

Ocena wpływu biochemicznej modyfikacji powierzchni włókien poliestrowych na wskaźniki komfortu higienicznego wyrobów

Romualda Koźmińska^{1),*}, Izabela Oleksiewicz¹⁾, Anna Pinar¹⁾, Włodzimierz Dominikowski²⁾

DOI: dx.doi.org/10.14314/polimery.2014.246

Streszczenie: Przedstawiono rozwiązania z zakresu laboratoryjnych metod wykończenia tekstyliów poliestrowych, mających na celu osiągnięcie cech użytkowego komfortu fizjologicznego wyrobów. Przeprowadzono modyfikację biochemiczną materiałów z zastosowaniem enzymów hydrolitycznych, a tak zmodyfikowany materiał napawano środkiem o działaniu przeciwdrobnoustrojowym. Oceniono wpływ modyfikacji enzymatycznej na właściwości higroskopijne materiału poliestrowego, a także odporność cech antybakteryjnych na wielokrotne pranie. Wyniki badań wskazują na nowe możliwości technologiczne chemicznego kształtowania specjalnych funkcji użytkowych tekstyliów, wykorzystujące powierzchnią modyfikację struktury włókien poliestrowych.

Słowa kluczowe: włókna poliestrowe, procesy wykończalnicze tekstyliów, modyfikacja biochemiczna, aktywność antybakteryjna, komfort fizjologiczny wyrobów.

Assessment of the effect of biochemical surface modification of polyester fibres on the physiological comfort properties of textile products

Abstract: The paper describes the solutions in the area of finishing polyester textiles aimed to ensure physiological comfort of textile products. The materials were subjected to biochemical modification using hydrolytic enzymes (esterases, which cause the selective cleavage of ester bonds on the surface of polyester fibre creating new reactive hydroxyl and carboxyl groups) and subsequently treated with antimicrobial agent. The effect of enzymatic modification on the hygroscopic properties of polyester material as well as the durability of antibacterial activity to multiple laundering was evaluated. The results of the investigation indicate new technological opportunities to acquire the special functional properties of textiles by using surface modification of polyester fibres.

Keywords: polyester fibres, textile finishing process, biochemical modification, antibacterial activity, physiological comfort of textile products.

Coraz większego znaczenia zarówno dla odbiorców, jak i producentów materiałów włókienniczych nabierają problemy komfortu ich użytkowania, a także zachowanie standardów higieny. Do istotnych właściwości użytkowych tekstyliów, kształtujących cechy komfortu fizjologicznego w wyrobie odzieżowym, zalicza się m.in. sorpcję i transport wilgoci, przepuszczalność powietrza i pary wodnej oraz przewodnictwo cieplne. Podstawowe czynniki decydujące o funkcjach użytkowych materiału to: rodzaj surowca, rozwiązania strukturalne oraz sposób wykończenia, zależne od metody wytwarzania materiału i jego przeznaczenia w wyrobie [1–4].

Tekstyli, będące w bezpośrednim kontakcie ze skórą użytkownika, są nośnikami złuszczających się komórek naskórka, substancji potowo-tłuszczowych i innych zanieczyszczeń, które w warunkach otoczenia, zwłaszcza przy podwyższonej temperaturze i wilgotności powietrza, stanowią środowisko rozwoju drobnoustrojów naturalnej flory bakteryjnej. Na skórze człowieka występują m.in. bakterie gramdodatnie *Staphylococcus aureus*, wykazujące zdolność do wytwarzania egzotoksyn powodujących ropne zmiany skóry w zakażeniach bakteryjnych oraz bakterie gramujemne — *Escherichia coli* i *Klebsiella pneumoniae* — znane przede wszystkim jako bakterie wywołujące zakażenia układu pokarmowego i moczowego, przyczyniające się do powstawania wielu zakaźnych chorób dróg oddechowych [5, 6]. W celu zapewnienia funkcji higienicznych użytkowanych wyrobów tekstylnych, jest wskazane przeprowadzenie w toku technologii włókien i materiałów antybakteryjnej modyfikacji.

¹⁾ Instytut Włókiennictwa, Zakład Naukowy Technologii Dziewiarskich i Odzieżownictwa, ul. Brzezińska 5/15, 92-103 Łódź.

²⁾ Stowarzyszenie Polskich Chemików Kolorystów, Pl. Komuny Paryskiej 5a, 90-007 Łódź.

^{*} Autor do korespondencji; e-mail: rkozminska@iw.lodz.pl

Działania takie mogą być realizowane na drodze aplikacji biologicznie czynnych substancji i związków chemicznych do masy polimeru, powierzchniowo — w procesie wytwarzania włókien, lub na etapie wykończenia materiałów tekstylnych. Do znanych substancji o działaniu antybakteryjnym, wykorzystywanych we wskazanych zastosowaniach technologicznych zalicza się: związki organiczne (czwartorzędowe sole amoniowe, związki metaloorganiczne, fenole, modyfikowane polisiloksany, antybiotyki), związki nieorganiczne (sole metali) oraz substancje naturalne (chitozan, aktywne ekstrakty roślinne) [7–11].

