

**1-2
2010**

**TECHNICZNE
WYROBY
WŁÓKIENNICZE**

**TECHNICAL TEXTILES
TECHNISCHE TEXTILIEN**

ISSN 1230-7491

TECHNICZNE WYROBY WŁÓKIENNICZE

Czasopismo poświęcone jest zagadnieniom technologii, stosowania i oceny technicznych wyrobów włókienniczych i kompozytów, szczególnie z zakresu ochrony zdrowia i życia (środki opatrunkowe, specjalistyczna odzież ochronna dla hutników, górników, strażaków, marynarzy, sprzęt ratunkowy – tratwy, pasy, liny spadochrony, kamizelki kuloodporne, itp.), ochrony środowiska (tkaniny i włókna do filtracji powietrza, wody, ścieków, gorących gazów, itp.), budownictwa, budowy statków i okrętów, samochodów, samolotów, helikopterów, jachtów, łodzi, wagonów kolejowych, taśm transportowych, przemysłu zbrojeniowego.

Zamieszczone w czasopiśmie publikacje (artykuły naukowo-techniczne i informacje) omawiają tak osiągnięcia krajowe, jak i światowe. Czasopismo zalecane jest przede wszystkim dla zakładów wytwórczych i wszystkich użytkowników technicznych wyrobów włókienniczych.

TECHNICAL TEXTILES

The journal is devoted to the problems of technology, application and evaluation of technical textiles and composites, especially those concerning: protection of human health and life (dressing materials, specialist clothing for metallurgists, miners, firemen, seamen, rescue equipment – rafts, belts, ropes, parachutes, bulletproof vests, etc.); environment protection (woven and nonwoven fabrics for the filtration of air, water, sewage, hot gases, etc.); civil engineering, construction of ships and warships, cars, aeroplanes, helicopters, yachts and boats, railway wagons, conveyor belts and for armament industry. The materials published in the journal (scientific and technical papers and information) discuss both Polish and world developments. The journal is recommended first of all for manufacturers and all users of technical textiles.



Nr JW-107/4/2010



AQAP 2110:2009



AB 154
AB 155



AC 097

MSWiA
Nr CA-OiB-001.01/2008

MSWiA
Nr CA-OiB-003.01/2008

MSWiA
Nr CA-OiB-004.01/2008

Techniczne Wyroby Włókiennicze (TECHNICAL TEXTILES)

ISSN 1230-7491

Wydawca (Editor)

Instytut Technologii Bezpieczeństwa "MORATEX", Łódź

Redakcja (Editorial Office)

3, Skłodowskiej-Curie str., 90-965 Łódź, Poland

tel.: (42) 637-37-10, (42) 637-44-00

fax: (42) 636-92-26

e-mail: redakcja.tww@moratex.eu

Redaktor Naczelny (Editor-in-Chief):

dr inż. Elżbieta Witczak

Zastępca Redaktora Naczelnego:

mgr Iwona Dusio-Kraska

Skład: Mateusz Ćwikliński, Jan Tabaszewski

Projekt okładki: dr hab. inż. Marcin Struszczyk

Rada Programowa (Editorial Board)

Przewodniczący (Chairman):

prof. zw. dr hab. inż. Janusz Szosland

Członkowie (Members):

prof. dr hab. inż. Józef Masajtis

prof. dr hab. n. med. Jan Henryk Goch

dr inż. Elżbieta Witczak

dr hab. inż. Marcin Struszczyk

*Wydanie publikacji dofinansowane
przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego*

ABSTRACTS

M. Fejdyś, M. Łandwajt — Institute of Security Technologies „MORATEX”: **Technical Fibres Reinforcing the Composite Materials**
„Technical Textiles” 2010, No. 1-2, page 12

The article consists in a review of achievements in the field of glass, carbon, aramid polyethylene, polypropylene and ceramic fibres. The manufacturing methods, structure, mechanical and thermal properties of the materials were discussed, as well as using them for making-up the lightweight and durable polymeric composites, which find wide applications at the materials engineering and modern technologies.

J. Wawrzyniak, H. Małolepszy — Institute of Security Technologies „MORATEX”: **Products Certification Department**
„Technical Textiles” 2010, No. 1-2, page 22

The scope of voluntary certification within the range of PCA accreditation, OiB accreditation as well as the notification was presented. The information was given on the safety marks and ecology mark from the Products Certification Department of "MORATEX" Institute. The list of Certificates of Conformity, WE Certificates and OiB Certificates issued in 2009 and 2010 was included.

J. Wawrzyniak, H. Małolepszy — Institute of Security Technologies „MORATEX”: **Audit as an Improvement Process**
„Technical Textiles” 2010, No. 1-2, page 29

The paper shall discuss the matters regarding the process of improving the quality system of an organisation, as well as the role and impact of the audit on the improvement. Some definitions related to the audit, its stages and kinds are made familiar. The rules of audit execution, gathering the audit evidences and the role of auditor in the organisational quality system shall be discussed.

A. Pinar, R. Koźmińska — Textile Research Institute, Lodz, Poland – Scientific Department of Knitting

and Clothing Technologies: **The Rotor Spun Core Yarns–Assessment of Application into Decorative Materials**
„Technical Textiles” 2010, No. 1-2, page 33

The article presents general description of usability requirements to meet by the textile materials in order to apply them into decorative products in public buildings. A review of fibres applicable for the technology of decorative materials, which feature modified electrostatics and flammability properties was included. The results of exploratory works on the evaluation of selected kinds of the rotor spun core yarns applicable for the decorative materials being manufactured with weft-knitting technique. The specification of structure and usage properties of jacquard knitted fabric was presented, designed for tapestry and curtains. The assessment of special materials' properties was done considering protection against static electricity and action of fire.

M. Cichecka, — Institute of Security Technologies „MORATEX”: **Interlaboratory Comparisons a Useful Tool for Assessment Technical Competences of Metrology Laboratory of ITB „MORATEX”**
„Technical Textiles” 2010, No. 1-2, page 46

This work presents rules and requirements, taking guidelines of accreditation body (PCA) into consideration, connected with organization and participation testing laboratory in interlaboratory comparisons. Usefulness of interlaboratory comparisons in assessment technical competences with appropriate technical and quality systems criteria was proved. A list of interlaboratory comparisons organized in 2000-2009 was shown, in which Metrology Laboratory of ITB „MORATEX” was a participant as well. Conclusions indicate a range and possibilities of practical application interlaboratory comparisons.

I. Król — Institute of Security Technologies „MORATEX”: **Trends in Manufacturing, Dyeing and Finishing the Materials Featuring Masking Properties**
„Technical Textiles” 2010, No. 1-2, page 50

The article presents trends in manufacturing, dyeing and finishing the materials featuring masking properties, being manufactured for use among military services. The goal is, to make the masking materials provide optical camouflage, which include visual range as well as near infrared spectrum. Making the product that features characteristics that meets the requirements is not an easy task, since most of pigments being applied into textile dyes, as well as the textile materials themselves shows very high rate of reflection within near infrared spectrum, 30-50% above characteristics of terrain background. Development of multifunctional finishes of next generation materials is dictated by continuously growing demands of end-users as well as by safety reasons. Nowadays the technical textiles are required to feature simultaneously such special finishes like: waterproof, oleophobic, anti-dirt, bacteriostatic, anti-crumple and crease-resistant as well as anti-electrostatic, if necessary.

