększa obszary ich zastosowań na materiały dekoracyjne i odzieżowe [11].

W ostatnich latach popularność zdobyły tzw. włókna teflonowe (PTFE), znane m.in. pod markami handlowymi Teflon® (DuPont) i Toyoflon® (Toray, Inc.). Podstawowe właściwości specjalne tej grupy surowcowej (polimery fluorowęglowe) obejmują niepalność oraz wysoką odporność termiczną i chemiczną. Włókna wykazują stabilność parametrów mechanicznych w szerokim zakresie temperatur (-215 ÷ +260°C), natomiast gwałtownie degradują dopiero w temperaturze 425°C. Włókna z uwagi na wyjątkowo niski współczynnik tarcia znajdują głównie zastosowanie na akcesoria mechaniczne o wysokiej odporności na ścieranie. Właściwości powierzchniowe oraz niska wytrzymałość na rozciąganie utrudniają przetwarzanie tej grupy włókien w mieszankach z innymi rodzajami surowca. Obszary zastosowań włókien obejmują nici specjalne oraz tkaniny i włókniny przemysłowe tj. osłony termiczne, przenośniki taśmowe, separatory bateryjne oraz materiały filtracyjne [10, 11].

Znaczną grupę specjalnych surowców niepalnych stanowią również włókna opracowane na bazie polisiarczku fenylenu (PPS). Włókna wykazują umiarkowaną odporność termiczną oraz wysoką odporność na czynniki chemiczne. Znane pod nazwami handlowymi Ryton® PPS (Amoco Fabrics & Fibers Co.) i Procon® (Toyobo Co.) charakteryzują się właściwościami typowymi dla włókien technicznych i znajdują głównie zastosowanie przemysłowe na materiały filtracyjne oraz ograniczony asortyment odzieży ochronnej. Wysoką odporność termiczną zapewniają włókna światowego koncernu Toray, znane pod markami handlowymi Toray® PPS oraz Torcon® PPS. Obszary zastosowań tych włókien stanowią techniczne, dekoracyjne i odzieżowe wyroby ochronne przed czynnikami gorącymi [10, 11].

Do najnowszej generacji surowców o wysokiej odporności termicznej należy również melaminowe włókno Basofil®, wytwarzane według opatentowanej technologii producenta amerykańskiego Basofil Fiber, LLC. Z uwagi na niską wytrzymałość na rozciąganie włókna przeważnie przetwarzane są w mieszankach z włóknami aramidowymi. Włókna znajdują zastosowanie na materiały filtracyjne i odzieżowe z wiodącym przeznaczeniem na materiały dekoracyjne stosowane są w postaci oplotu przędz rdzeniowych, znanych pod marką handlową Aleksandra FR® [11].

W zastosowaniu tekstylnym znane są również trudno palne włókna poliestrowe Trevira CS, Toyoto GH japońskiej firmy Toyoto, Fidion włoskiej firmy Eni-Chem oraz krajowa Elana®FR. Modyfikacja właściwości palnych włókien poliamidowych i polipropy-

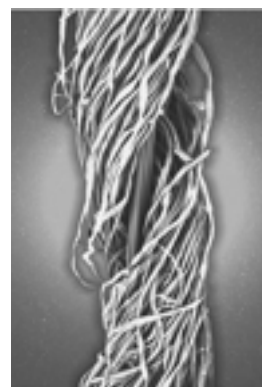
lenowych w procesie ich wytwarzania jest procesem znacznie trudniejszym niż dla włókien poliestrowych z uwagi na reaktywność stopionego polimeru. Dla materiałów tekstylnych wykonanych z tych włókien może znaleźć zastosowanie środek chemiczny zmniejszający palność, który został opracowany w ostatnich latach przez firmę Clariant na bazie związku fosforowodoru i wprowadzony na rynek od nazwą handlową Eolit OP [15].

Rodzaj środków chemicznych stosowanych w procesie modyfikacji właściwości palnych materiałów tekstylnych zależy od charakterystyki surowcowej materiału. Właściwości trudno palne materiałów wykonanych z udziałem włókien bawełny mogą być otrzymane w procesie wykończenia poprzez aplikację środków chemicznych o działaniu jedynie zmniejszającym palność włókien, do których o najwyższej trwałości działania należą m.in. metylole fosfoamidy oraz chlorowane woski parafinowe, natomiast o niskiej trwałości polifosforan amonowy i fosforan diamonowy [16]. Do środków chemicznych aplikowanych w procesie wykończenia trudno palnego materiałów tekstylnych zawierających w składzie surowcowym włókna bawełny i wełny należą m.in. fosforan amonowy, trójtlenek antymonu oraz związki fosforoorganiczne. Wrażliwość włókien wiskozowych na środki alkaliczne wyklucza możliwość kształtowania właściwości palnych z zastosowaniem środków aplikowanych w materiałach zawierających włókna bawełny i wełny. Ograniczenie palności włókien wiskozowych otrzymuje się w procesie wytwarzania poprzez wprowadzenie środków chemicznych do roztworu przędzalniczego. Zastosowanie znajduje tu kwas polikrzemowy (np. włókna Visil AP firmy Kemira) [15]

W kształtowaniu właściwości elektrostatycznych materiałów tekstylnych w aspekcie cech ochronnych przed elektrycznością statyczną znajdują zastosowanie przede specjalne zawierające włókna modyfikowane substancjami elektroprzewodzącymi (np. węgiel i siarczki miedzi). Najbardziej popularne włókna węglowe (karbonizowane) należą do grupy surowców otrzymywanych w procesie pirolizy polimerów organicznych. W zależności od udziału węgla można rozróżnić włókna częściowo karbonizowane (do 90%), węglowe (91 ÷ 98%) oraz grafitowe (powyżej 98%). Właściwości specjalne tej grupy włókien obejmują odporność termiczną i chemiczną, przewodność cieplną i elektryczną oraz niski współczynnik tarcia. Właściwości mechaniczne tej grupy włókien zależą warunków termicznych procesu karbonizacji (1000 ÷ 2000°C). Każdy poziom temperatury ekspozycji włókien kreuje różne ich właściwości, np. włókna wysoko modułowe otrzymywane są w temperaturze 2000°C, a włók-

na o niskiej wytrzymałości w temperaturze 1000°C. Najczęściej prekursorami włókien modyfikowanych w procesie karbonizacji są włókna poliakrylonitrylowe oraz wysoko wytrzymałościowe włókna wiskozowe [10, 13].