Oczekiwania odbiorców wpływające na wymagania stawiane współczesnym wyrobom włókienniczym przyczyniają się do rozwoju prac badawczych mających na celu udoskonalenie właściwości użytkowych tekstyliów. Funkcjonalność materiałów jest kształtowana w wyniku doboru surowca, zastosowania odpowiednich rozwiązań strukturalnych i metod wykończenia wyrobu. Przędze z włókien syntetycznych są szeroko wykorzystywane w technologii tekstylnych materiałów specjalnych, dzięki temu, że stwarzają możliwość zapewnienia określonych właściwości wytrzymałościowych oraz trwałości nadanych cech użytkowych wyrobu. Mała higroskopijność włókien syntetycznych wpływa na pogorszenie właściwości zapewniających komfort fizjologiczny podczas użytkowania wyrobów z nich wykonanych. Przedstawione poniżej rozwiązania technologiczne procesu wykończenia włókien mogą być metodą kształtowania funkcji higienicznych i takich cech tekstyliów poliestrowych, które umożliwiają uzyskanie komfortu fizjologicznego użytkownika. Należy podkreślić, że wykończenie antybakteryjne materiałów poliestrowych z zastosowaniem środków biobójczych rekomendowanych przez producentów do tego rodzaju surowca, nie zapewnia trwałości ochrony antybakteryjnej po wielokrotnym praniu [12–14]. Wprowadzenie natomiast w procesie wykończenia produkowanych materiałów etapu powierzchniowej modyfikacji enzymami hydrolitycznymi poprawia higroskopijność włókien i stwarza nowe moż-

liwości kształtowania specjalnych funkcji użytkowych materiału [15, 16].

Zastosowana w badaniach modyfikacja biochemiczna nie powoduje ubytku masy włókien syntetycznych. Metoda jest ekologiczna i ekonomiczna, w odróżnieniu od standardowego procesu alkalicznej hydrolizy, wymagającego użycia temperatury 98 °C oraz agresywnych środków chemicznych w środowisku silnie alkalicznym [17, 18]. Przedstawione rozwiązania wprowadzane w procesie antybakteryjnego wykończenia włókien, wykorzystujące enzymy hydrolityczne, zapewniają trwałość użytkową nadanych funkcji specjalnych i mogą znaleźć praktyczne zastosowanie w technologii materiałów poliestrowych [18–21].

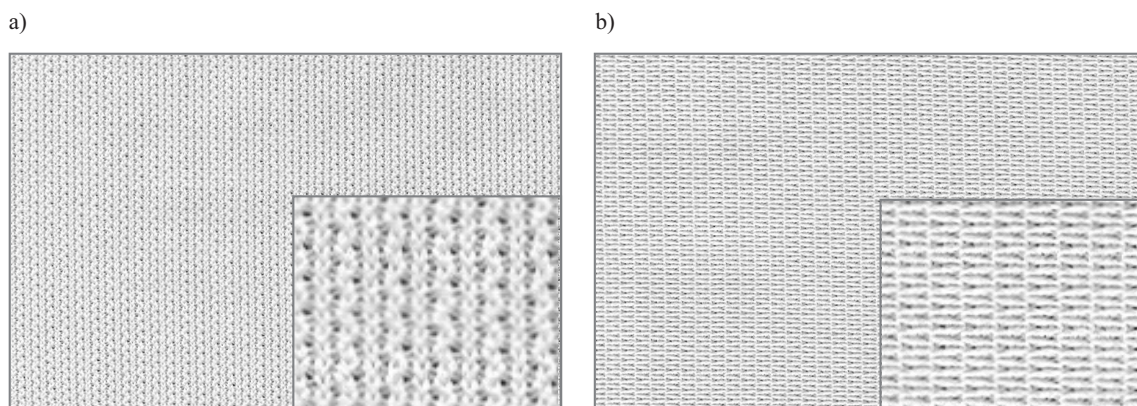
Celem pracy była ocena wpływu przeprowadzonej wybranym sposobem modyfikacji biochemicznej powierzchni włókien poliestrowych, na właściwości higroskopijne tekstyliów z nich wykonanych, a także wykazanie zasadności stosowania proponowanej metody modyfikacji w procesie antybakteryjnego wykończenia materiałów poliestrowych.

CZĘŚĆ DOŚWIADCZALNA

Materiały

W badaniach zastosowano dzianinę kolumienkową lewoprawą, trójgigielnicową, wykonaną na maszynie raszlowej (o numerze uiglenia 32/2 S) z przędzy poliestrowej o masie liniowej 167 dtex f 32. Konstrukcję dzianiny opracowano w ramach wcześniejszych prac badawczych Instytutu Włókiennictwa, z przeznaczeniem na odzież roboczą (np. fartuchy) [19]. Zastosowany splot dzianiny zapewnia stabilność wymiarową materiału, optymalne wypełnienie przędzą zabezpiecza natomiast podstawowe cechy komfortu fizjologicznego materiałów w wyrobie finalnym. Rzeczywisty wygląd struktury dzianiny po lewej i prawej stronie przedstawia rys. 1.