A. Kabziński, — Institute of Security Technologies „MORATEX”: **Rubber Textile Composites. Application of Fabrics in Conveyor Belts.** „Technical Textiles” 2010, No. 1-2, page 59

The modern world relies to a great extent on textile/polymer composites, the big part of which are rubber/textile compositions. In fact, it is difficult to imagine the functioning of modern everyday life without the use of such products, even if we can't notice them around. It is only necessary to consider the need for transport systems (relying on textile/rubber tyres), materials handling systems (relying on textile/rubber conveyor belting for solid materials and hoses for liquids) and mechanical drive systems (using rubber/textile drive belts) to see the important role played by such materials. Conveyor belt fabrics application and basic construction will be presented in this publication. Article content description of common belt constructions, moreover fabrics constructions and typical materials. There are plans for next publications concerning conveyor belt fabrics parameters.

STRESZCZENIA

M. Fejdyś, M. Łandwajt — Instytut Technologii Bezpieczeństwa „MORATEX”: **Włókna techniczne wzmacniające materiały kompozytowe**
„Techniczne Wyroby Włókiennicze” 1-2/2010, s. 12

W artykule dokonano przeglądu osiągnięć w zakresie włókien szklanych, węglowych, aramidowych, polietylenowych, polipropylenowych i ceramicznych. Omówiono metody wytwarzania, strukturę, właściwości mechaniczne i cieplne tych materiałów, a także ich wykorzystanie do wytwarzania lekkich i wytrzymałych kompozytów polimerowych, mających szerokie zastosowanie w inżynierii materiałowej i nowoczesnych technologiach.

J. Wawrzyniak, H. Małolepszy — Instytut Technologii Bezpieczeństwa „MORATEX”: **Zakład Certyfikacji Wyrobów**
„Techniczne Wyroby Włókiennicze” 1-2/2010, s. 22

Prezentowano zakres certyfikacji dobrowolnej w ramach akredytacji PCA, akredytacji OiB oraz notyfikacji. Podano informacje o znakach bezpieczeństwa i znaku ekologicznym Zakładu Certyfikacji Wyrobów ITB „MORATEX”. Zamieszczono wykaz wydanych certyfikatów zgodności, certyfikatów WE i certyfikatów OiB w latach 2009-2010.

J. Wawrzyniak, H. Małolepszy — Instytut Technologii Bezpieczeństwa „MORATEX”: **Audit narzędziem doskonalenia**
„Techniczne Wyroby Włókiennicze” 1-2/2010, s. 29

W referacie zostaną omówione zagadnienia dotyczące procesu doskonalenia systemu jakości organizacji oraz rola i wpływ auditu na doskonalenie. Przybliżone zostaną definicje związane z auditem, jego etapami i rodzajami. Zostaną omówione zasady przeprowadzenia auditu, gromadzenia dowodów auditowych oraz rola auditora w systemie jakości organizacji.

A. Pinar, R. Koźmińska — Instytut Włókiennictwa, Łódź – Zakład Naukowy Technologii Dziewiarskich i Odzieżownictwa: **Przędze rdzeniowe rotorowe – ocena w zastosowaniu na materiały dekoracyjne**
„Techniczne Wyroby Włókiennicze” 1-2/2010, s. 33

W artykule przedstawiono ogólny opis wymagań użytkowych stawianych materiałom tekstylnym do zastosowania na wyroby dekoracyjne w obiektach użyteczności publicznej. Zamieszczono przegląd włókien o zmodyfikowanych właściwościach elektrostatycznych i palnych, które mogą znaleźć zastosowanie w technologii tekstylnych materiałów dekoracyjnych. Zaprezentowano wyniki prac rozpoznawczych z oceny wybranych rodzajów przędz rotorowych rdzeniowych do zastosowania na materiały dekoracyjne wytwarzane techniką dziania rządowego. Przedstawiono charakterystykę właściwości strukturalnych i użytkowych prób dzianin żakardowych, które zaprojektowano z przeznaczeniem na materiały zasłonowe i obiciowe. Dokonano oceny właściwości specjalnych materiałów w zakresie funkcji ochronnych przed elektrycznością statyczną i działaniem ognia.

M. Cichecka — Instytut Technologii Bezpieczeństwa „MORATEX”: **Porównania międzylaboratoryjne narzędziem pomocnym w ocenie kompetencji technicznych laboratorium badań metrologicznych ITB „MORATEX”**
„Techniczne Wyroby Włókiennicze” 1-2/2010, s. 46

W pracy przedstawiono zasady i szczegółowe wytyczne, w tym wymagania jednostki akredytującej (PCA), związane z organizowaniem i uczestnictwem laboratorium badawczego w programach porównań międzylaboratoryjnych. Wykazano przydatność porównań międzylaboratoryjnych w potwierdzaniu kompetencji technicznych laboratorium badawczego z uwzględnieniem odpowiednich kryteriów i wymagań systemowych. Zaprezentowano wykaz porównań międzylaboratoryjnych z lat 2006-2009, w których brało udział Laboratorium Badań Metrologicznych ITB „MORATEX”. We wnioskach wskazano zakres i możliwości wykorzystywania porównań międzylaboratoryjnych.

I. Król — Instytut Technologii Bezpieczeństwa „MORATEX”: **Trendy wytwarzania, barwienia i wykończania materiałów wykazujących efekt maskowania**
„Techniczne Wyroby Włókiennicze” 1-2/2010, s. 50

W artykule przedstawiono trendy wytwarzania, barwienia i wykończania materiałów wykazujących efekt maskowania produkowanych na potrzeby służb woj-

skowych. Dąży się do tego, aby materiały maskujące zapewniały maskowanie optyczne, które obejmuje zakres widzialny i bliskiej podczerwieni. Wykonanie wyrobu o charakterystyce zgodnej z wymaganiami nie jest rzeczą prostą, ponieważ większość barwników stosowanych do barwienia tekstyliów, jak i same surowce włókiennicze w zakresie bliskiej podczerwieni wykazują bardzo wysoki stopień odbicia o 30-50% wyższy w stosunku do charakterystyk tła terenu. Rozwój wielofunkcyjnych wykończeń nowej generacji materiałów podyktowany jest ciągle rosnącymi wymaganiami odbiorców i względami bezpieczeństwa. Obecnie od tkanin technicznych wymaga się by jednocześnie posiadały tak specyficzne wykończenia jak: wodoodporne, oleofobowe, przeciwbrudowe, bakteriostatyczne, przeciwniotliwe i niemnące oraz, w przypadku zaistnienia takiej konieczności, antyelektrostatyczne.

A. Kabziński — Instytut Technologii Bezpieczeństwa „MORATEX”: **Kompozyty tekstylnogumowe. Tkaniny stosowane w taśmach przenośnikowych.**
„Techniczne Wyroby Włókiennicze” 1-2/2010, s. 55

Współczesny świat opiera się w dużej mierze na kompozytach polimerowo tekstylnych, duża część z nich to kompozyty tekstylnogumowe. W obecnych czasach trudno jest wyobrazić sobie funkcjonowania codziennego życia bez korzystania z takich produktów, nawet jeśli nie dostrzegamy ich wokół siebie. Aby zrozumieć istotę tych kompozytów wystarczy zwrócić uwagę na potrzeby transportu, który opiera się na wyrobach przemysłu oponiarskiego, przemysłu wydobywczego gdzie pracują taśmy przenośnikowe, czy chociażby systemach napędowych z wykorzystaniem gumowych pasków transmisyjnych. W publikacji omówione zostało jedno z bardziej istotnych zastosowań tkanin technicznych, jakimi są taśmy przenośnikowe stosowane w górnictwie. Artykuł zawiera podstawowe informacje na temat stosowanych surowców i konstrukcji tkanin, oraz rys historyczny dotyczący taśm przenośnikowych. Zaprezentowano opis budowy trzech wariantów taśm przenośnikowych, jakie są obecnie najczęściej stosowane. Ponadto część publikacji poświęcono splotom tkanin i surowcom z jakich obecnie są one wykonywane. Planowane są kolejne publikacje gdzie będą omówione szczegółowo parametry struktury tkaniny z punktu widzenia zastosowania w taśmach przenośnikowych.