Do rozpoznawanych na rynku produkcyjno – handlowym włókien węglowych należy włókno Tenax®, które obok cech znamionowych dla tej grupy włókien wykazuje niską przewodność termiczną oraz stabilność właściwości mechanicznych w zróżnicowanych warunkach temperaturowych. Z uwagi na przewodnictwo elektryczne w zastosowaniu materiałowym zapewnia ochronę przed wpływem fal elektromagnetycznych. Amerykańskie włókna węglowe znane pod nazwami handlowymi Torayca® (T 800), Toray® (T 300, AS), Panex® i Pyron® znajdują głównie zastosowanie na materiały kompozytowe dla przemysłu lotniczego, kosmonautycznego, mobilnego oraz na wyroby rekreacyjne i sportowe. Z uwagi na trudno palne właściwości włókien Pyron®, obszary ich zastosowań obejmują również specjalne tekstylia techniczne i materiały odzieżowe. Wysoką odporność termiczną oraz właściwości niepalne wykazuje, wytworzone na bazie poliakrylonitrylu japońskie włókno węglowe Pyromex®. Zastosowanie tego włókna obejmuje materiały techniczne i odzieżowe z przeznaczeniem na wyroby ochronne przed czynnikami gorącymi, izolacje elektryczne oraz kompozyty węglowe. Znanym włóknem węglowym o właściwościach niepalnych jest również otrzymywane na bazie poliakrylonitrylu, włókno japońskiej produkcji Lastan®. Z uwagi na relatywnie niską wytrzymałość włókna oraz ograniczoną odporność na tarcie, często przetwarzane jest w mieszankach 50% / 50% z włóknami para – aramidowymi. Właściwości powierzchniowe włókien zapewniają komfort sensoryczny wyrobów wykonanych z ich udziałem, co zwiększa ich zastosowanie na specjalne materiały odzieżowe i dekoracyjne. Znane pod nazwą handlo-



Zdjęcie 1. Struktura przędzy Rotona®

wą trudno palne włókna węglowe Torylon® znajdują powszechne zastosowanie na materiały specjalne o przeznaczeniu na tekstylne wyroby ochronne, również o właściwościach antyelektrostatycznych [17]. Ostatnio w podobnym obszarze aplikacji popularność zdobyły również elektroprzewodzące włókna poliamidowe japońskiej produkcji Kenebo o nazwie Beltron®, które posiadają powłokę węglową. Włókna zapewniają wysokiej trwałości użytkowej właściwości antyelektrostatyczne w wyrobach ochronnych [9].

### Przędze rdzeniowe rotorowe z udziałem włókien specjalnych

Celem prac badawczych była ocena rotorowych przędz rdzeniowych w zastosowaniu na materiały dekoracyjne wytwarzane techniką dziewiarską.

System przędzenia rotorowego z rdzeniem opracowany został około 10 lat temu przez szwajcarski koncern Rieter i prezentowany m.in. na międzynarodowej wystawie maszyn włókienniczych CITME 2002 [18]. Przędza została wprowadzona na rynek handlowy pod marką Rotona®. Rdzeń przędzy stanowić mogą monofilamenty i przędze filamentowe o wysokiej lub niskiej elastyczności. Charakterystyczne cechy strukturalne to rdzeń owinięty przędzą rotorową. Rzeczywisty wygląd klasycznej przędzy Rotona® firmy Rieter przedstawiono na zdjęciu 1 [19]. Proces wytwarzania przędz rdzeniowych systemem rotorowym jest bardziej ekonomiczny od znanej technologii przędz rdzeniowych obrączkowych, ponadto zapewnia otrzymanie przędz o niższej włochatości. W tabeli 1 przedstawiono charakterystykę porównawczą podstawowych wskaźników jakościowych przędz rdzeniowych rotorowych i obrączkowych wg danych firmy Rieter [20].

Przędze rdzeniowe rotorowe, stanowiące przedmiot prac badawczych opracowano przy współpracy z czeską firmą Spolsin spol. s r o. (Česká Třebová), należąca do koncernu Sindat Group w grupie Special Textiles. Do zaprezentowania w artykule wyników

badania z oceny przędz w zastosowaniu na dziewiarskie materiały dekoracyjne wytypowano następujące asortymenty surowcowe:

- 83% PAN / PES 17% (50 dtex f18) o masie liniowej 30 tex, gdzie rdzeń stanowi przędza z ciągłych włókien PES, a oplot włókna PAN (ozn. przędzy PAN / PES);
- 75% VS Lenzing / Resistat PES 25% (F9605 100 dtex) o masie liniowej 40 tex, gdzie rdzeń stanowi przędza z ciągłych włókien PES z monofilamentem węglowym Resistat, a oplot włókna VS Lenzing (ozn. Lenzing / PES – R);
- 83% (50% Trevira / 50% bawełna) / PES 17% (50 dtex f18) o masie liniowej 30 tex, gdzie rdzeń stanowi przędza z ciągłych włókien PES, a oplot mieszanka poliestrowych włókien trudno palnych Trevira i włókien bawełny (ozn. przędzy T – b / PES).

Analizę strukturalną przędz przeprowadzono na podstawie obrazów komputerowych, wykonanych z zastosowaniem elektronowego mikroskopu skaningowego JEOL JSM-35C o rozdzielczości 6nm. Wyniki pomiarów grubości włókien, które stanowią wartość średnią z n=10 pomiarów, przedstawiono w Tabeli 2. Rzeczywisty wygląd przędz zobrazowano na zdjęciach 2 – 4. Dodatkowo, na zdjęciu 3a przedstawiono wybrany fragment przędzy ozn. Lenzing / PES – R, z widocznym włóknem węglowym w strukturze przędzy.

Charakterystykę wskaźników jakościowych przędz przedstawiono w tabeli 3. Wyniki badań właściwości elektrostatycznych przędzy z monofilamentem węglowym (ozn. Lenzing / PES – R) zestawiono w tabeli 4. Wyniki badań stanowią wartość średnią z pomiarów, które przeprowadzono zgodnie z wymaganiami norm przedmiotowych [20, 21].

Badania parametrów jakościowych przędz w zakresie współczynnika zmienności masy liniowej  $C_{vm}$  oraz błędów przeprowadzono metodą elektropojemnościową na aparacie Uster Tester 3 UT3. Z uwagi na metodykę badań, pomiarów w tym zakresie nie prze-

Tabela 1. Charakterystyka porównawcza przędz rdzeniowych rotorowych i obrączkowych.