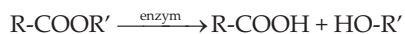
W celu zwiększenia higroskopijności materiału poliestrowego przeprowadzono powierzchniową modyfika-



Rys. 1. Rzeczywisty wygląd struktury dzianiny: a) prawa strona, b) lewa strona

Fig. 1. Real appearance of the knitted fabric structure: a) top side, b) bottom side

cję włókien enzymami hydrolitycznymi – esterazami. Kontaktujące się z włóknem poliestrowym esterazy powodują hydrolizę wiązań estrowych (-COO-) na powierzchni włókna, prowadzącą do tworzenia się grup hydroksylowych (-OH) oraz karboksylowych (-COOH), według ogólnego równania przedstawionego na schemacie A [15].



Schemat A

gdzie: R-COOR' – ogólny wzór estrów alifatycznych, R,R' – grupy alkilowe.

W procesie biochemicznej modyfikacji włókna poliestrowego w wytypowanej dzianinie zastosowano enzym z grupy hydrolaz – esterazę, o nazwie handlowej Texazym PES, czeskiej firmy Inotex, polecaną przez producenta do procesów wykończenia tekstyliów z włókien poliestrowych [22].

Do antybakteryjnego wykończenia włókien wykorzystano środek chemiczny o nazwie handlowej Sanitized T25-25 Silver szwajcarskiej firmy Sanitized. Według danych producenta, produkt zawiera chlorek srebra w postaci cząstek o wymiarach i potencjale cząsteczek zapewniających wysoki stopień wyczerpania z kąpielii i związania z włóknem. Zabezpieczenie chlorku srebra przed degradującym działaniem światła stanowią powłoki polimerowe, otaczające cząsteczki biobójczego związku. W procesie łączenia cząstek zastosowanego środka z włóknem, podstawową rolę odgrywają centra jonowe wytworzone na grupach karboksylowych poliestrów, umożliwiające reakcję z cząstkami AgCl. Dzięki wysokiemu stopniowi wyczerpania tego środka z kąpielii, proces wykończenia tekstyliów jest procesem ekologicznym. Sanitized T25-25 Silver jest polecany przez producenta do materiałów wykonanych z włókien syntetycznych o przeznaczeniu na odzież sportową, ubrania robocze, wyroby skarpetkowe oraz artykuły dekoracyjne. Produkt ten może być stosowany z innymi środkami używanymi w procesie wykańczania, np. żywicami, środkami zmiękcżającymi, fluorokarbonami [23].

Określone rodzaje wykończalniczych środków chemicznych wytypowano do modyfikacji właściwości użytkowych materiału poliestrowego, na podstawie pozytywnej oceny uzyskanej w ramach wcześniejszych prac badawczych Instytutu Włókiennictwa [16, 20, 24, 25].

Laboratoryjny proces wykończenia materiału poliestrowego

Przed procesem modyfikacji enzymatycznej oraz przed aplikacją środka antybakteryjnego, materiał dzianinowy poddano obróbce wstępnej obejmującej pranie, płukanie i suszenie. Pranie realizowano w ciągu 30 min w pralnicy bębnowej, w kąpielii o temp. 40 °C, zawiera-

jącej 1 g/dm³ niejonowego środka. Następnie materiał płukano i suszono w stanie beznapięciowym w znormalizowanych warunkach klimatycznych. Tak przygotowany materiał poliestrowy oznaczono: „Próba 1”.

W laboratoryjnym procesie wykończenia enzymatycznego i antybakteryjnego dzianiny wykorzystano procedury określone na podstawie prac doświadczalnych Instytutu Włókiennictwa i wskazań producentów [16, 21–23]. Do modyfikacji biochemicznej użyto środka enzymatyczny Texazym PES w stężeniu 2 %, w kąpielii o pH 4, temp. 30 °C w czasie 30 min. Kolejnym etapem był proces płukania w ciepłej (30 °C) a następnie zimnej wodzie. Działinę suszono w stanie beznapięciowym w warunkach klimatu normalnego. Próbę przeprowadzono w barwiarce laboratoryjnej Mathis Labomat BFA 12, z zastosowaniem krotności kąpielii*) 1:10. Materiał po modyfikacji biochemicznej oznakowano: „Próba 1E” (por. rys. 2).