PROJEKT KLUCZOWY NR POIG.01.03.01-10-005/08 „NOWOCZESNE BALISTYCZNE OCHRONY OSOBISTE ORAZ ZABEZPIECZENIA ŚRODKÓW TRANSPORTU I OBIEKTÓW STAŁYCH WYKONANE NA BAZIE KOMPOZYTÓW WŁÓKNISTYCH”



CIOP PIB



Okres realizacji: 01.09.2007 r. – 30.10.2011 r.
Wartość projektu: 12 940 000 PLN
Udział Unii Europejskiej: 10 999 000 PLN

Projekt kluczowy jest realizowany w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka (PO IG) 2007-2013, Priorytet 1. Badania i rozwój nowoczesnych technologii, Działanie 1.3 Wsparcie projektów B+R na rzecz przedsiębiorców realizowanych przez jednostki naukowe, Poddziałanie 1.3.1 Projekty rozwojowe.

Liderem projektu kluczowego jest INSTYTUT TECHNOLOGII BEZPIECZEŃSTWA "MORATEX"

Partnerzy:

- POLITECHNIKA ŁÓDZKA - KATEDRA WYTRZYMAŁOŚCI MATERIAŁÓW I KONSTRUKCJI,
- WOJSKOWY INSTYTUT TECHNICZNY ŹBROJENIA,
- CENTRALNY INSTYTUT OCHRONY PRACY - PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY.

Celem projektu jest dostarczenie nowego i innowacyjnego rozwiązania w zakresie kompozytów włóknistych, przydatnego przedsiębiorcom oraz kreowanie popytu ze strony przedsiębiorców na to rozwiązanie.

Cele szczegółowe:

- pozyskanie instytucji i przedsiębiorstw do współpracy w projekcie,
- zaangażowanie pracowników naukowych do realizacji zadań projektu (w tym kobiet),
- zaangażowanie studentów i doktorantów w realizację projektu (w tym kobiet),
- utworzenie nowych miejsc pracy (w tym dla kobiet),
- zwiększenie liczby wdrożeń,
- zgłoszenie wynalazków do ochrony patentowej,
- komercjalizacja wyników prac B+R,
- utworzenie nowych etatów badawczych,
- opracowanie nowych rozwiązań technologicznych,
- przygotowanie publikacji związanych z wynikami prac badawczych,
- przygotowanie wstępnych dokumentacji techniczno – technologicznych do zastosowań praktycznych,

Dla zrealizowania celu projektu zostanie opracowana termiczno-ciśnieniowa metoda łączenia warstw różnego typu balistycznych materiałów włókienniczych, w tym impregnowanych wstępnie żywicami polimerowymi (preimpregnatów), a w konsekwencji wytworzenia innowacyjnych kompozytów o różnej strukturze i kształcie. W tym zakresie badania naukowe zostaną wsparte seriami doświadczeń obejmujących oddziaływanie ciśnienia, wysokich temperatur, czasu, itp. na założone konstrukcje kompozytów. Eksperymenty będą prowadzone m.in. z wykorzystaniem specjalistycznej prasy i szeregu form, które pozwolą na wytwarzanie kompozytów włóknistych o wielowarstwowej i spójnej strukturze oraz ściśle określonych właściwościach balistycznych.

W toku realizacji prac zostanie wykonanych kilka modeli, a następnie prototypów nowoczesnych balistycznych osłon osobistych oraz kompozycji materiałowych do opancerzania środków transportu i obiektów stałych, których produkcja w przyszłości, według opracowanej technologii uściślonej w ramach prac wdrożeniowych, będzie uruchomiona w krajowych zakładach przemysłowych.

Będą to kompozytowe:

- osłony osobiste, takie jak: hełmy kulo- i odłamkoodporne,
- balistyczne tarcze ochronne
- wkłady do kamizelek kulo- i odłamkoodpornych
- kompozycje materiałowe służące do opancerzania środków transportu,
- kompozycje materiałowe do zabezpieczania obiektów stałych.

Prototypy nowych wyrobów zostaną wykonane na bazie najnowszych materiałów balistycznych, jakie pojawiły się w ostatnich latach na rynku światowym i według najnowocześniejszych technologii. Ich przygotowanie będzie wymagało przeprowadzenia wielokierunkowych badań, których wyniki umożliwią optymalizację wykonanych modeli.

Dokonana zostanie komercjalizacja wyników prac badawczo-rozwojowych.

Przygotowane będą wstępne dokumentacje techniczno-technologiczne odnoszące się do zastosowań praktycznych gotowych do użycia/wdrożenia. Wyniki projektu uzyskają ochronę patentową.

Projekt jest zgodny z celami PO IG, celami i Osi Priorytetowej, a w szczególności z celami poddziałania 1.3.1.

www.kompozyty.poig.eu

INWESTUJEMY W WASZĄ PRZYSZŁOŚĆ



UMOWA NR UDA-POIG.01.01.01-00-005/09



NOWOCZESNE TECHNOLOGIE
DLA WŁÓKIENICTWA.
SZANSA DLA POLSKI.

Sytuacja polskiego przemysłu włókienniczego, na skutek restrukturyzacji i unowocześnienia, powoli stabilizuje się. Jednak utrzymanie konkurencyjnej pozycji na światowym rynku wymaga ustawicznego wprowadzania nowych technologii, które pozwalają na wytwarzanie wyrobów o szerokim spektrum zastosowań, określanych często jako tekstylia o wysokiej wartości dodanej. Realizowany od stycznia 2010 r. projekt stwarza szansę wskazania nowoczesnych kierunków rozwoju technologii dla włókiennictwa.

DOKĄD ZMIERZAMY?

Bezpośrednim celem projektu **Nowoczesne technologie dla włókiennictwa. Szansa dla Polski** jest opracowanie wizji rozwoju nowoczesnych technologii w polskim przemyśle włókienniczym do 2030 roku, a także zwiększenie jego konkurencyjności i innowacyjności.

POZOSTAŁE CELE

- > weryfikacja i rozbudowa strategicznego programu badawczego dla rozwoju i wdrażania nowoczesnych technologii
- > przygotowanie rekomendacji w zakresie opracowania nowych standardów kwalifikacji oraz programów edukacyjnych dla kadry nowoczesnego przemysłu włókienniczego
- > opracowanie założeń dla polityki innowacyjnej w zakresie kierunków polityki wsparcia dla krajowego przemysłu włókienniczego, która gwarantowałaby rozwiązanie jego rzeczywistych problemów na poziomie koncepcji i wdrożenia

INTERESUJĄ NAS SZCZEGÓLNIE

- > włókna naturalne i włókna chemiczne
- > włókna techniczne, m.in. dla rolnictwa, higieniczne i filtracyjne
- > dzianiny i tkaniny
- > specjalne wyroby techniczne
- > wyroby medyczne
- > środki ochrony indywidualnej

DLA KOGO WYNIKI PROJEKTU?