Wskaźnik	Przędza rdzeniowa Rotona®	Przędza rdzeniowa obrączkowa
Masa liniowa przędzy	20tex–118 tex	9.8 tex–98 tex
Masa liniowa rdzenia–filamentu	22–156 dtex	22–156 dtex
Skręt oplotu	wyższy	niższy
Skręt rdzenia	bez skrętu	ze skrętem
Pokrycie rdzenia	niższe	wyższe
Włochatość przędzy	niższa	wyższa
Wytrzymałość przędzy	niższa	wyższa

Tabela 2. Grubość włókien przędz Rotona

Ozn. przędzy	PAN / PES		Lenzing / PES – R			T – b / PES	
	PAN	PES	Lenzing	PES	Resistat	Trevira	PES
Rodzaj włókien							
Grubość włókien, $\mu\text{m}$	127,4	174,3	137,5	182,6	530,2	114,6	162,6
Wsp. zmienności grubości włókien, %	4,7	4,5	12,1	2,7	2,7	5,4	3,9

proawdzono dla wariantu przędzy zawierającego włókno elektroprzewodzące ozn. Lenzing / PES – R.

Aktualne statystyki Ustera [22] nie obejmują danych z oceny parametrów jakościowych dla przędz rdzeniowych wytwarzanych systemem przędzenia rotorowego oraz w objętych pracą badawczą asortymentach surowcowych. W związku z tym, na podstawie danych statystycznych Ustera, do poglądowej analizy porównawczej wytypowano przędzę rotorową o składzie surowcowym 50% PES / 50% bawełna, która pod względem rodzaju surowca odpowiada wariantowi przędzy ozn. T – b / PES. W tabeli 5 przedstawiono dane tej przędzy według statystyk Ustera. Podane zakresy wartości wskaźników jakościowych i mas liniowych odczytano dla linii oznaczonych na wykresach symbolami 5% i 50%, co odpowiada udziałowi populacji zebranych wyników badanych przędz na świecie. Do oceny jakości przędzy przyjmuje się najczęściej granice statystyk Ustera: poniżej linii 25% – jakość bardzo dobra, poniżej 50% – dobra,

w granicach 50 – 75% – zadawalająca, 75 – 95% – dostateczna, powyżej 95% – niedostateczna [23]. Zgodnie z przyjętym kierunkiem przedstawienia danych w statystykach Ustera, wartości wskaźników jakościowych przędz są odwrotnie proporcjonalne do masy liniowej. Dla poglądowego porównania z wariantem przędzy ozn. T – b / PES, w tabeli 5 przedstawiono również wartości wskaźników wytypowanej przędzy rotorowej dla masy liniowej 30 tex.

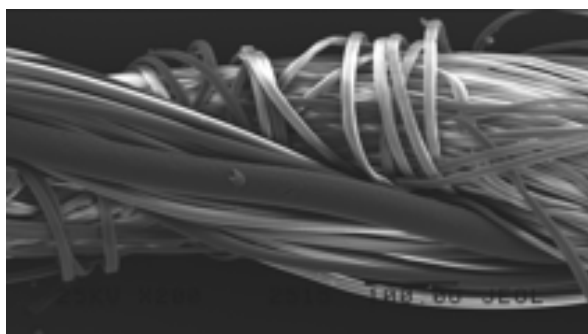
W poglądowej analizie porównawczej, wartości wskaźników jakościowych dla przędzy ozn. T – b / PES mieszczą się w zakresach wartości wytypowanej przędzy rotorowej, ocenionej według statystyk Ustera jako bardzo dobrej jakości. Dla masy liniowej przędz 30 tex, oceniana przędza charakteryzuje się niższym poziomem wartości wskaźników w odniesieniu do przędzy rotorowej, co może wskazywać na jej bardzo wysoką jakość. Liczba pocienień przędzy ozn. T – b / PES stanowi najniższą wartość w odnie-



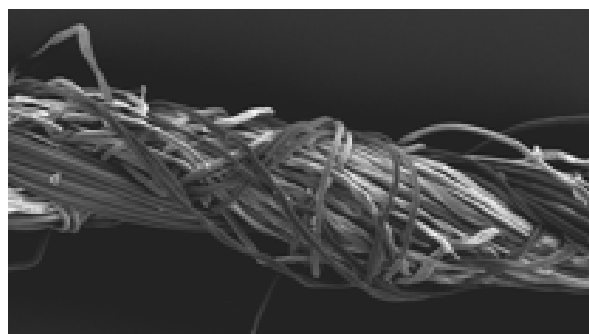
Zdjęcie 2. Rzeczywisty wygląd przędzy ozn. PAN / PES



Zdjęcie 3. Rzeczywisty wygląd przędzy ozn. Lenzing / PES–R



Zdjęcie 3a. Rzeczywisty wygląd przędzy ozn. Lenzing / PES–R



Zdjęcie 4. Rzeczywisty wygląd przędzy ozn. T–b / PES

Tabela 3. Charakterystyka wskaźników jakościowych przędz rdzeniowych rotorowych

Oznaczenie przędzy	PAN / PES	Lenzing / PES – R	T – b / PES
Rzeczywista masa liniowa, <i>tex</i>	30,3	39,6	30,7
Wsp. zmienności masy liniowej, %	1,43	0,87	2,23
Siła zrywająca, <i>cN</i>	557,5	612,7	558,4
Wsp. zmienności siły zrywającej, %	6,7	5,1	7,5
Wydłużenie przy zerwaniu, %	28	13	10
Wsp. zmienności wydłużenia przy zerwaniu, %	7,6	5,0	7,8
Wytrzymałość właściwa, <i>cN / tex</i>	18,4	15,5	18,2
Liczba skrętu, <i>obr / m</i>	898	753	877
Wsp. zmienności liczby skrętu, %	1,55	1,19	1,27
Kierunek skrętu, –	Z	Z	Z
Wsp. zmienności masy liniowej przędzy na odcinkach krótkich $CV_m$ , %	11,92	-	11,79
Błędy, 1 / 1000			
Pocienienia (-50%)	0	-	1
Zgrubienia (+50%)	43	-	34
Nopy (+200%)	14	-	20
Nopy (+280%)	6	-	6

Tabela 4. Właściwości elektrostatyczne przędzy rdzeniowej rotorowej ozn. Lenzing/PES – R

