

Romualda KOŹMIŃSKA
Teresa MASSALSKA-LIPIŃSKA
Elżbieta MIELICKA
Bogumił ŚWIDERSKI

WYROBY DZIEWIARSKIE CHRONIĄCE PRZED SZKODLIWYM PROMIENIOWANIEM UV

STRESZCZENIE *Jednym z kierunków rozwoju przemysłu dziewiarskiego jest poszukiwanie nowych technologii wytwarzania nowoczesnych, wielofunkcyjnych wyrobów barierowych. Eliminują one bądź zmniejszają negatywny wpływ czynników zewnętrznych na człowieka, zapewniając jednocześnie dobre właściwości fizjologiczne.*

Niniejsza praca dotyczy właściwości barierowych dzianin przeznaczonych na odzież chroniącą przed szkodliwym promieniowaniem UV. Prowadzone badania mają na celu określenie wpływu zastosowanego surowca, splotu, parametrów strukturalnych dzianin oraz sposobu wykończenia na poziom wskaźnika UPF.

Słowa kluczowe: *włókna łykowe, dzianiny barierowe chroniące przed szkodliwym promieniowaniem UV, barwienie dzianin, wykończenie dzianin, konserwacja dzianin, badania metrologiczne i chemiczne dzianin*

mgr inż. Romualda KOŹMIŃSKA
inż. Teresa MASSALSKA-LIPIŃSKA
dr inż. Elżbieta MIELICKA
dr inż. Bogumił ŚWIDERSKI

Instytut Technik i Technologii Dziewiarskich „Tricotextil”
90-361 Łódź ul. Piotrkowska 270

1. WSTĘP

Wyrobom dziewiarskim, stawia się różnorodne wymagania dotyczące szczególnych cech w zależności od ich przeznaczenia.

Wymagania te stwarzają potrzebę doskonalenia wyrobów w kierunku:

- funkcjonalności,
- komfortu użytkowania,
- trwałości,
- łatwości pielęgnacji,

a w konsekwencji wytworzenia wielofunkcyjnych wyrobów barierowych, eliminujących lub zmniejszających negatywny wpływ czynników zewnętrznych na człowieka.

W ostatnich latach zaobserwowano wiele zjawisk oddziałujących niekorzystnie na człowieka, związanych między innymi ze wzrostem aktywności promieniowania ultrafioletowego oraz efektem cieplarnianym.

Do powierzchni ziemi dociera szerokie spektrum promieniowania elektromagnetycznego. Jest to promieniowanie podczerwone (powyżej 700 nm), promieniowanie widzialne (400 – 700 nm) oraz promieniowanie ultrafioletowe (280 – 400 nm).

Miarą intensywności promieniowania ultrafioletowego słońca jest Indeks UV. Jest to maksymalna, przewidywana na dany dzień półgodzinna dawka promieniowania UV, docierającego do powierzchni Ziemi w godzinach około południowych, z uwzględnieniem warstwy ozonu i zachmurzenia [3].

2. ODDZIAŁYWANIE PROMIENIOWANIA UV NA SKÓRĘ

Jednym z głównych problemów towarzyszących zmniejszającej się warstwie ozonowej jest wzrost promieniowania UV docierającego na Ziemię. Duże dawki promieniowania UV powodują zarówno ostre (natychmiastowe), jak i odwleczone w czasie skutki.

Do ostrych objawów należy oparzenie słoneczne czyli wystąpienie rumienia, a nawet pęcherzy na skórze. Do odległych, niekorzystnych skutków działania słońca należy przyspieszone starzenie się skóry tzw. posłoneczne starzenie się skóry [1].

Słońce bierze udział także w powstawaniu zmian przednowotworowych skóry takich jak rogowacenie posłoneczne, odgrywa też rolę w powstawaniu niebarwnikowych nowotworów skóry – raków podstawno i kolczystokomórkowych.

Ponad to promieniowanie ultrafioletowe jest niewątpliwie istotnym środowiskowym czynnikiem w etiopatogenezie najgroźniejszego nowotworu złośliwego skóry – czerniaka [2].

3. OCHRONA PRZED SZKODLIWYM PROMIENIOWANIEM UV

Do sposobów zabezpieczania się przed negatywnym skutkiem działania promieniowania UV zalicza się noszenie odzieży ochronnej. Stąd istotne jest poznanie skuteczności ochrony ze strony wyrobu włókienniczego przed promieniowaniem UV (UPF – Ultraviolet Protection Factor) [6].