W wyniku badań powstaną scenariusze rozwoju i wdrożenia nowoczesnych technologii przemysłu włókienniczego, zapewniające w przyszłości konkurencyjność na rynku międzynarodowym i zarazem powodujące unowocześnienie rolnictwa, motoryzacji, budownictwa oraz medycyny. Grono podmiotów potencjalnie zainteresowanych rezultatami badań tworzą:

- > instytucje rządowe i samorządowe
- > Narodowe Centrum Badań i Rozwoju
- > firmy krajowe i zagraniczne z sektora włókienniczego, wyrobów medycznych, higienicznych i kosmetycznych oraz producentów środków ochrony indywidualnej
- > polskie izby branżowe
- > Polskie Zrzeszenie Producentów i Dystrybutorów Środków Ochrony Indywidualnej
- > Klaster Zaawansowanych Technologii Przemysłu Włókienniczo - Odzieżowego
- > polskie platformy technologiczne
- > centra zaawansowanych technologii
- > sieci naukowe krajowe i międzynarodowe
- > uczelnie wyższe
- > jednostki badawczo-rozwojowe z regionu łódzkiego, mazowieckiego, kujawsko-pomorskiego, śląskiego i wielkopolskiego

**INWESTUJEMY W NASZĄ PRZYSZŁOŚĆ
DOTACJE NA INNOWACJE**



www.ibwch.lodz.pl

Koordinator projektu:
Instytut Biopolimerów i Włókien Chemicznych w Łodzi
90-570 Łódź, ul. M. Skłodowskiej-Curie 19/27
tel. +42 637 67 14, fax +42 637 62 14
e-mail: ibwch@ibwch.lodz.pl



www.p.lodz.pl

Politechnika Łódzka, Wydział Technologii
Materiałowych i Wzornictwa Tekstylnego
90-924 Łódź, ul. Żeromskiego 116
tel. +42 631 33 84, +42 631 33 08
e-mail: awianow@p.lodz.pl



www.ciop.lodz.pl

Centralny Instytut Ochrony Pracy - Państwowy Instytut Badawczy
90-133 Łódź, ul. Wierzbowa 48
tel. +42 648 02 20
e-mail: kamaj@ciop.lodz.pl



www.moralex.eu

Instytut Techniki Bezpieczeństwa "MORATEX"
90-965 Łódź, ul. M. Skłodowskiej-Curie 3
tel. +42 637 37 10 w. 131
e-mail: pos@moralex.eu



www.itimp.ath.bielsko.pl

Akademia Techniczno-Humanistyczna w Bielsku-Białej
- Instytut Inżynierii Tekstyli i Materiałów Polimerowych
43-309 Bielsko-Biała, ul. Wilłowa 2
tel. +33 827 91 25
e-mail: mrom@ath.bielsko.pl



www.eedri.pl

Spółeczna Wyższa Szkoła Przedsiębiorczości i Zarządzania - Instytut
Badań nad Przedsiębiorczością i Rozwojem Ekonomicznym EEDRI
90-519 Łódź, ul. Ogórska 121
tel. +42 664 22 31 (42), fax +42 664 22 46
e-mail: zgosczyzna@eedri.pl



www.iw.lodz.pl

Instytut Włókiennictwa
52-103 Łódź, ul. Brzezińska 5/15
tel. +42 616 51 72
e-mail: malgorzata.matusiak@iw.lodz.pl



www.infmp.pl

Instytut Włókien Naturalnych i Rolin Zielarskich
60-630 Poznań, ul. Wojska Polskiego 71b
tel. +61 845 58 53
e-mail: grosiec@inf.poznan.pl

YEAR XVIII

1-2
2010

TECHNICZNE WYROBY WŁÓKIENNICZE

WYDAWNICTWO INSTYTUTU
TECHNOLOGII BEZPIECZEŃSTWA

2010
YEAR XVIII, No. 1-2

CONTENTS

Technical Fibres Reinforcing the Composite Materials (in Polish) – M. Fejdyś, M. Łandwijt.....	12
Products Certification Department (in Polish) – J. Wawrzyniak, H. Małolepszy.....	22
Audit as an Improvement Process (in Polish) – J. Wawrzyniak, H. Małolepszy.....	29
The Rotor Spun Core Yarns–Assessment of Application into Decorative Materials (in Polish) – A. Pinar, R. Koźmińska.....	33
Interlaboratory Comparisons a Useful Tool for Assessment Technical Competences of Metrology Laboratory of ITB „MORATEX” (in Polish) – M. Cichecka.....	46
Trends in Manufacturing, Dyeing and Finishing the Materials Featuring Masking Properties (in Polish) – I. Król.....	50
Rubber Textile Composites. Application of Fabrics in Conveyor Belts. – A. Kabziński.....	59

**TECHNICAL
TEXTILES**

**TECHNISCHE
TEXTILEN**

ROK XVIII

1-2
2010

TECHNICZNE WYROBY WŁÓKIENNICZE

WYDAWNICTWO INSTYTUTU
TECHNOLOGII BEZPIECZEŃSTWA

2010
YEAR XVIII, No. 1-2

SPIS TREŚCI

Włókna techniczne wzmacniające materiały kompozytowe – M. Fejdyś, M. Łandwajt	12
Zakład Certyfikacji Wyrobów – J. Wawrzyniak, H. Małolepszy	22
Audit narzędziem doskonalenia – J. Wawrzyniak, H. Małolepszy	29
Przędze rdzeniowe rotorowe — ocena w zastosowaniu na materiały dekoracyjne – A. Pinar, R. Koźmińska	33
Porównania międzylaboratoryjne narzędziem pomocnym w ocenie kompetencji technicznych Laboratorium Badań Metrologicznych ITB „MORATEX” – M. Cichecka	46
Trendy wytwarzania, barwienia i wykończania materiałów wykazujących efekt maskowania – I. Król	50
Kompozyty tekstylno gumowe. Tkaniny stosowane w taśmach przenośnikowych – A. Kabziński	55

**TECHNICAL
TEXTILES**

**TECHNISCHE
TEXTILEN**

Włókna techniczne wzmacniające materiały kompozytowe

M. Fejdyś, M. Łandwajt

Instytut Technologii Bezpieczeństwa "MORATEX"



UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI FUNDUSZ
ROZWOJU REGIONALNEGO



Publikacja powstała w ramach realizacji projektu „Nowoczesne technologie dla włókiennictwa. Szansa dla Polski”, nr umowy POIG.01.01.01-00-005/09-00, współfinansowanego przez Europejski Fundusz Rozwoju Regionalnego

Wstęp

Obecnie postęp technologiczny jest nierozdzielnie związany z inżynierią materiałową, która zajmuje się tworzeniem nowych materiałów. Inżynierowie konstruując innowacyjne materiały opierają się na projektowaniu uwzględniającym warunki eksploatacji oraz obciążenia, którym będzie on poddany. Tym wymaganiom mogą sprostać materiały kompozytowe. Włókna szklane, węglowe, aramidowe, polietylenowe, polipropylenowe i ceramiczne, omówione w tym artykule, zyskały bardzo szerokie zastosowanie przy wzmocnieniu materiałów kompozytowych, zwłaszcza o matrycy polimerowej. Włókno i polimer (matryca) tworzące kompozyt różnią się właściwościami mechanicznymi, cieplnymi oraz charakterem odkształceń i dlatego wzmocnienie polimerów włóknami jest bardzo efektywne. Właściwości kompozytu nigdy nie prezentują sumy czy średniej wartości poszczególnych właściwości jego składników. Generalnie rola matrycy polega na ochronie materiału wzmacniającego, przenoszeniu na niego naprężeń zewnętrznych i nadawaniużądanego kształtu wytworzonej części kompozytowej, natomiast funkcja materiału wzmacniającego sprowadza się do zapewnienia kompozytowi wysokich właściwości mechanicznych i wzmocnienia matrycy w selektywnych kierunkach.