Proces wykończenia antybakteryjnego prowadzono metodą napawania za pomocą napawarki laboratoryjnej firmy Benz typu KLFH 322K, wg wariantu I – dzianiny po obróbce wstępnej („Próba 1”) i wariantu II – dzianiny po modyfikacji biochemicznej („Próba 1E”). Środek bioaktywny Sanitized T25-25 Silver zastosowano w stężeniu 0,8 %, w kąpielii o pH = 5,5–6,0. Stopień odzęcia materiału wynosił 70 %. Materiał po procesie napawania poddawano suszeniu przy użyciu suszarki laboratoryjnej Heraeus Function Line w temp. 100 °C i następnie dogrzewaniu w ciągu 5 min w temp. 150 °C. Materiały z antybakteryjnym wykończeniem oznaczono, odpowiednio, „Próba 1A” i „Próba 1EA”.

Metodyka badań

– Morfologię włókien oceniano metodą elektronowej mikroskopii skaningowej, w powiększeniu 2000×, za pomocą mikroskopu JEOL JSM-35C o rozdzielczości 6 nm, i programu ORION 6.

– Efektywność zastosowanej modyfikacji biochemicznej materiału poliestrowego oceniano na podstawie wybranych właściwości użytkowych, istotnych dla osiągnięcia komfortu fizjologicznego użytkownika odzieży tj.: sorpcji wilgoci oznaczonej czasem wchłaniania kropli wody przez powierzchnię materiału, włoskowości, higroskopijności, oporu cieplnego (ciepłochłonności), oporu pary wodnej (przepuszczalności pary wodnej). Podstawowe cechy strukturalne dzianiny po operacjach wykończenia i po obróbce wstępnej, wyrażono wskaźnikami ścisłości oczek (rządkowej i kolumnkowej) i grubości, natomiast właściwości użytkowe – wskaźnikami masy powierzchniowej i przepuszczalności powietrza. Określone parametry dzianiny wyznaczano w akredytowanym Laboratorium Badań i Surowców

*) Krotność kąpielii to wielkość określona stosunkiem masy wyrobu poddawanej obróbce do minimalnej masy kąpielii w danym aparacie, dającej właściwe efekty.

Włókienniczych Instytutu Włókiennictwa, według norm przedmiotowych dla materiałów tekstylnych: Tegawa Drop Test: 1987 metoda A wg Melliand Textilberichte 68 (1987), str. 581–583 (wskaźnik powierzchniowego czasu wchłaniania kropli wody), PN-67/P-04633 (wskaźnik włoskowatości), PN-80/P-04635 (wskaźnik higroskopijności), PN-EN 31092:1998/Ap1:2004 (wskaźniki oporu cieplnego, oporu pary wodnej i przepuszczalności pary wodnej w warunkach stanu ustalonego metodą pocącej się zaizolowanej cieplnie płyty), PN-EN 14971:2007 – metoda B (wskaźniki ścisłości rządkowej i kolumienkowej oczek), PN-EN ISO 5084:1999 (wskaźnik grubości), PN-P-04613-1:1997 (wskaźnik masy powierzchniowej), PN-EN ISO 9237:1998 (wskaźnik przepuszczalności powietrza), PN-EN ISO 6330:2002 (procedura prania 6A).

– Właściwości antybakteryjne dzianin wykończonych za pomocą wytypowanego środka o działaniu biobójczym, określano metodą ilościową w zakresie wskaźników aktywności bakteriostatycznej i bakteriobójczej wobec bakterii *Staphylococcus aureus* NCTC 4163. Badania wykonano w Katedrze Immunologii i Biologii Infekcyjnej Uniwersytetu Łódzkiego, zgodnie z amerykańską normą dotyczącą materiałów tekstylnych z wykończeniem antybakteryjnym – AATCC-100:1998 – stosując procedurę obliczania wskaźników według japońskiej normy JIS L 1902:2008.

– Trwałość wykończenia antybakteryjnego dzianin poddanych procesom konserwacji mokrej oceniano po 5 i 20 cyklach prania, wykonanych w temp. 40 °C, w warunkach określonych normami.

WYNIKI I ICH OMÓWIENIE

Przedstawione na rys. 2 obrazy SEM ilustrują zmianę charakteru powierzchni włókien poliestrowych poddanych powierzchniowej modyfikacji enzymatycznej. Włókna materiału niemodyfikowanego biochemicznie

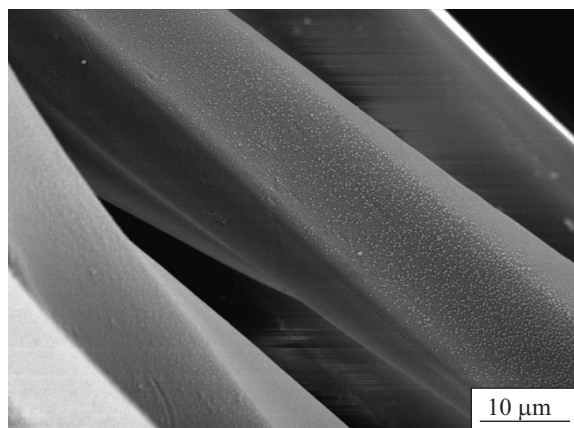
(rys. 2a) wykazują, charakterystyczną dla klasycznych ciągłych włókien poliestrowych, jednorodną strukturę i gładką powierzchnię. W przypadku włókien zmodyfikowanych można zaobserwować (rys. 2b) zmiany erozyjne w postaci nieregularnych mikrozagłębień i mikrorozwarstwień, o różnym charakterze i wielkości, powodujące rozwinięcie powierzchni włókna.