	Rezystancja liniowa $R_l, \Omega$	Rezystywność liniowa $\rho_l, \Omega$
wartość max, $\Omega$	$1,80 \times 10^5$	$9,00 \times 10^7$
wartość min., $\Omega$	$1,25 \times 10^5$	$6,25 \times 10^7$
wartość średnia, $\Omega$	$1,55 \times 10^5$	$7,74 \times 10^7$
odchylenie standardowe, $\Omega$	$0,18 \times 10^5$	$0,91 \times 10^7$
górną granicę przedziału ufności, $\Omega$	$1,68 \times 10^5$	$8,39 \times 10^7$
dolną granicę przedziału ufności, $\Omega$	$1,42 \times 10^5$	$7,09 \times 10^7$

Tabela 5. Wskaźniki jakościowe według statystyk Ustera dla przędzy rotorowej o składzie surowcowym 50% PES/ 50% bawełna

Wskaźnik jakości przędzy	Bardzo dobra jakość przędzy (5%)	Dobra jakość przędzy (50%)
$CV_m$ , % (Tt, <i>tex</i> )	9,5 ÷ 16 (150 ÷ 15)	11 ÷ 17,5 (150 ÷ 15)
$CV_m$ (30 <i>tex</i> ), %	14	15
pocienienia (-50%); (Tt, <i>tex</i> )	1 ÷ 90; (50 ÷ 15)	1 ÷ 150; (80 ÷ 15)
pocienienia (-50%) dla 30 <i>tex</i>	6	20
zgrubienia (+50%); (Tt, <i>tex</i> )	5 ÷ 250; (150 ÷ 15)	13 ÷ 380; (150 ÷ 15)
zgrubienia (+50%) dla 30 <i>tex</i>	80	140
nopy (+200%); (Tt, <i>tex</i> )	5 ÷ 1000; (150 ÷ 15)	13 ÷ 1750; (150 ÷ 15)
nopy (+200%) dla 30 <i>tex</i>	200	400
nopy (+280%); (Tt, <i>tex</i> )	1 ÷ 130; (100 ÷ 15)	1 ÷ 250; (150 ÷ 15)
nopy (+280%) dla 30 <i>tex</i>	23	55

sieniu do zakresu wartości tego parametru dla przędzy rotorowej o bardzo wysokiej jakości.

Wartości parametrów jakościowych przędzy ozn. PAN / PES (tabela 3) w zakresie  $CV_m$  oraz liczby błędów kształtują się na podobnym poziomie w odniesieniu do przędzy ozn. T – b / PES, co może wskazywać na bardzo wysoką jakość również tej przędzy.

### Materiały dekoracyjne wytwarzane techniką dziewiarską

Ocenę przędz rdzeniowych rotorowych w zastosowaniu na materiały dekoracyjne przeprowadzono w próbach dzianin o przeznaczeniu na materiały zasłonowe i obiciowe. Próby dzianin wykonano techniką dziania rządowego na dwułożyskowych szydelkar-

kach cylindrycznych o numerze uiglenia 18E. Z uwagi na określony kierunek przeznaczenia, dzianiny zaprojektowano z efektem wzorzystym i wykonano splotami żakardowymi.

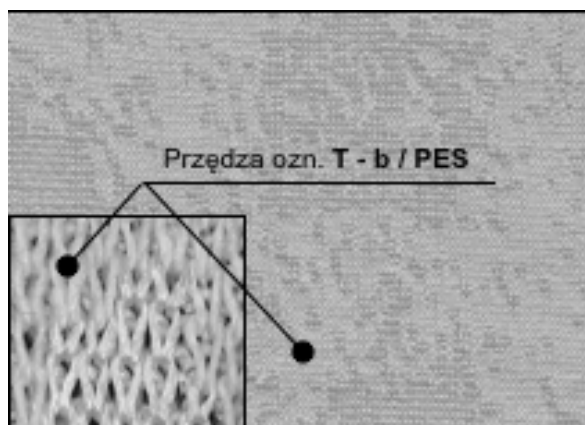
Próby dzianin zasłonowych wykonano w następujących układach surowcowych przędz:

- wzór: przędza rdzeniowa rotorowa z włóknami trudno palnymi Trevira ozn. T - b / PES; tło: przędza teksturowana PES 220 dtex f48 (ozn. prób dzianin 1 i 1a);
- wzór: przędza rdzeniowa rotorowa z monofilamentem węglowym Resistat ozn. Lenzing / PES - R oraz przędza PES 167 dtex f32 błysk; tło: przędza teksturowana PES 167 dtex f32 (ozn. próby dzianiny 2).

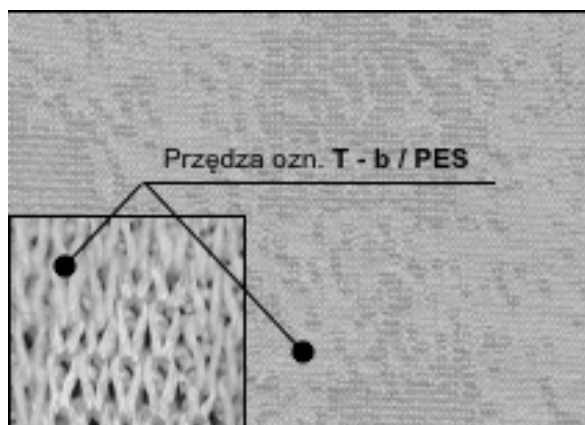
Próby dzianin ozn. 1 i 1a wykonano w dwóch wariantach wzoru żakardowego, który zróżnicowano po stronie użytkowej sposobem rozmieszczenia oczek wykonanych z przędzy trudno palnej. W wariacie ozn. 1 wzór wykonano w formie nieregularnych obszarów różnej wielkości z przędzy wzoru i tła, natomiast w wariacie ozn. 1a raport wzoru stanowił obszary z przędzy specjalnej oddzielone pojedynczymi oczkami z przędzy tła (zdjęcia 5 i 6). Wzór próby dzianiny ozn. 2 zaprojektowano w taki sposób, aby po stronie użytkowej materiału otrzymać wzdłużne paski w formie okresowo rozmieszczonych pojedynczych kolumnienek oczek z przędzy z włóknem węglowym (efekt wzoru imitujący materiał antyelektrostatyczny o strukturze niejednorodnej – odległość pomiędzy kolumnienkami oczek z przędzy specjalnej do 10mm [24]). Ponadto, efekty wzornicze materiału otrzymano w wyniku zastosowania przędzy PES błysk oraz tła w formie kombinacji trzech kolorów przędzy teksturowanej PES (zdjęcie 7). Procentowy udział surowca oraz wyniki badań parametrów strukturalnych, użytkowych i cech specjalnych dzianin zestawiono w Tabeli 6. Przedstawione wartości stanowią wartości średnie z pomiarów, które wykonano zgodnie z wymaganiami norm dla materiałów tekstylnych [25, 24].