Prezentowane typy włókien posiadają właściwości pozwalające na ich racjonalne wykorzystanie w projektowaniu wyrobów kompozytowych przeznaczonych do pracy w zróżnicowanych warunkach. Włókna szklane w matrycy polimerowej powszechnie są stosowane w lotnictwie i przemyśle motoryzacyjnym. Można przyjąć, że obok czynnika kosztowego największym atutem włókien szklanych w kompozytach polimerowych jest ich duża zdolność do pochłaniania energii. Włókna węglowe szczególnie znalazły zastosowanie do wyrobów kompozytowych eksploatowanych w wilgoci i przy zmiennych obciążeniach. Do typowych zastosowań włókien węglowych należą materiały kom-

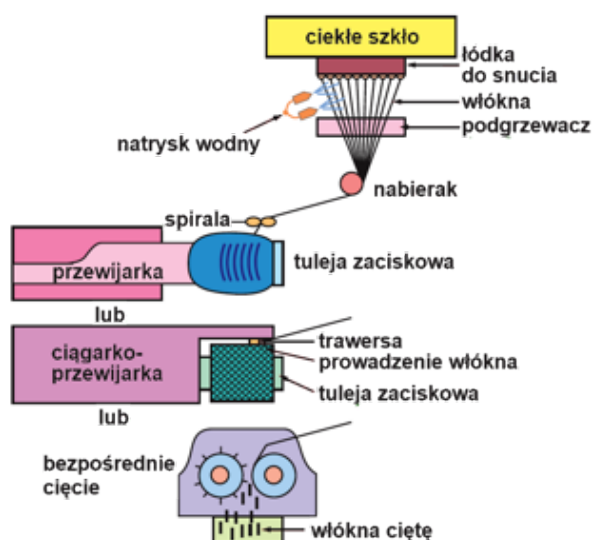
pozytowe stosowane w lotnictwie, na produkty sportowe, m.in. kije do gry w golf, ramy rowerów oraz liczne artykuły powszechnego użytku, w tym w technice komputerowej. Włókna aramidowe i ceramiczne wykazują bardzo dobre własności użytkowe, jednak z powodu zbyt wysokiej ceny wykorzystywane są przede wszystkim w konstrukcjach, których wyznacznikiem nie jest koszt, lecz prezentowane właściwości. Bez wątpienia rola kompozytów polimerowych będzie ciągle rosła, stanowią one odpowiedź na rosnące zapotrzebowanie przemysłu [1–4].

1. Włókno

Istnieją dwa podstawowe typy włókien szklanych – E i S. Pierwszy z nich ma gorsze właściwości mechaniczne (sprężyste, wytrzymałościowe, zmęczeniowe, udarowościowe, termiczne, reologiczne), ale znacznie niższą cenę niż typ S, który produkowany jest z przeznaczeniem dla przemysłu obronnego. Wśród włókien szklanych można wyróżnić włókna o wysokiej odporności na korozję ECR, o niskiej stałej dielektrycznej D oraz włókna o bardzo wysokiej wytrzymałości z czystej krzemionki lub kwarcu, które mogą być stosowane w wysokiej temperaturze. Ponadto stosowane są włókna klasy A i C, włókna kanalikowe i dwuskładnikowe (Tabela 1) [1].

1.1. Metody wytwarzania

Włókna szklane wytwarzane są przez topienie szklanych kulek w wannach zaopatrzonych w system otworów o średnicy 0,5–3 mm, przez które wypływa stopiona masa i wyciągane są włókna, lub przez dozowanie stopionej masy szklanej do specjalnie podgrzewanych łódek platynowych, z których włókna są wyciągane (Rys 1). Masa szklana po stopieniu przetrzymywana jest w stałej temperaturze celem jej ujednoludnienia i osiągnięcia określonego stopnia lepkości. Niekorzystną cechą włókien szklanych jest ich wrażliwość na działanie wody, ponieważ wypłukuje ona sole metali alka-



Rys. 1. Schemat procesu formowania włókien szklanych [3]

licznych, tworząc szczeliny w warstwach powierzchniowych [1]. Dlatego też w trakcie procesu produkcji włókna pokrywane są specjalnym typem preparacji zabezpieczającej włókno przed wilgocią i ułatwiającej dalsze jego przetwarzanie. Związkami chemicznymi stosowanymi do preparacji są różnego rodzaju ksylany oraz chlorometakrylan chromu [2]. Firma Owens Corning® opracowała specjalny typ preparacji, która

pozwala na zachowanie w większym stopniu wytrzymałości pierwotnej włókna elementarnego i zapewnia pasmu rowingu wytrzymałość około 10% większą niż preparacja zwykła. Preparacja ta zwana HTS (ang. High Tensile Strenght) jest stosowana zarówno na rowingu ze szkła E, jak i ze szkła S oraz jest przydatna szczególnie do laminatów epoksydowych [2].

1.2. Charakterystyka

Włókno szklane jest stosowane w postaci rowingu, tj. pasm włókien połączonych ze sobą bez skrętu i pokrytych preparacją, oraz wykorzystywane jest również w postaci tkanin o różnym splocie, rowingu ciętego, włókien mielonych, mat wykonywanych z rowingu ciętego połączonego lepiszczem, itd.

Cechą charakterystyczną włókien szklanych jest wysoka wytrzymałość na rozciąganie przy stosunkowo niskim module Younga (mała sztywność), natomiast wysokim module sprężystości przy ścinaniu. Cechy wytrzymałościowe włókna szklanego zależą od średnicy i są tym lepsze, im mniejszy jest jego przekrój. Ze zmniejszaniem średnicy zwiększa się moduł sprężystości i wytrzymałość na rozciąganie, ale jednocześnie maleje wydłużenie przy zerwaniu [1, 3]. Wytrzymałość na rozciąganie przemysłowych włókien szklanych w pasmach ze szkła E o średnicy około 10 μm

Tabela 1. Porównanie właściwości wybranych typów włókien szklanych [1]

	Rodzaje włókien szklanych		
	A	E	S
Gęstość, kg/m^3	2550	2460	2490
Twardość w skali Mohsa	6,5°	6,0°	-
Wytrzymałość na rozciąganie, MPa w temperaturze			
25°C	3150	3500	4500
260°C	-	3000	4200
540°C	-	1750	2470
Moduł sprężystości w temp. 25°C, GPa	66,5	73,5	86,5
Liczba Poissona	0,23	0,22	-
Współczynnik rozszerzalności cieplnej liniowej, $1/^\circ\text{C}$	$7,74 \cdot 10^{-6}$	$4,68 \cdot 10^{-6}$	-
Przewodność cieplna, $\text{W}/(\text{m} \cdot ^\circ\text{C})$	0,94	1,04	-
Stała dielektryczna przy częstotliwości:			
10^2 Hz	-	6,43	-
10^{10} Hz	-	6,11	-
$5 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$	6,8	-	5,6
Współczynnik strat dielektrycznych $[\text{tg}\delta]$ przy częstotliwości:			
10^{10} Hz	-	0,006	-
$5 \cdot 10^{15} \text{ Hz}$	0,007	-	-
Współczynnik załamania światła dla $\lambda=550\mu\text{m}$	1,52	1,548	1,513
Chłonność wody, %	0,15-0,25	-	-

wynosi 1000–1400 MPa, wydłużenie przy zerwaniu około 1,5÷3,5%, a moduł sprężystości dochodzi do 77 GPa [1, 3]. Duża wytrzymałość włókien szklanych wiąże się ściśle z ich strukturą. Na powierzchni włókna szklanego znajduje się znaczna ilość rys, spękań, nieregularności i innych uszkodzeń [4].