Zasadniczym problemem użytkowym większości standardowych wyrobów włókienniczych jest uzyskiwana wartość wskaźnika UPF w zakresie 10 – 30. Jest to poziom nie wystarczający aby tego typu wyroby stanowiły skuteczną ochronę przed promieniowaniem UV. Dotychczas przy produkcji odzieży noszonej w sezonie letnim czy w gorącym klimacie przemawiały przede wszystkim względy użytkowe. Narzucały one stosowanie materiałów lekkich, przewiewnych o kolorach jasnych, których podstawową wadą jest znikoma ochrona przeciwsłoneczna [4].

4. ZAPROJEKTOWANIE DZIANIN O WŁAŚCIWOŚCIACH BARIEROWYCH I BADANIE ICH PARAMETRÓW

Istotą realizowanego przez Instytut międzynarodowego projektu EUREKA jest opracowanie technologii wytwarzania dzianych wyrobów zabezpieczających przed warunkami pogodowymi i promieniowaniem słonecznym UVR. W pracach Instytutu dla wytworzenia dzianin o cechach odporności przed promieniowaniem ultrafioletowym zastosowano przede wszystkim mieszankowe z udziałem włókien łykowych. Włókna łykowe należą do najstarszych surowców włókienniczych. Niektóre z nich, jak len i konopie wykorzystywane były jako su-

rowiec włókienniczy już 2000 – 3000 lat p.n.e. Ze względu na fakt, że tekstylia wykonane z włókien łykowych charakteryzują się:

- obniżoną skłonnością do elektryzowania się w klimacie normalnym,
- właściwościami ochronnymi przeciw promieniowaniu ultrafioletowemu,
- wysoką higroskopijnością (w temp. 20 °C i wilgotności powietrza 65 % włókna mogą wchłaniać do 23 % wody, nie sprawiając wrażenia przy dotyku, że są mokre)

przerób ich w ostatnich latach cieszy się wzrastającym zainteresowaniem.

Zastosowanie naturalnych włókien łykowych poprawia ochronę przed promieniowaniem UV, co wynika z wcześniej przeprowadzonych w naszym Instytucie badań doświadczalnych. Ponadto udział tego rodzaju włókien doskonale wpływa na poprawę komfortu użytkowego wyrobów obejmującego komfort fizjologiczny, sensoryczny i psychologiczny [5, 7].

Dla opracowania technologii wytwarzania materiałów dziewiarskich, które mają za zadanie częściowe (lub całkowite) odbicie lub pochłonięcie szkodliwego promieniowania UV z zakresu długości fali 280 – 400 nm oraz barierowości przed warunkami pogodowymi, przyjęto w założeniach wykonanie materiałów tekstylnych charakteryzujących się:

- wysoką barierowością przed UV – UPF > 100, Wartości współczynnika UPF barierowości na poziomie większym niż 50 gwarantuje V stopień ochrony przed promieniowaniem,
- dobrymi opornościami na warunki pogodowe (m.in. temperatura, wiatr),
- dobrymi właściwościami wytrzymałościowymi i higienicznymi.

Ze względu na wymagania stawiane tego typu tekstyliom zarówno pod względem właściwości higieniczno – fizjologicznych wyrobów, jak i komfortu oraz zdrowia i bezpieczeństwa użytkowników, prace projektowe odnośnie dzianin przeznaczonych na letnie ubiory chroniące użytkownika przed promieniami słonecznymi, prowadzono pod kątem uzyskania dzianin o odpowiednich cechach fizycznych i chemicznych.

Do czynników fizycznych związanych z konstrukcją wyrobu zalicza się:

- porowatość,
- grubość przędzy i wyrobu,
- ścisłość rządkową i kolumnkową,
- masę powierzchniową,

Czynnikami chemicznymi mającymi wpływ na przepuszczalność UV są:

- rodzaj surowca, z którego wykonany jest wyrób,
- rodzaj i ilość środków chemicznych zastosowanych do wykończenia wyrobu,
- rodzaj barwnika, barwa i intensywność wybarwienia.

Projektowanie i wytworzenie tekstyliów z udziałem lnu i konopi o zaprogramowanych właściwościach ochronnych przed UV, wymagało:

- zaprojektowania technologii wyrobu płaskiego, którego struktura będzie powiększała właściwości barierowe tekstyliów nie wpływając istotnie na pogorszenie właściwości fizjologicznych,
- rozważenia rodzaju obróbki chemicznej, ostatecznie formującej właściwości barierowe tekstyliów.