Ocena organoleptyczna wykazała dobrą ukladalność materiałów. W aspekcie przeznaczenia na wyroby zasłonowe, obserwuje się korzystny wpływ zastosowania przędz rotorowych rdzeniowych na wzrost sztywności dzianin. Ponadto, udział ocenianych przędz w strukturze dzianin nadaje oryginalny efekt fakturalny materiałów podnosząc tym ich walory wzornicze.

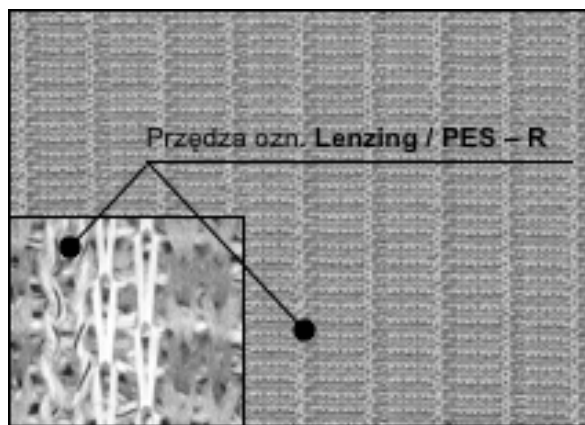
Wyniki badań wykazały, że dzianiny charakteryzują się dobrą stabilnością wymiarów po praniu i suszeniu. Wymagania norm dla materiałów zasłonowych podają wartość tego wskaźnika po pierwszym praniu w zakre-



Zdjęcie 5. Rzeczywisty wygląd dzianiny ozn. 1



Zdjęcie 6. Rzeczywisty wygląd dzianiny ozn. 1a



Zdjęcie 7. Rzeczywisty wygląd dzianiny ozn. 2

sie 3 , 8%, zależnie od techniki wytworzenia i rodzaju surowca [26].

Właściwości palne prób dzianin wykonanych z udziałem przędzy specjalnej Trevira (ozn. 1 i 1a) wykazały, że zastosowane rozwiązania strukturalne przy określonym udziale przędzy specjalnej (tabela 5) nie zapewniły odporności materiałów na zapalenie. Dla obu wariantów dzianin próbki w teście na zapale-



Tabela 5. Charakterystyka dzianin przeznaczonych na materiały zastonowe

Ozn. wariantu dzianiny		1	1a	2
Przędza rdzeniowa	surowiec	T – b / PES	T – b / PES	Lenzing /PES – R
	masa liniowa, tex	30	30	40
rotorowa	udział, %	57,1	66,2	52,2
Rodzaj przędz towarzyszących (udział, %)		PES teksturowany 220 dtex f48 (42,9)	PES teksturowany 220 dtex f48 (33,8)	PES teksturowany 167 dtex f32 (30,5) PES 167 dtex f32 (17,3)
Ścisłość rządkowa, liczba rządków / dm		76 (strona prawa) 143 (strona lewa)	80 (strona prawa) 153 (strona lewa)	101 (strona prawa) 138 (strona lewa)
Ścisłość kolumnkowa, liczba kolumnek / dm		107	104	105
Masa powierzchniowa, g / m <sup>2</sup>		295	309	251
Zmiana wymiarów po I praniu, %	kierunek wzdłużny	-2,0	-2,0	-3,5
	kierunek poprzeczny	+ 0,5	0,0	-4,0
Zmiana wymiarów po V praniu, %	kierunek wzdłużny	-4,0	-3,5	-4,0
	kierunek poprzeczny	-0,5	-1,0	-4,5
Minimalny czas zapalenia, s	kierunek wzdłużny	5	5	-
	kierunek poprzeczny	5	4	
Maksymalny czas następczego palenia, s	kierunek wzdłużny	212	105	-
	kierunek poprzeczny	55	64	
Rezystancja powierzchniowa $R_{\varphi}$ , $\Omega$		-	-	$6,7 \times 10^4$ , $8,5 \times 10^4$
Rezystywność powierzchniowa $r_{\varphi}$ , $W$		-	-	$1,3 \times 10^6$ , $1,7 \times 10^6$
Rezystancja skrośna $R_{\varphi}$ , $\Omega$		-	-	$1,06 \times 10^3$ , $2,53 \times 10^3$
Czasu półzaniku ładunku elektrostatycznego $t_{\varphi}$ , s		-	-	$\leq 0,01$

nie powierzchniowe, zarówno w ocenie dla kierunku wzdłużnego jak i poprzecznego uległy zapaleniu w czasie 10 s działania płomienia zapalającego. Dzianiny nie wykazały następczego żarzenia po usunięciu medium palnego, ale maksymalny czas następczego palenia dzianin wyniósł 212 s dla próby ozn. 1 oraz 105 s dla próby ozn. 1a (tabela 5). Wyniki badań wykazały, że w aspekcie ocenianych właściwości korzystniejszym rozwiązaniem strukturalnym jest wariant ozn. 1a, w którym występuje bardziej równomierne rozmieszczenie oczek z przędzy specjalnej po stronie użytkowej materiału. Ocena właściwości palnych materiałów wykazała nieprawidłowy dobór rozwiązań strukturalnych materiałów z zastosowaniem trudno palnej przędzy rotorowej Trevira (ozn. T – b / PES). W celu zapewnienia odporności na zapalenie przy zastosowaniu wielonitkowych splotów żakardowych

obserwuje się konieczność zwiększenia udziału ocenianej przędzy w strukturze dzianin lub zastosowanie innych przędz towarzyszących zawierających włókna trudno palne lub niepalne.

Wyniki badań właściwości elektrostatycznych wariantu dzianiny ozn. 2, w której zastosowano przędzę z filamentem węglowym (ozn. Lenzing /PES – R) wykazały, że dla opracowanych rozwiązań strukturalnych materiał zapewnia ochronę przed elektrycznością statyczną [27]. Poziom otrzymanych wartości oporności elektrycznej wykazuje bardzo dobre właściwości przędzy w aspekcie określonych cech ochronnych z możliwością zmniejszenia jej udziału w strukturze materiału.

Próby dzianin o przeznaczeniu na materiały obciowe zrealizowano w następujących układach surowcowych przędz.