Wyniki badań podstawowych właściwości strukturalnych i użytkowych dzianiny (tabela 1) wskazują na istotne różnice w wartościach średnich z pomiarów, zależnie od zastosowanych parametrów procesu wykończenia. W warunkach podobnej temperatury kąpieli wykończalniczych, materiały po wykończeniu antybakteryjnym – „Próba 1A” i „Próba 1EA” – poddane suszeniu i stabilizacji termicznej w temp. 100 °C i 150 °C, w odniesieniu do materiałów, odpowiednio, „Próby 1” i „Próby 1E”, suszonych w znormalizowanych warunkach klimatycznych, charakteryzują się większymi o ok. 10 % wartościami ścisłości rządkowej i kolumienkowej oczek oraz grubości, przy większej o ok. 5 % wartości wskaźnika masy powierzchniowej. Ze względu zatem na obserwowany wpływ właściwości strukturalnych materiału na wskaźniki biofizyczne [1–4, 26–28], analizę porównawczą wyników badań przeprowadzono odrębnie dla dzianin oznaczonych jako „Próba 1” i „Próba 1E” oraz dzianin oznaczonych jako „Próba 1A” i „Próba 1EA”.

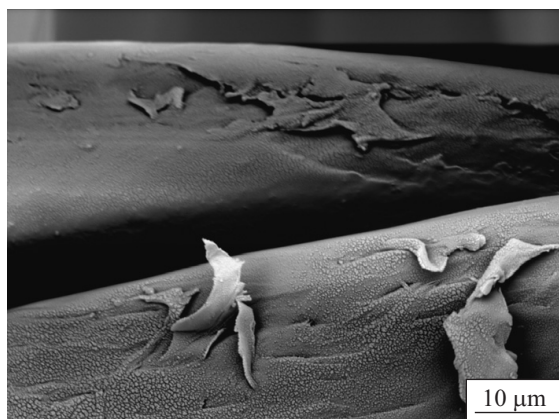
Na podstawie wartości wskaźników: higroskopijności, czasu wchłaniania kropli wody i włoskowatości, stwierdzono znaczną poprawę właściwości sorpcyjnych materiału poliestrowego poddanego modyfikacji enzymatycznej. Stosowanie zatem tego procesu przed aplikacją środka antybakteryjnego jest uzasadnione w aspekcie cech materiału umożliwiających osiągnięcie w wyrobie finalnym komfortu fizjologicznego.

Analiza wyznaczonych wartości oporu i przepuszczalności pary wodnej wskazuje na istotny wpływ modyfikacji enzymatycznej, ale tylko w przypadku dzianiny

a)



b)



Rys. 2. Morfologia powierzchni włókien poliestrowych dzianiny: a) po obróbce wstępnej („Próba 1”), b) po modyfikacji enzymatycznej („Próba 1E”)

Fig. 2. Surface morphology of the fibres of polyester knitted fabric: a) after pretreatment (sample “1”), b) after enzymatic modification (sample “1E”)

T a b e l a 1. Właściwości strukturalne, sorpcyjne i biofizyczne oraz masa powierzchniowa dzianiny poliestrowej poddanej różnym wariantom wykończenia

T a b l e 1. Structural, sorption and biophysical properties and surface mass of polyester knitted fabric subjected to various finishing processes

Właściwość	Oznaczenie wariantu wykończenia dzianiny			
	Próba 1	Próba 1E	Próba 1A	Próba 1EA
Ścisłość rządkowa oczek, liczba rządków/cm	10,5 ± 0,1	10,6 ± 0,3	11,8 ± 0,1	11,8 ± 0,2
Ścisłość kolumnkowa oczek, liczba kolumnek/cm	7,4 ± 0,2	7,3 ± 0,1	8,1 ± 0,1	8,1 ± 0,2
Grubość, mm	1,13 ± 0,02	1,13 ± 0,02	1,26 ± 0,01	1,28 ± 0,02
Masa powierzchniowa, g/m ²	203,6 ± 4,0	206,0 ± 6,2	212,3 ± 8,1	215,3 ± 3,2
Przepuszczalność powietrza, mm/s (spadek ciśnienia 100 Pa)	1445 ± 16	1437 ± 19	1040 ± 21	994 ± 10
Higroskopijność, %	1,11 ± 0,10	1,52 ± 0,19	1,21 ± 0,16	1,32 ± 0,09
Czas wchłaniania kropli wody, s	520,3 ± 6,1	6,2 ± 0,4	655,2 ± 9,8	9,3 ± 0,7
Włoskowatość, mm				
– kierunek wzdłużny	3,0 ± 0,2	22,3 ± 0,7	0,0 ± 0,0	51,2 ± 0,4
– kierunek poprzeczny	1,1 ± 0,1	14,0 ± 0,4	0,0 ± 0,0	44,3 ± 0,2
Opór cieplny, m ² k/W	0,039 ± 0,007	0,024 ± 0,004	0,025 ± 0,004	0,031 ± 0,009