Odkształcenia włókna szklanego są sprężyste, bowiem granica sprężystości w zasadzie jest zgodna z punktem zerwania.

Włókno szklane nie pali się. Jego odporność cieplna jest następująca: w granicach temperatury 20÷200°C wytrzymałość nieznacznie wzrasta, do temperatury około 300°C nieco maleje, powyżej tej temperatury wyraźnie się zmniejsza, jednak dopiero ogrzewanie w ciągu 24 godzin w temperaturze 400°C powoduje zmniejszenie wytrzymałości pierwotnej o 50%. Powyżej 600°C następuje gwałtowny spadek wytrzymałości włókien szklanych. W temperaturze poniżej 0°C włókno zachowuje swoje właściwości użytkowe: nawet w temperaturze –50°C nie ma widocznych zmian właściwości mechanicznych [1–4].

Można przyjąć, że obok ceny największym atutem włókien szklanych w kompozytach polimerowych jest ich większa zdolność do pochłaniania energii w stosunku do włókien węglowych [5].

Producentami włókien szklanych są, m.in.: Owens Corning®, 3B the fibreglass company, HEXCEL®.

2. Włókna węglowe

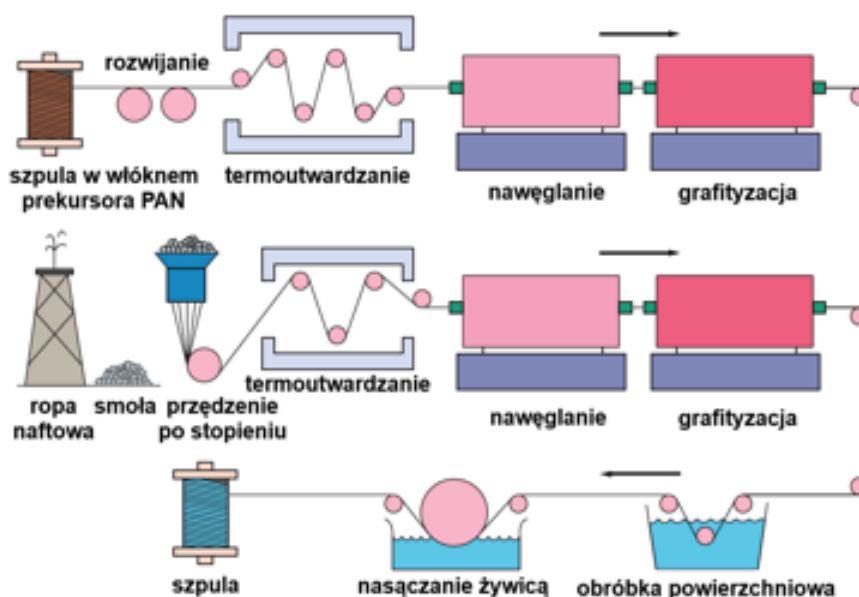
Obecnie na dużą skalę produkuje się włókna węglowe i grafitowe, a ostatnio nanorurki. Włókna węglowe są znane od dawna, były wykorzystywane

do produkcji lamp elektrycznych. Włókna grafitowe pojawiły się na rynku w latach 50-tych. Włókna węglowe w porównaniu z grafitowymi posiadają mniej uporządkowaną strukturę. Obok obszarów o strukturze właściwej dla krystalicznego grafitu, występują obszary o zaburzonej sieci krystalicznej, a nawet obszary całkowicie jej pozbawione. W porównaniu z włóknami grafitowymi mają one gorsze własności mechaniczne, są natomiast od nich tańsze [6].

2.1. Metody wytwarzania

Substraty wyjściowe, prekursory stosowane w produkcji włókien węglowych CF (ang. carbon fibre) to techniczne włókna poliakrylonitrylowe (PAN) lub odpowiednio rafinowane paki mezogeniczne (Rys. 2). Światowa produkcja włókien węglowych w 90% opiera się na włóknach PAN. W pierwszej fazie pirolizy ogrzewa się włókna w temperaturze 220÷250°C przez okres 50 godzin, aż do ich całkowitego utlenienia. W drugiej fazie ogrzewa się włókna w temperaturze 1000°C, w atmosferze obojętnej. Następuje wówczas karbonizacja włókna, mająca na celu głównie usunięcie innych składników poza węglem. Tworzą się pierścienie heksagonalne, odpowiadające strukturze grafitu, co powoduje zwiększenie ich wytrzymałości. W trzeciej fazie pirolizy, w temperaturze do 3000°C i w podwyższonym ciśnieniu, zachodzi proces krystalizacji węgla. Struktura włókna upodabnia się do struktury naturalnego grafitu [3, 6–7].

Z kolei włókno z paku przędzie się metodą ze stopu i poddaje stabilizacji utleniającej, a następnie karbonizacji oraz, jeżeli zachodzi potrzeba, grafityzacji (Rys. 2).



Rys. 2. Schemat procesu technologicznego otrzymywania włókien węglowych z poliakrylonitrylu PAN oraz paku [3]

Włókno z paku po karbonizacji odznacza się małą wytrzymałością na rozciąganie (1000 MPa) i małym wydłużeniem przy zerwaniu, ale bardzo dużym modułem E (450 GPa). Jeżeli podda się je grafityzacji w temp. 2500°C to moduł E wzrasta do ok. 700 GPa [8].

2.2. Charakterystyka

Włókno węglowe składa się prawie wyłącznie z rozciągniętych struktur węglowych podobnych chemicznie do grafitu. Z punktu widzenia postaci morfologicznej włókna węglowe mają postać fibrylarną. Wszelkie badania pozwoliły na stworzenie wspólnego obrazu powierzchni włókien węglowych. Poznanie morfologii powierzchni pozwoliło na racjonalne preparowanie powierzchni włókien przed ich inkudowaniem w różnych matrycach [9]. Wysoce zorganizowana struktura włókien węglowych nadaje im dużą wytrzymałość mechaniczną, a fakt, że składają się prawie wyłącznie z grafitu, powoduje, że są one nietopliwe i odporne chemicznie. Ze względu na wielkość średniego modułu sprężystości oraz wielkość wytrzymałości na rozciąganie można wyróżnić trzy kategorie włókien węglowych, a mianowicie włókna wysokowytrzymałe, wysokomodulowe i ultrawysokomodulowe [10].

Włókna węglowe cechują się małą gęstością, wysoką wytrzymałością na rozciąganie i wysokim modułem Younga, wysoką wytrzymałością zmęczeniową oraz wytrzymałością na pękanie, dobrze tłumią drgania i są bardzo odporne na ścieranie, mają również dużą stabilność wymiarową, małą przewodność cieplną w niskich temperaturach, są odporne na nagłe zmiany temperatury, na działanie wielu ośrodków chemicznych, charakteryzują się dobrą przewodnością elektryczną itd. Wysoka wytrzymałość włókna węglowego na rozciąganie, a także jego wysoki moduł Younga związane są ze stopniem zorientowania struktury włókna w stosunku do jego osi, a także z gęstością wiązań poprzecznych [10].