- wzór: przędza rdzeniowa rotorowa ozn. PAN / PES; tło: przędza PES 167 dtex f96 i PES 167 dtex f32 (ozn. próby dzianiny 3);
- wzór: przędza rdzeniowa rotorowa ozn. PAN / PES; tło: przędza PES 167 dtex f96 i PAN 25 tex (ozn. próby dzianiny 3a);
- wzór: przędza rdzeniowa rotorowa z filamentem węglowym Resistat ozn. Lenzing / PES – R; tło: przędza teksturowana PES 167 dtex f32 (ozn. próby dzianiny 4).

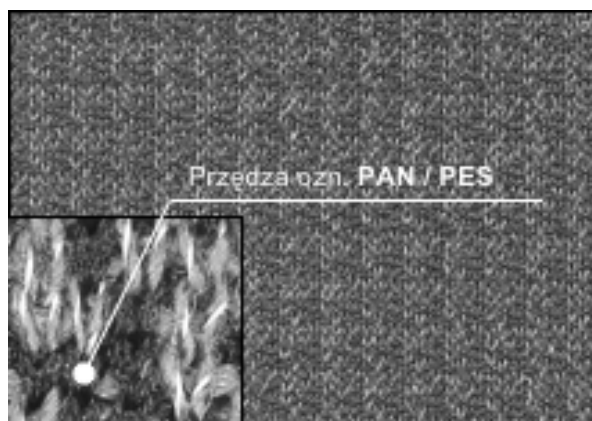
Próby dzianin wykonano na dwułożyskowych szydełkarkach cylindrycznych dużych średnic o numerze uiglenia 18E (warianty ozn. 3 i 3a) oraz 20E (wariant ozn. 4). Próby ozn. 3 i 3a zróżnicowano rodzajem jednej z przędz tła i wykonano według jednego wzoru żakardowego (zdjęcie 8). Wariant dzianiny ozn. 4 zaprojektowano przy założeniu wykorzystania przędzy z filamentem węglowym (ozn. Lenzing / PES – R) do wykonania wzoru kratki skośnej po prawej stronie materiału (imitacja struktury materiału o niejednorodnych właściwościach elektrostatycznych [24]). Rzeczywisty wygląd tego wariantu dzianiny przedstawiono na zdjęciu 9. Charakterystykę surowcową oraz wyniki badań parametrów strukturalnych i użytkowych dzianin zestawiono w tabeli 6. Badania właściwości użytkowych dzianin przeprowadzono w zakresie rozpoznawczym z wyszczególnieniem cech powierzchniowych [25, 28]. Wyniki tych badań wykazały, że materiały według przedstawionych rozwiązań strukturalnych charakteryzują się bardzo dobrymi odpornościami na zewnętrzne czynniki mechaniczne. W tabeli 6 przedstawiono również wyniki badań wskaźnika oporności elektrycznej dla wariantu dzianiny ozn. 4, które przeprowadzono według normy [24]. Podane wartości wskaźnika stanowią wartość średnią z n=10 pomiarów.

Kolejny etap prac badawczych obejmował nadanie materiałom cech specjalnych w procesie wykończenia. Z uwagi na przeznaczenie dzianin na materiały obcio-we, działania w tym zakresie ukierunkowano na otrzymanie właściwości oleofobowych i trudno palnych. Proces wykończenia oleofobowego przeprowadzono metodą napawania z zastosowaniem środka Nuva FSN (stężenie środka w kąpeli napawającej 50 g/dm<sup>3</sup>). Ocenę materiałów przeprowadzono na podstawie wyników badań efektu oleofobowego i odporności dzianin na zwilżanie powierzchniowe [29]. Wyniki tych badań oraz wartości wskaźnika oporności elektrycznej wariantu dzianiny ozn. 4 po wykończeniu oleofobowym zestawiono w tabeli 6.

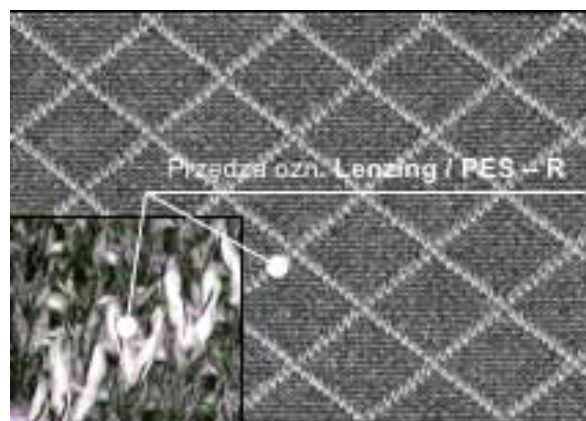
Materiały poddano wykończeniu trudno palnemu w dwóch wariantach zależnie od rodzaju i sposobu aplikacji środków specjalnych:

- apretuowanie materiału aktywną emulsją wodną polimeru syntetycznego TEXAFLAM CM o stężeniu 800 g/l w postaci piany w ilości cca. 170 g/m<sup>2</sup>;
- impregnacja materiału roztworem o składzie: 650 g/l środka trudno palnego TEXAFLAM BS i 40 g/l polimeru akrylowego TEXACRYL IS (powierzchniowe zespolenie środka trudno palnego z włóknem).

Badania właściwości palnych materiałów zrealizowano zgodnie z wymaganiami normy dla mebli tapicerowanych [30]. Odporność dzianin na zapalenie określono dla dwóch źródeł zapłonu, które stanowiły imitację tlącego żaru z papierosa oraz płomienia zapalki. Wyniki badań wykazały wysoką skuteczność działania zaaplikowanych środków wykończeniowych o działaniu trudno palnym. Materiały nie ulegają zapaleniu i nie żarzą się. Nie odnotowano istotnych różnic w rozmiarach stref zniszczenia materiałów (stopione



Zdjęcie 8. Rzeczywisty wygląd dzianiny ozn. 3



Zdjęcie 9. Rzeczywisty wygląd dzianiny ozn. 4

Tabela 6. Charakterystyka dzianin przeznaczonych na materiały obiciowe.