wykończonej antybakteryjnie („Próba 1A” i „Próba 1EA”). Materiał poddany enzymatycznej modyfikacji przed aplikacją środka Sanitized T25-25 Silver („Próba 1EA”) charakteryzuje się o ok. 25 % większą wartością oporu pary wodnej oraz o ok. 20 % mniejszą wartością przepuszczalności pary wodnej niż materiał z wykończeniem antybakteryjnym, ale niepoddany obróbce enzymatycznej („Próba 1A”).

Oznaczone wartości wskaźnika oporu cieplnego badanych próbek kształtują się na poziomie odpowiadającym materiałom włókienniczym o przeznaczeniu odzieżowym, niewykazujących funkcji ciepłochronnych. Materiał poddany obróbce enzymatycznej wykazuje

opór cieplny o ok. 40 % mniejszy niż materiał tylko po obróbce wstępnej, natomiast opór cieplny dzianiny modyfikowanej enzymatycznie i wykończonej antybakteryjnie jest o ok. 20 % większy niż dzianiny niemodyfikowanej enzymatycznie przed aplikacją biobójczego środka. Wyniki badań nie wskazują jednoznacznie kierunku zmian wskaźników biofizycznych dzianiny w zależności od zastosowanych metod wykończenia, jednak otrzymane wartości tych wskaźników zależą od cech strukturalnych i od masy powierzchniowej dzianin oraz higroskopijności, na kształtowanie których istotny wpływ wywierają warunki termiczne oraz modyfikacja biochemiczna włókien poliestrowych.

T a b e l a 2. Właściwości antybakteryjne wobec bakterii *Staphylococcus aureus* NCTC 4163 dzianiny poliestrowej wykończonej środkiem Sanitized T25-25 Silver*)

T a b l e 2. Antibacterial properties against *Staphylococcus aureus* NCTC 4163 of the polyester knitted fabric finished with Sanitized T25-25 Silver agent

Stan próbki	Liczba bakterii po czasie t_0 cfu/próbie A_0	Liczba bakterii po czasie t_{24} cfu/próbie A_{24}	Aktywność bakteriostatyczna S	Aktywność bakteriobójcza B
Dzianina poliestrowa bez modyfikacji enzymatycznej – „Próba 1A”				
bez prania	$1,2 \times 10^5$	0	6,57	5,25
po 5 cyklach prania	$1,9 \times 10^5$	0	6,57	5,25
po 20 cyklach prania	$2,0 \times 10^5$	$5,0 \times 10^2$	3,87	2,55
Dzianina poliestrowa po modyfikacji enzymatycznej – „Próba 1EA”				
bez prania	$1,7 \times 10^5$	0	6,87	5,25
po 5 cyklach prania	$2,3 \times 10^5$	0	6,87	5,25
po 20 cyklach prania	$2,2 \times 10^5$	0	6,87	5,25
Dzianina poliestrowa po tzw. „obróbce wstępnej” – „Próba 1”				
„Próba kontrolna”	$1,8 \times 10^5$	$3,8 \times 10^6$	–	–

*) S – wskaźnik obliczony jako: $\log A_{24}$ próby kontrolnej - $\log A_{24}$ próby badanej, B – wskaźnik obliczony jako: $\log A_0$ próby kontrolnej - $\log A_{24}$ próby badanej, A_0 – początkowa ilość bakterii po zaszczepieniu na próbce, A_{24} – ilość bakterii po 24 h kontaktu z próbą.

*) S – calculated as $\log A_{24}$ (control sample) - $\log A_{24}$ (test sample), B – calculated as: $\log A_0$ (control sample) - $\log A_{24}$ (test sample), A_0 – initial bacterial count after inoculation, A_{24} – bacterial count after 24 h of contact.

Według określonych normą JIS L 1902:2008 kryteriów oceny antybakteryjnego działania tekstyliów, właściwa wartość wskaźnika aktywności bakteriostatycznej „S” powinna być większa niż 2, a wskaźnika aktywności bakteriobójczej „B” większa od zera. Przedstawione w tabeli 2 wyniki badań właściwości antybakteryjnych próbek materiałów wykończonych przy użyciu środka Sanitized T25-25 Silver wskazują na działanie bakteriostatyczne i bakteriobójcze dzianin wobec bakterii *Staphylococcus aureus* NCTC 4163. Stwierdzono również trwałość nadanych właściwości antybakteryjnych w dzianinie poddanej dwudziestu cyklom prania. Wartości wskaźników S i B charakteryzujące materiał po dwudziestu cyklach prania, dowodzą wpływu zastosowanych metod wykończenia na trwałość aktywności bakteriobójczej i bakteriostatycznej tkanin. Trwałość wykończenia antybakteryjnego dzianiny poddanej procesom prania jest większa w przypadku zastosowanej uprzedniej modyfikacji enzymatycznej. Można stwierdzić, że środek antybakteryjny efektywniej oddziałuje na włókna poliestrowe poddane enzymatycznej modyfikacji niż na włókna niemodyfikowane.