W pierwszym etapie prac badaniom poddano dzianiny rządkowe o splocie podstawowym (próba 1) i pochodnym (próba 2) z zastosowaniem przędzy mieszkowej o składzie: len 20 %/bawełna 80 % o masie liniowej 25 tex x 2, które dodatkowo spełniały założenia odnośnie ich masy powierzchniowej nie przekraczającej 200 g/m².

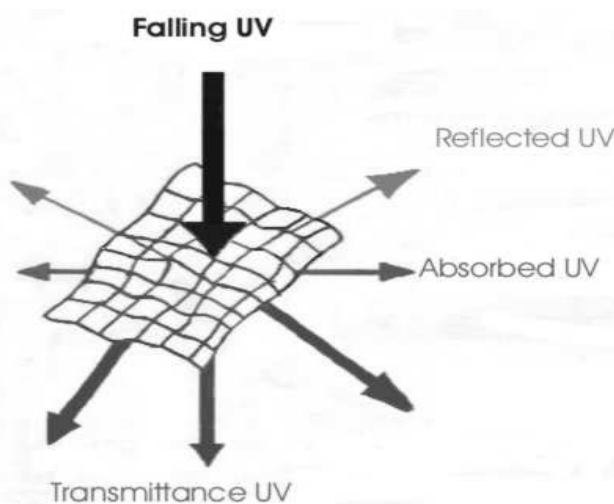
Ze względu na fakt, że zmniejszenie wartości porowatości wpływa pozytywnie na właściwości ochronne tekstyliów przed promieniowaniem UV, natomiast pogarsza właściwości higieniczne dzianiny (np. przepuszczalność powietrza), należało określić optymalną wartość porowatości, która pozwoli na uzyskanie zadawalających własności fizjologicznych dzianin.

Dla opracowanych dzianin uzyskano zadawalający poziom przepuszczalności powietrza. Występuje korelacja pomiędzy wartościami porowatości a przepuszczalnością powietrza, ponieważ różnice uzyskanych wartości przepuszczalności powietrza są w granicach 1 %.

Następnie część opracowanych materiałów poddano enzymatycznej obróbce wykończalniczej oraz z zastosowaniem absorberów UV lub wyselekcjonowanych barwników, co pozwoliło na dodatkowe zwiększenie ochrony przed UV.

Dla wykonanych dzianin określony został poziom wskaźnika UPF, który wyliczono w oparciu o wytyczne zawarte w normie PN-EN 13758-1.

Jak widać z rysunku przedstawiającego właściwości barierowe wyrobu włókienniczego, najważniejszą rolę odgrywa część fotoenergii UV zwana energią transmitancji [T], która dociera do ciała człowieka poprzez strukturę



Rys. 1. Rozkład fotoenergii promieniowania padającego (UF) na materiał

wyrobu włókienniczego. Pozostała część fotoenergii promieniowania padającego (UV) zostaje odbita lub zaabsorbowana przez wyrób.

T – transmitancja promieniowania UV definiowana jest wielkością stosunku wartości natężenia promieniowania przechodzącego przez wyrób [I_t] do natężenia promieniowania padającego [I_0], określona w procentach:

$$T = \frac{I_t}{I_0} * 100\%$$

Wartość wskaźnika UPF obliczana jest ze wzoru:

$$UPF = \frac{\sum_{\lambda=290}^{\lambda=400} E(\lambda) \cdot \varepsilon(\lambda) \cdot \Delta(\lambda)}{\sum_{\lambda=290}^{\lambda=400} E(\lambda) \cdot T(\lambda) \cdot \varepsilon(\lambda) \cdot \Delta(\lambda)}$$

gdzie:

- $E(\lambda)$ – widmo światła słonecznego [$Wm^{-2}nm^{-1}$],
- $\varepsilon(\lambda)$ – względna efektywność rumieniotwórcza,
- $T(\lambda)$ – transmitancja widmowa dla badanej próbki,
- $\Delta(\lambda)$ – przedział długości fali [nm].