Ozn. wariantu dzianiny		3	3a	4
Przędza rdzeniowa rotorowa	surowiec	PAN 83% / PES 17%	PAN 83% / PES 17%	Lenzing 75% / PES <sub>R</sub> 25%
	masa liniowa, tex	30	30	40
	udział, %	51,1	47,7	59,7
Rodzaj przędz towarzyszących (udział, %)		PES 167 dtex f96 (28,5) PES 167 dtex f32 (20,4)	PES 167 dtex f96 (26,9) PAN 25 tex (25,4)	PES teksturowany 167 dtex f32 (40,3)
Ścisłość rządkowa, liczba rządków / dm		120 (strona prawa) 170 (strona lewa)	100 (strona prawa) 135 (strona lewa)	120
Ścisłość kolumnkowa, liczba kolumnek / dm		115	110	105
Masa powierzchniowa, g / m <sup>2</sup>		262	270	247
Odporność na pilling, stopień (liczba suwów)*		5 (125) 5 (7000)	5 (125) 5 (7000)	5 (125) 5 (7000)
Odporność na zaciąganie, stopień		4,5	4,5	4,5
Odporność na ścieranie, liczba suwów		25 000	25 000	25 000
Rezystancja powierzchniowa R <sub>v</sub> , Ω		-	-	4,93 x 10 <sup>4</sup> (A)** 7,61 x 10 <sup>4</sup> (B)**
Rezystywność powierzchniowa ρ <sub>v</sub> , Ω		-	-	9,76 x 10 <sup>5</sup> (A)** 1,05 x 10 <sup>6</sup> (B)**
Stopień oleofobowości ocena ogólna (skala 1 ÷ 8)		7,0	6,5	6,5
Odporność na zwilżanie powierzchniowe (spray test), stopień (skala 1 ÷ 5)		4	4	4

\*) w tabeli podano wartości odporności na pilling dla brzegowych pomiarów; dla liczby suwów 500, 1000, 2000 i 5000 otrzymano analogiczne wyniki pomiarów.

\*\*\*) wyniki badań: A -dla dzianiny bez wykończenia oleofobowego, B-dla dzianiny po wykończeniu oleofobowym.

Tabela 7. Właściwości elektrostatyczne wariantu dzianiny ozn. 4 po procesach wykończenia trudno palnego

Rodzaj środka trudno palnego	Rezystancja powierzchniowa R <sub>v</sub> , Ω	Rezystywność powierzchniowa ρ <sub>v</sub> , Ω	Rezystancja skrośna R <sub>v</sub> , Ω	Czasu półzaniku ładunku el. t <sub>50</sub> , s
TEXAFLAM CM	2,10 x 10 <sup>5</sup>	4,16 x 10 <sup>6</sup>	2,51 x 10 <sup>4</sup>	≤ 0,01
TEXAFLAM BS	2,07 x 10 <sup>5</sup>	4,10 x 10 <sup>6</sup>	1,06 x 10 <sup>4</sup>	≤ 0,01

włókna) zależnie od rodzaju przeprowadzonego procesu wykończenia.

W tabeli 7 przedstawiono wyniki badań parametrów elektrostatycznych dzianin po procesach wykończenia trudno palnego [25]. Wyniki wykazują, że materiały zapewniają ochronę przed elektrycznością statyczną [27]. Ponadto, podobnie jak w ocenie dzianiny po wykończeniu oleofobowym, nie obserwuje się istotnego wpływu wykończeń trudno palnych na właściwości elektrostatyczne dzianiny.

Dzianiny po procesach wykończenia trudno palnego poddano ocenie na zawartość formaldehydu [31].

Przykładowo, dla wariantu dzianiny ozn. 4, otrzymano wartości 6,92 i 13,8 mg/ kg, odpowiednio po wykończeniu środkiem TEXAFLAM CM i TEXAFLAM BS. Wyniki badań wykazały, że materiały spełniają wymagania normy określające dopuszczalną zawartość formaldehydu (<300 mg/ kg) [31].

Ocena dzianin wykazała istotny wpływ procesu wykończenia trudno palnego na wzrost masy powierzchniowej oraz podstawowe właściwości użytkowe. Po zastosowaniu procesu apreturowania środkiem TEXAFLAM CM otrzymano w zakresie wszystkich wariantów dzianin wzrost masy powierzchniowej

w zakresie 45% ÷ 58%, natomiast po impregnacji środkiem TEXAFLAM BS 28 ÷ 34%. Ponadto, procesy wykończenia wpłynęły w znacznym stopniu na wzrost sztywności materiałów i chwyt. Korzystniejszą ocenę w aspekcie tych właściwości otrzymały materiały apretowane środkiem TEXAFLAM CM.

Wyniki prezentowanych badań wykazują, że oceniane przędze rdzeniowe rotorowe mogą znaleźć zastosowanie w technologii materiałów dziewiarskich o przeznaczeniu na wyroby dekoracyjne, również przy zapewnieniu określonych cech ochronnych. Aplikacja przędz w korzystny sposób wpływa na sztywność materiałów, parametry wytrzymałościowe i stabilność wymiarową, a odmienna od klasycznych struktura tych przędz nadaje materiałom ciekawe efekty fakturalne.