PODSUMOWANIE

Wykazano zasadność przeprowadzania modyfikacji biochemicznej za pomocą enzymów hydrolitycznych — esteraz, w celu kształtowania cech komfortu fizjologicznego materiałów z klasycznych włókien poliestrowych. Zmiany morfologiczne powierzchni włókna poliestrowego pod wpływem enzymatycznej modyfikacji oceniano metodą elektronowej mikroskopii skaningowej, a ocenę skuteczności działania enzymów — w badaniach metrologicznych wybranych właściwości sorpcyjnych i biofizycznych.

Wytypowany do higienicznego wykończenia dzianin środek zapewnia działanie antybakteryjne o potwierdzonej odporności po dwudziestu cyklach prania. Znacznie większe, w odniesieniu do wymagań normy, wartości aktywności bakteriostatycznej i bakteriobójczej, charakteryzujące testowane materiały, wskazują na możliwość zmniejszenia udziału użytego środka antybakteryjnego w kąpieli napawającej stosowanej w określonej metodzie wykończenia higienicznego. Przedstawione wyniki mogą stanowić źródło nowych rozwiązań technologicznych wykorzystujących określone laboratoryjnie procedury zaadaptowane do warunków przemysłowych.

LITERATURA

- [1] Pinar A., Mielicka E.: *Techniczne Wyroby Włókiennicze* **2010**, 34, 47.
- [2] Gersak J., Marčić M.: *J. Text. Clothing Technol.* **2008**, 57 (10), 489.
- [3] Ibrahim N.A., Khalifa T.F., El-Hossamy M.B.: *J. Ind. Text.* **2010**, 40, nr 1.
- [4] Matusiak M.: *Fibr. Text. Est. Eur.* **2010**, 18 (2), 45.
- [5] Muszyński Z.: *Homines Hominibus* **2010**, 6, 55.
- [6] Zyska B., Żakowska Z.: „*Mikrobiologia materiałów*”, Wydawnictwo PŁ, Łódź 2005.
- [7] Karaszewska A., Bucheńska J.: *Polimery* **2010**, 55, 668.
- [8] Ureyen M.E., Dogan A., Kopal A.S.: *Text. Res. J.* **2012**, 82 (17), 1731.
- [9] Shastri J.P., Rupani M.G., Jain R.L.: *J. Text. Inst.* **2012**, 103 (11), 1234.
- [10] Filipowska B., Rybicki E., Walawska A.: *Fibr. Text. Est. Eur.* **2011**, 19 (4), 124.
- [11] *Pat. PL 187 392* (2003), *Pat. PL 355 299* (2002), *Pat. PL 193 151* (2007), *Pat. US 4 775 585* (1988), *Pat. US 4 784 909* (1988).
- [12] Projekt Inicjatywy Eureka E! 3191 MULFUNG: Multifunctional woven and knitted fabrics for modern high quality barrier textile material and work-wear; ITTD „Tricotextil”, 2004—2007.
- [13] Dominikowski W., Oleksiewicz I., Koźmińska R. i in.: „A new method of creation polyester material with antimicrobial properties”, mat. konf., Autex, Tampere, 26—28 czerwca 2007.
- [14] Koźmińska R., Oleksiewicz I., Dominikowski W., Mościcki A.: „Application of atomic size silver particles during finishing treatment as a way of getting antibacterial textile”, 11th World Textile Conference AUTEX 2011, Mulhouse (France), 8—10 czerwca 2011.
- [15] Marek J., Martinkova L.: „Enzymem open the future of new PET textile applications and processing technologies”, 3rd International Conference on Textile Biotechnology, Graz (Austria), 13—16 czerwca 2004.
- [16] Oleksiewicz I., Koźmińska R., Dominikowski W.: „Methods of antibacterial finishing process of modified polyester textile materials”, 41st International Symposium on Novelties in Textiles, Ljubljana (Słowenia), 26—30 maja 2010.
- [17] Brueckner T., Eberl A., Heumann S., Rabe M., Guebitz G.M.: *J. Polym. Sci., Part A* **2008**, 46 (19), 6435, <http://dx.doi.org/10.1002/pola.22952>
- [18] Martinkova L., Sima O., Akerman J.: *Biocatal. Biotransform.* **2012**, 30 (1), 71.
- [19] Działalność statutowa Instytutu Włókiennictwa nr BZD 01 21: „Modyfikacja dzianin poliestrowych pod kątem trwałości właściwości higienicznych przeznaczonych na fartuchy zawodowe”, Instytut Włókiennictwa 2010.
- [20] Działalność statutowa Instytutu Włókiennictwa nr BZD 0113/2009: „Nowoczesne ekologiczne metody obróbki chemicznej dzianin z przędz naturalnych i syntetycznych”, Instytut Włókiennictwa 2009.
- [21] Pinar A., Oleksiewicz I., Wróbel S.: „The assessment of influence of the biochemical modification to electrostatic properties of knitting fabrics containing conductive fibres”, 12th World Textile Conference AUTEX, Zadar, Croatia, June 2012.
- [22] TAA for final finishes TEXAZYM PES http://www.inotex.cz/docs/TPP_en.pdf
- [23] Zimmermann D., Duńska E.: „Wykończenia antybakteryjne poprawiające właściwości higieniczne wyrobów włókienniczych”, mat. konf. XXV Seminarium Stowarzyszenia Polskich Chemików Kolorystów, Tarnów 2009.