TABELA 1

Wartości porowatości powierzchniowej i wskaźnika UPF dla dzianin surowych i po obróbce enzymatycznej

Rodzaj dzianiny	Porowatość powierzchniowa [%]	Wartość współczynnika UPF
Splot lewoprawy dzianina surowa	12,3	8,97
Splot lewoprawy po obróbce enzymatycznej	4,29	72,4
Splot lewoprawy pochodny dzianina surowa	9,67	34,5
Splot lewoprawy pochodny po obróbce enzymatycznej	5,38	66,7

TABELA 2

Wartości wskaźnika UPF dla dzianin po obróbce enzymatycznej i barwieniu, wykonanych splotem lewoprawym i lewoprawym pochodnym

Rodzaj użytego barwnika	Wartość współczynnika UPF po barwieniu		Porowatość powierzchniowa [%]	
	Splot lewoprawy	Splot lewoprawy pochodny	Splot lewoprawy	Splot lewoprawy pochodny
Reactive Yellow 4	364	83,4	5,75	5,71
Reactive Red 1	155	powyżej 400	6,06	5,68
Reactive Blue 5	powyżej 400	powyżej 400	7,60	6,42
Direct Yellow 50	powyżej 400	powyżej 400	5,41	5,93
Direct Red 23	powyżej 400	powyżej 400	6,01	5,85
Direct Blue 74	powyżej 400	powyżej 400	8,62	7,77

4.1. Wnioski z badań

Dla określenia wpływu parametrów strukturalnych dzianin surowych i wykończonych na poziom wskaźnika UPF przeprowadzono analizę uzyskanych wartości badanych parametrów i stwierdzono, że w istotny sposób wpływa jedynie ścisłość powierzchniowa, porowatość oraz sposób wykończenia dzianin.

W przypadku dzianin barwionych wartość współczynnika UPF zależy także od budowy chemicznej barwnika oraz stężenia barwnika na wyrobie. Jak widać dla większości badanych prób dzianin wartość UPF jest wyższa niż 400.

5. BADANIA DZIANIN PO PROCESIE KONSERWACJI I ODPORNOŚCI NA SZTUCZNĄ POGODĘ

W celu określenia wpływu działania promieni słonecznych na wartość wskaźnika UPF, wykonano dla dzianin po obróbce enzymatycznej oraz po obróbce enzymatycznej i barwieniu proces naświetlania z nadeszczaniem według normy PN-EN ISO 105-B04:1999.

Parametry naświetlania:

- Xenotest Alpha LM,
- 6 filtrów IR, 1 filtr UV;

- 1 min. deszcz, 29 min. suszenie,
- długość fali 300-400 nm,
- temp. czarnego wzorca 65 °C,
- temp. w komorze do 40 °C,
- wilgotność w komorze 40 %.

Naświetlane próbki dzianin o splocie lewoprawym próba 1 i splocie lewoprawym pochodnym próba 2 poddano ocenie zmiany barwy według błękitnej skali oraz badaniu współczynnika UPF. Wyniki badań przedstawia poniższa tabela.

Przeprowadzone badania pozwoliły stwierdzić, że poziom wskaźnika UPF oraz odporność wybarwień dla dzianin poddanych naświetlaniu z nadeszczaniem ulega obniżeniu, szczególnie w przypadku dzianin po obróbce enzymatycznej i dla barwników o niższych opornościach na światło.

TABELA 3
Wyniki badań

Rodzaj obróbki wykończalniczej	Wartość współczynnika UPF po 50 godz. naświetlania	Odporności wybarwień na sztuczną pogodę po 50 godz. naświetlania
próba 1. obróbka enzymatyczna	14,8	1
próba 1 barwienie barwnikiem Reactive Yellow 4	21,3	1
próba 1 barwienie barwnikiem Reactive Red 1	94,3	2
próba 1 barwienie barwnikiem Reactive Blue 5	221	4 – 5
próba 1 barwienie barwnikiem Direct Yellow 50	59,5	1 – 2
próba 1 barwienie barwnikiem Direct Red 23	powyżej 400	2 – 3
próba 1 barwienie barwnikiem Direct Blue 74	110	4 – 5
próba 2. obróbka enzymatyczna	37,4	1

Natomiast w celu określenia wpływu procesów konserwacji na poziom wskaźnika UPF przeprowadzono proces prania w płatkach mydlanych i w proszku zgodnie z „Przepisem konserwacji wyrobów dziewiarskich”; Praca zbiorowa ITTD TRICOTEXTIL, 2002 r. – II grupa normy „Bluzki bawełniane i pochodne” nr 14.