Odporność cieplna włókien węglowych jest unikatowa i przewyższa pod tym względem, za wyjątkiem grafitu, jakiekolwiek znane materiały. Nie ulegają one topnieniu tylko sublimują w temp. 3500°C [11]. Są niepolarne, niezwilżane, ale czułe na utlenianie. Z kolei w atmosferach nieutleniających, w temperaturach do 2000°C włókna węglowe nie tracą swych właściwości, co wyróżnia je niezwykle korzystnie z włókien szklanych i aramidowych. Włókna węglowe wykazują bardzo słabą zdolność do wiązania się z matrycą polimerową, ponieważ są źle zwilżalne przez żywice. W celu polepszenia tej cechy, przed zalaniem żywicą powierzchnię włókna poddaje się utlenianiu. Jeśli po utlenieniu powierzchni włókno ma być przechowywane przez pewien czas, należy pokryć je odpo-

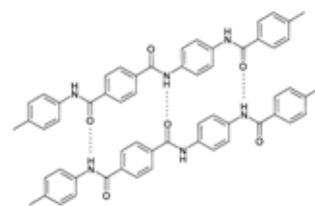
wiednią preparacją zabezpieczającą jego powierzchnię przed pochłanianiem wilgoci, a także zmniejszającą podatność włókna na pękanie w czasie wytwarzania kompozytu lub w czasie pracy [12].

W 2004 r. utworzono w Europie Stowarzyszenie CFK-Valley Stade e. V. (Stade, Niemcy), które obecnie zrzesza ponad 70 renomowanych przedsiębiorstw i jednostek badawczych związanych profilem wytwórczo-badawczym z problematyką kompozytów wzmocnianych włóknami węglowymi-CFK (niem. Carbonfaserverstärktekunststoffe). Celem CFK-Valley jest opracowanie kompletnych procesów, poczynając od koncepcji konstrukcji z CFK poprzez ich wytwarzanie i obróbkę ubytkową, aż do recyklingu. Od 2011 r. powinno działać w ramach CFK-Valley centrum recyklingu dla CFK z terenu całej Europy. Na rynku włókna węglowe są dostępne m. in. pod nazwą handlową Torayca® (Toray), Tenax® (TohoTenax -Teijin), pozostali producenci włókien węglowych to: Mitsubishi Rayon, Zoltek, SGL Group The Karbon Company. Szacuje się, że produkcja tych włókien w 2000 r. wynosiła 3300 t i wykazuje tendencję wzrostową o ok. 5% w skali roku [13–14].

3. Włókna aramidowe

Aramidy to poliamidy, których łańcuchy składają się z pierścieni aromatycznych i grup amidowych podstawionych w pozycji meta lub para. Spośród bardzo dużej liczby znanych poliamidów aromatycznych największe znaczenie i zastosowanie praktyczne, jako włókna mają włókna aramidowe (p-aramidowe), zbudowane z liniowych, regularnych i sztywnych łańcuchów cząsteczek para-fenylenotereftalamidu. Makrocząsteczki poli-(p-fenylenotereftalamidu) (PPTA) układają się liniowo wzdłuż osi i tworzą wysoce uporządkowaną strukturę powłokową połączoną za pomocą bardzo silnych wiązań wodorowych (Rys. 3) [15].

Regularność tej półkryształicznej struktury jest odpowiedzialna za niezwykle właściwości fizyko-mechaniczne włókien p-aramidowych, podczas gdy wysoka stabilność chemiczna pierścieni aromatycznych bezpośrednio związanych przez silne (sprężone) wiązania amidowe zapewnia trwałość i odporność cieplną. Badanie włókien p-aramidowych za pomocą mikro-



Rys. 3. Wiązania wodorowe w obszarach krystalicznych poli-(p-fenylenotereftalamidu) [15]

skopii sił atomowych (AFM) przyniosło wiele nowych informacji na ich temat; np. o tym, że mikrofibryle PPTA mają długość ok. 500 nm i składają się z jednostek powtarzających o wymiarach 50 nm. Badania tą techniką pośrednio pozwoliły na przedstawienie tekstury włókien z PPTA [15]. Elementarne włókno p-aramidowe składa się z wysokokrystalicznego rdzenia i z mniej krystalicznego naskórka (ang. skin-core). Włókna aramidowe zbudowane z cząsteczek poli-(m-fenyleneizoftalamidu) (PMFA) (Nomex®) mechanicznie nie dorównują włóknom z PPTA (Kevlar®). Wynika to m.in. z różnicy wiązań wodorowych w porównaniu do wiązań wodorowych we włóknach PPTA, a także odmiennej struktury cząsteczek PMFA o skręconej konformacji [16].

3.1. Metody wytwarzania

Przędzenia włókien z aramidów nie można prowadzić prostą i ekologiczną metodą ze stopu, ponieważ rozkładają się one zanim ulegną stopieniu. Włókna z poli-(p-fenyleneotereftalamidu) przędzie się z anizotropowego roztworu w kwasie siarkowym. Roztwór ten stanowi stopioną pastę. Ciecz z tej pasty wtryskuje się do strefy powietrznej (ang. air gap), a dopiero następnie do kąpieli koagulacyjnej [17], co zapewnia większą orientację cząsteczek we włóknach. Tak przygotowane włókno wprowadza się do kąpieli koagulacyjnej o temp. 5°C. Nagłe ochłodzenie i koagulacja powodują, że włókna zachowują właściwości anizotropowe. Kąpiel koagulacyjną stanowi czysta woda lub 15%-owy kwas siarkowy. Surowe włókna płucze się, suszy w temperaturze 150°C pod małym naprężeniem 0,5 MPa. Ostatecznie włókna poddaje się jeszcze rozciąganiu w atmosferze azotu w temp. ok. 400°C przez 1-2 s [18].

3.2. Charakterystyka

Włókna aramidowe są jednymi z ważniejszych włókien organicznych, jakie kiedykolwiek wyprodukowano, odznaczają się dużą sztywnością, orientacją i są połączone między sobą silnymi, gęstymi wiązaniami wodorowymi. Powoduje to jedyną w swoim rodzaju kombinację właściwości mechanicznych (Tabela 2) [14,18].

Wytrzymałość właściwa pojedynczych włókien przekracza 200 cN/tex, a temperatura wytrzymałości zerowej jest powyżej 500°C. Włókna obok wysokiej termostabilności wykazują również odporność na działanie zasad i kwasów w podwyższonej temperaturze, a także dobrą elastyczność w pętli i węźle. Cechują się one także niskim skurczem w gorącej wodzie i podwyższonej temperaturze [13–14]. Włókna aramidowe cechuje dobry stosunek wytrzymałości do gęstości (wytrzymałość właściwa). Wytrzymałość tak wyrażona dla włókien Kevlar® jest większa: 5-krotnie niż stali, 10-krotnie niż aluminium i około 3-krotnie niż włókien szklanych E. Włókna aramidowe mające gęstość o 43% mniejszą niż włókna szklane, są szczególnie atrakcyjne do wytwarzania wielu kompozytów. Należy jednak zaznaczyć, że kompozyty z tymi włóknami charakteryzują się złą wytrzymałością na ściskanie, co w szeregu zastosowań zmusza do stosowania wzmocnień hybrydowych (np. aramid plus włókno szklane lub węglowe). Krzywe rozciągania włókien aramidowych, podobnie do włókien szklanych i grafitowych, są w przybliżeniu liniowe, aż do zerwania, co różni je od innych włókien organicznych, pełzanie ich jest podobne do włókien szklanych, jednakże włókna aramidowe są mniej podatne na zerwanie przy pełzaniu, nawet przy naprężeniach trwałych na poziomie do 70% wytrzymałości na zerwanie. Mają one także bardzo dobrą wytrzymałość zmęczeniową, odporność na ścieranie, cechują się dużą energią zniszczenia i dobrymi właściwościami elektrycznymi. Temperatura stałego użytkowania