### Bibliografia

1. Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 26 września 1997r. w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy (Dz.U. z 2003r. Nr 169, poz. 1650; Dz.U. z 2007r. Nr 49, poz. 330).
2. Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 21 kwietnia 2006 r. w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów (Dz.U. Nr 80, poz. 563)
3. Rozporządzenie Ministra Gospodarki i Pracy z dnia 5 lipca 2004r. w sprawie ograniczeń, zakazów lub warunków produkcji, obrotu lub stosowania substancji niebezpiecznych i preparatów niebezpiecznych oraz zawierających je produktów (Dz.U. Nr 168, poz. 1762)
4. Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 6 kwietnia 2004 r. w sprawie bezpieczeństwa i znakowania produktów włókienniczych (Dz.U. Nr 81, poz. 743; Dz.U. z 2005r. Nr 68, poz. 586; Dz.U. z 2007r. Nr 78, poz. 526; Dz.U. z 2007r. Nr 192, poz. 1384)
5. Oferty handlowe firm: „Hurtownia Tapicerska” PUH, „Glormeb” PPHU, „Artmeb” PHU, Optex S.A., Gipiurex FH, Dekoma Sp. z o.o., Kobe i Christian Fischbacher, Jab Anstoetz, chivasso (Niemcy), Arte-international (Belgia), Romo, Malabar, Johannes Wellmann (Anglia), Kobe Kobefab International, Vitka Textiles a.s (Republika Czeska), Polydekor, spol. s r.o. (Republika Czeska), Cowan Textiles GmbH, M. Zellner GmbH, Herbert Kneitz GmbH (Niemcy).
6. Katarzyna Piekłak: Działalność obiciowe; ELAMED M-design, nr 1/2008, str. 22
7. Materiały informacyjne firmy Sanwil S.A, XX Międzynarodowe Targi Mebli „Mebel 2008”, Moskwa.
8. Projekt międzynarodowy Eureka MULFUNC E! 3191 Multifunctional woven and knitted fabrics for modern high quality barrier textile materials and work-wear. ITTD Tricotextil 2004–2007.
9. Projekt międzynarodowy Eureka E! 2513 ROTGO-ODS Materiały włókiennicze o specjalnym przeznaczeniu z zastosowaniem nowej generacji przędz dwuskładnikowych typu bawełnianego.
10. William C. Smith: High performance and high temperature resistant fibers – Emphasis on protective clothing, ITA, Greer, SC 9 / 21 / 99
11. Materiały informacyjne firm: Du Pont de Nemours & Co, Toray Industries, Inc., Amoco Fabrics & Fibers Co., Toyobo Co., Ltd., Basofil Fiber, LLC, Celanese Co, Lenzing AG, Inspec Fibres GmbH,
12. B. Żywicka: Ocena biogodności włókien o dużej wytrzymałości mechanicznej. Polimery w Medycynie 2005; 34(3)
13. D. Cyniak, J. Czekalski, T. Jackowski: Przędze mieszankowe trudno palne przeznaczone na techniczne wyroby uszczelniające. Przegląd Włókienniczy. WOS 5/ 2007
14. Technical Information PBO fiber Zylon®. Toyobo Co., Ltd. In Japan.
15. E. Machnikowska – Kiereś: „Wymagania stawiane wyrobom włókienniczym w zakresie palności”. Materiały konferencyjne XXIII Seminarium Polskich Chemików Kolorystów, Elbląg, 03-06.10.2007r.
16. P. Lewandowski, E. Machnikowska – Kiereś: „Wykończenia wyrobów włókienniczych w kontekście ich użytkowania”. Materiały konferencyjne XIX Seminarium Polskich Chemików Kolorystów, Piła, 17-20.09.2003r.
17. Materiały informacyjne firm: Toho Tenax Europe GmbH, Toho Tenax Co., Ltd. Japan, Asahi Kasei Fibers Co. Japan, Toray Carbon Fibers America, Inc. (CFA), Zoltek Co, Inc. USA,
18. Materiały reklamowe: Increases in visitors, exhibitors and exhibition area at CITME 2002 reflect the successful expansion of China's textile industry. Textile World. Textile News. CITME 2002. Jan. 2003. Asian Textile Business: Rieter introducing new rotor core yarn system at CITME 2002. Oct. 2002.
19. Materiały informacyjne Rieter Textile Systems. Winterthur, Switzerland, <http://www.uster.com/UI/Statistics.aspx>

20. PN-EN ISO 2060: 1997 (masa liniowa), PN-EN ISO 2062:1997 (wytrzymałość na zerwanie), PN-ISO 2061:1997 (liczba skrętu), PN-ISO 2:1996 (kierunek skrętu), PN - 76 / P - 08404 (Uster).
21. PN - 91 / P - 04871. Tekstylika. Wyznaczanie rezystywności elektrycznej.
22. USTER STATISTICS 2007. <http://www.uster.com>
23. T. Jackowski, B. Chylewska: Przędzalnictwo. Budowa i technologia przędz. Wydawnictwo PŁ 1999, s. 446
24. PN -EN 1149-1:2008. Odzież ochronna. Właściwości elektrostatyczne. Rezystywność powierzchniowa. (Metody badania i wymagania). PN-EN 1149-2: 1999/ Ap1:2001. Odzież ochronna. Właściwości elektrostatyczne. Metoda badania rezystancji skrośnej. PN-EN 1149-3: 2005. Odzież ochronna. Właściwości elektrostatyczne. Metody badań do pomiaru zaniku ładunku (Metoda indukcyjna).
25. Instrukcja badawcza IN - 4/70 p.3.2 (udział procentowy przędz), PN - 85 / P - 04787 (ściskość rzędkowa i kolumnenkowa), PN - P - 04613:1997. Metoda E (masa powierzchniowa), PN - EN 25077:1998, PN - EN ISO 3759:1998, PN - EN ISO 6330:2002 (zmiana wymiarów po praniu, procedura SA, 40°C, suszenie A-przez rozwieszenie). PN-EN 1101:1999. Wyroby włókiennicze. Zachowanie podczas palenia. Zasłony i firanki. Szczegółowa procedura wyznaczania zapalności pionowo umieszczonych próbek (mały płomień). PN - EN 1102:1999. Wyroby włókiennicze. Zachowanie podczas palenia. Zasłony i firanki. Szczegółowa procedura wyznaczania rozprzestrzeniania się płomienia na pionowo umieszczonych próbkach.
26. PN - 89/ P - 84002. Dziańiny zasłonowe. Wspólne wymagania użytkowe. PN - 83/ P - 82010.15. Tkaniny i przędziny bawełniane i bawełnopodobne powszechnego użytku. Wymagania użytkowe dotyczące tkanin i przędzin zasłonowych.
27. PN-EN 1149 - 5: 2008. Odzież ochronna. Właściwości elektrostatyczne. Wymagania eksploatacyjne.
28. PN - EN ISO 12945 - 2: 2002. Tekstylika. Wyznaczanie skłonności powierzchni płaskiego wyrobu do mechacenia i pillingu. Część 1: Skrzynekowa metoda badania pillingu; PN - 79 / 04664: Metody badań wyrobów włókienniczych. Tkaniny i dzianiny. Wyznaczanie odporności na zaciąganie nitki; PN - EN ISO 12947 - 2: 2000. Tekstylika. Wyznaczanie odporności płaskich wyrobów na ścieranie metodą Martindale`a. Przystroj Martindale`a do badania odporności na ścieranie.
29. PN - EN ISO 14419:2002. Tekstylika. Oleofobowość. Węglowodorowy test odpornościowy; PN - EN 24920. Tekstylika. Wyznaczanie odporności wyrobów na zwilżanie powierzchniowe (spray test).
30. BS 5852: 1991 (section 4). Assessment of the ignitability of upholstered seating by smoldering and flaming ignition sources Testing Laboratory of Textile Finishing, INOTEX Ltd. Dvůr Králové-tests of the combustibility of materials.
31. PN-EN ISO 14184-1: 2001. Tekstylika. Oznaczanie formaldehydu. Część 1: Formaldehyd wolny i zhydrolizowany (metoda ekstrakcji wodnej). PN-P-82011: 1996. Tekstylika. Dopuszczalne zawartości formaldehydu.