- [24] Janicka J., Pinar A., Dominikowski W., Mielicka E.: „Bacteriostatic knitted fabrics in health prophylactics”, mat. konf., FiberMed06-Fibrous Products in Medical and Health Care, Tampere, 7–9 czerwca 2006.
- [25] Janicka J., Mielicka E., Dominikowski W., Pinar A.: „Application of the bactericidal and fungicidal textile products in medical prophylactics”, mat. konf., Autex 2006, Raleigh, USA, 11–14 czerwca 2006.
- [26] Janicka J., Mielicka E., Massalska-Lipińska T., Pinar A.: „The composite materials based on knitted structures with the special properties”, mat. konf., 45th International Congress IFKT (International Federation of Knitting Technologists), Ljubljana (Słowenia), 26–30 maja 2010, ISBN: 978-961-6045-79-7.
- [27] Mikołajczyk Z., Dembowski M.: „Gradient temperatury ciała ludzkiego jako determinant zróżnicowanej ciepłochronności wyrobu dzianego”, mat. konf., 42nd Congress of the International Federation of Knitting Technologists, Łódź, 5–8 października 2004.
- [28] Pinar A.: *Zeszyty Naukowe PŁ, Włókiennictwo* 2006, 963, z. 62, 61.

Otrzymano 27 XI 2012 r.



INSTYTUT INŻYNIERII MATERIAŁÓW POLIMEROWYCH I BARWNIKÓW
ODDZIAŁ FARB I TWORZYW w GLIWICACH

zaprasza do udziału w XI Międzynarodowej Konferencji

ADVANCES IN COATINGS TECHNOLOGY ACT'14
(POSTĘPY W TECHNOLOGII FARB I LAKIERÓW)

która odbędzie się w dniach 21–23 października 2014 r.

Tematyka Konferencji:

- **Nowości w zakresie bazy surowcowej dla wyrobów lakierowych:**
 - żywice (nowe polimery, polimery „inteligentne”, biopolimery, systemy hybrydowe)
 - pigmenty
 - napełniacze (w tym funkcjonalne)
 - środki pomocnicze i modyfikatory (w tym biocydy)
- **Nowoczesne i przyjazne środowisku technologie wytwarzania wyrobów lakierowych:**
 - wodorozcieńczalne, high solids, proszkowe, utwardzane radiacyjnie (UV/EB), funkcjonalne: przeciwporostowe i antykorozyjne, powłoki „inteligentne”: higieniczne, nanostrukturalne, samoczyszczące, anty-graffiti, biopowłoki, nanotechnologie
- **Analiza i badania wyrobów lakierowych oraz powłok**
- **Aparatura do produkcji wyrobów lakierowych**
- **Zagadnienia ekologiczne (uwarunkowania legislacyjne)**
- **Kierunki rozwojowe rynku**

Językiem konferencji będzie język angielski/polski, z symultanicznym tłumaczeniem.

Czas prezentacji referatu – 25 minut (z dyskusją).

Tytuł referatu, plakatu wraz z jego skrótem oraz biografią osoby prezentującej powinny być dostarczone w terminie do **31 maja 2014 r.**

Skróty referatów lub plakatów (do 120 słów), biografia autora (do 50 słów), pełny tekst referatu lub plakatu (do 10 stron formatu A-4), powinny być napisane w języku angielskim (tytuł referatu w j. angielskim i polskim).

Oplata konferencyjna dla osoby wygłaszającej referat lub prezentującej plakat wynosi 300 euro (brutto).

Istnieje możliwość promocji firmy w formie wkładki reklamowej do materiałów konferencyjnych, plakatu lub stanowiska promocyjnego.

Miejsce konferencji: Centrum EXPO SILESIA w Sosnowcu.

Informacje: mgr inż. Anna Pająk – Komitet Organizacyjny Konferencji ACT'14, tel. +48 (32) 231 9043, fax: +48 (32) 231 2674, e-mail: a.pajak@impib.pl, Instytut Inżynierii Materiałów Polimerowych i Barwników, Oddział Farb i Tworzyw, ul. Chorzowska 50A, 44-100 Gliwice

www.impib.pl