TABELA 4
Wyniki badań

WYSZCZEGÓLNIENIE	ILOŚĆ PRAŃ	UPF
Dzianina o splocie lewoprawym po obróbce enzymatycznej	5 PŁ	145
	10 PŁ	182
Dzianina o splocie lewoprawym pochodnym po obróbce enzymatycznej	5 PŁ	309
	10 PŁ	*
Dzianina o splocie lewoprawym po obróbce enzymatycznej	5 PR	70
	10 PR	118
Dzianina o splocie lewoprawym pochodnym po obróbce enzymatycznej	5 PR	*
	10 PR	88
Dzianina o splocie lewoprawym po obróbce enzymatycznej barwiona na kolor niebieski	5 PR	*
	10 PR	*
Dzianina o splocie lewoprawym pochodnym po obróbce enzymatycznej barwiona na kolor niebieski	5 PR	*
	10 PR	*

Oznaczenia:

- PŁ – proces prania w płatkach mydlanych,
- PR – proces prania w proszku,
- 5, 10 – oznacza liczbę prań
- * Wartość współczynnika UPF powyżej 1000 – rejestrowane wartości transmitancji znajdują się na granicy progu czułości przyrządu.

5.1. Wnioski z badań dzianin

Z przeprowadzonych badań wytypowanych dzianin, które zostały poddane procesom prania wynika, że:

- zastosowane środki piorące nie mają istotnego wpływu na poziom barierowości przed promieniami słonecznymi,
- dla dzianin barwionych barwnikami reaktywnymi, które posiadają zdolność absorbowania promieniowania UV, procesy konserwacji nie wpływają w istotny sposób na poziom wskaźnika UPF,
- w przypadku dzianin poddanych obróbce enzymatycznej wartości wskaźnika UPF w większości przypadków wzrastają po kolejnych procesach konserwacji.

6. POSUMOWANIE

Na przebadanych próbach dzianin wykonanych z udziałem włókien Inu, uzyskany został zamierzony efekt barierowości przed szkodliwym działaniem promieni UV.

W ramach międzynarodowego projektu EUREKA prowadzone są dalsze prace badawcze nad opracowaniem dzianin spełniających warunków barierowości przed promieniowaniem UV z większym udziałem włókien Inu lub z udziałem konopi.

Podczas realizacji badań prowadzono współpracę w zakresie wyznaczania wskaźnika UPF z Instytutem Barwników i Produktów Organicznych oraz z przedsiębiorstwami krajowymi i zagranicznymi, odnośnie przędz z udziałem włókien łykowych i środków chemicznych do obróbki wykończalniczej.

Współpraca z partnerami zagranicznymi projektu pozwoliła na wymianę doświadczeń i prowadzenie badań porównawczych.

LITERATURA:

1. Browder J. F., Bers MD B.: Oddziaływanie Słońca na Skórę. Medycyna po Dyplomie 2/1994.
2. Jabłońska S., Chorzeński T.: Choroby skóry. Dla studentów medycyny i lekarzy. Wydanie V zmienione i uaktualnione, Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa, 2002 r.
3. Materiały Instytutu Metrologii i Gospodarki Wodnej.
4. Perkowski J.: Metoda określania własności barierowych wyrobów dziewiarskich. II Międzynarodowa Konferencja Naukowo-Techniczna, Ustroń 24 – 26 czerwca 1998 r.
5. Projekt celowy 10 T08 060 2000 C/5353: Poprawa właściwości fizjologicznych, humanoekologicznych i użytkowych dzianin w wyniku zastosowania nowych rodzajów przędz wieloskładnikowych z udziałem włókien celulozowych. Praca zbiorowa, styczeń 2003 r.
6. Politowski M.: Właściwości barierowe przed promieniowaniem ultrafioletowym i podczerwonym wybranych włókien chemicznych we włókninach i dzianinach. Cz. I, Przegląd Włókienniczy 2/2003.
7. Massalska-Lipińska T.: Rodzaj przędz i struktur dzianin a właściwości użytkowe wyrobów bieliznianych. Spektrum Tekstylno-Włókiennicze nr 4/2004.
8. Raport z realizacji międzynarodowego projektu EUREKA ! SUNPROTEX. Tkane i dziane wyroby zabezpieczające przed warunkami pogodowymi i promieniowaniem UV. Praca zbiorowa, styczeń 2006 r.

Rękopis dostarczono, dnia 31.08.2006 r.

KNITTING PRODUCTS PROTECTING
AGAINST HARMFUL UV RADIATION

R. KOŹMIŃSKA, T. MASSALSKA-LIPIŃSKA,
E. MIELICKA, B. ŚWIDERSKI

ABSTRACT *One of the field of knitting industry development is searching new manufacturing technologies of modern, multifunctional barrier products. They eliminate or decrease the negative influence of external agents on a human with giving good physiological properties.*

This paper is connected with barrier properties of knitted fabrics designer for protective clothing against harmful UV radiation. Realised tests are aimed for describing the influence of used raw material, stitch, knitted fabrics structural parameters and way of finishing on the level of UPF indicator.