Tabela 2. Niektóre właściwości wybranych włókien aramidowych [14,18]

Właściwości	Kevlar® 29	Kevlar® 49	Kevlar® 149	Twaron® Hm	Nomex®
Gęstość g/cm ³	1,44	1,45	1,47	1,44	1,40
Wytrzymałość na rozciąganie MPa	2900	3010	3450	3150	700
Moduł E, GPa	59	125	179	115	17
Wydłużenie przy zerwaniu %	3,6	2,4	1,6	2,5	22
Absorpcja wody,%	7,0	3,5	2,4	3,5	5,3
Temperatura użytkowania w powietrzu °C	177	180	225	180	180
Temperatura rozkładu °C	420	425	500	425	400
Przewodność cieplna W/m*K	-	0,04	0,042	-	-
Skurcz, %	-	0,10	0,10	0,10	-
Liczba Poissona	-	0,36	-	0,36	-

wynosi około $160\div 210^{\circ}\text{C}$, krótkotrwałego – nawet do 540°C . Włókna aramidowe nie topią się i nie palą, ulegają karbonizacji w temperaturze 430°C , podobnie do włókien grafitowych cechują się niewielkim współczynnikiem rozszerzalności cieplnej. Ich odporność chemiczna jest duża, z wyjątkiem mocnych kwasów organicznych i zasad [17]. Wilgotność wpływa tylko nieznacznie na ich właściwości fizyko mechaniczne. Są one jednak czułe na promieniowanie UV, jednakże dodatek stabilizatorów znacznie ten wpływ redukuje. Badania toksykologiczne wykazały brak zagrożeń zdrowotnych przy wytwarzaniu tych włókien, nie dają one przy tym pyłu, w odróżnieniu od włókien szklanych i węglowych.

Włókna z m-aramidów (Nomex®) są mniej atrakcyjne niż włókna kevlarowe. Ich zastosowanie to przede wszystkim tkaniny z tych włókien na ubrania ochronne przed ogniem. Ubrania z tych tkanin chronią przed ogniem, naftą, chemikaliami. Powszechnie są stosowane przez pracowników przemysłu petrochemicznego, strażaków, kierowców rajdowych i pilotów samolotów myśliwskich. Dodatek do włókien Nomex® włókien Kevlar® zapobiega pękaniu tkaniny w czasie zwęglania i tworzy się bariera ochronna między ogniem, a skórą, co zwiększa bezpieczeństwo [16].

Włókna aramidowe w handlu występują pod nazwą Kevlar® (PBA, PPTA) i Nomex® (PMFA) (DuPont) oraz pod nazwą Twaron® (PPTA), Technora® (Teijin Aramid).

4. Włókna polietylenowe

Dużym osiągnięciem technologicznym było uzyskanie bardzo wytrzymałych włókien polietylenowych. Otrzymano je z polietyleno o dużej masie cząsteczkowej (M) równej ok. 300000, w wyniku wytłaczania i rozciągania, uzyskując włókno o wyjątkowym uporządkowaniu łańcuchów. Naprężenie zrywające takich włókien wynosi ok. 4000 MPa, a zwykłego włók-

na z PE tylko 45 MPa [19]. Polimer budujący strukturę włókna polietylenowego tworzy równolegle ułożone łańcuchy o stopniu zorientowania $> 95\%$ i krystaliczności $> 85\%$, co odróżnia go od włókien para-aramidowych, których wytrzymałość wynika głównie z dużej ilości międzycząsteczkowych wiązań wodorowych. Słabe wiązania van der Waals'a pomiędzy łańcuchami poliolefiny wpływają na niską odporność na działanie temperatury. Obszary krystaliczne ulegają pod wpływem lokalnego działania temperatury przekształceniu w obszary amorficzne (Rys. 4) [20].

Temperatura topnienia polietyleno o ultra wysokim ciężarze cząsteczkowym (UHMWPE) wynosi $144\div 152^{\circ}\text{C}$, co umożliwia użytkowanie włókien w temperaturze nie wyższej niż 100°C przez względnie długi czas [21]. Polimery zawierające grupy aromatyczne posiadają silne powinowactwo do aromatycznych rozpuszczalników, natomiast alifatyczny UHMWPE jest odporny na ich działanie. Brak aktywnych grup w UHMWPE (estrowych, amidowych lub hydroksylowych) powoduje jego odporność na działanie wody, wilgoci, większości substancji chemicznych, promieniowania UV oraz drobnoustrojów. Podczas działania siły polimer ten ulega stałemu w czasie wydłużeniu tak długo, jak działa przyłożona siła.

Firma DSM opracowała metodę wytwarzania włókien z UHMWPE na drodze przędzenia z żelu (ang. gel-spinning) [19, 22].

Włókna UHMWPE są wytwarzane przez DSM (nazwa handlowa: Dyneema®), Honeywell (nazwa handlowa: Spectra®) oraz Quadrant EPP (nazwa handlowa: TIVAR®), Röchling Engineering Plastics (nazwa handlowa: Polystone® M), Integrated Textile Systems (nazwa handlowa: Tensylon®), Garland Manufacturing (nazwa handlowa: GARDUR®), Ticona (nazwa handlowa: GAR-DUR®) i przez Braskem (nazwa handlowa: UTEC®) [20–22].

5. Włókna polipropylenowe o wysokiej wytrzymałości mechanicznej

Polipropylen (PP), podobnie jak polietylen, jest polimerem termoplastycznym o strukturze częściowo krystalicznej, ale o zwiększonej wytrzymałości, sztywności i wyższej temperaturze topnienia krystalitów przy niewielkiej gęstości. W zależności od budowy przestrzennej łańcucha makrocząsteczki PP wyróżnia się następujące odmiany polipropylenu: izotaktyczny, syndiotaktyczny i ataktyczny. W technologii otrzymywania polipropylenu o wysokiej wytrzymałości mechanicznej wykorzystuje się polimeryzację jonową, a otrzymany polimer ma budowę izotaktyczną. W procesie polimeryzacji polipropylenu izotaktycznego obecnie wykorzystuje się tzw. katalizatory SSC



Rys. 4. Struktura włókna Dyneema® i standardowego włókna polietylenowego [20]

(ang. Single-Site Catalysts), dzięki którym wszystkie centra aktywne są stereospecyficzne, wskutek tego otrzymuje się produkty stereoregularne o małym rozrzucie masy cząsteczkowej [23].

W zależności od warunków wytwarzania włókno polipropylenowe posiada stopień krystaliczności w zakresie od 50-65%. Stopień orientacji włókna wpływa na jego właściwości mechaniczne. Im większy stopień rozciągnięcia włókien, tym większa ich wytrzymałość na rozciąganie i wydłużenie względne przy zerwaniu. Eindhoven University of Technology i firma Lankhorst-Indutech z Holandii opracowały technologię produkcji włókien polipropylenowych (PURE®) o właściwościach mechanicznych 10-krotnie przewyższających właściwości standardowych włókien PP. Milliken w USA zakupiła technologię PURE® i obecnie produkuje wyroby na bazie tych włókien pod nazwą handlową (Tegris®). Włókna z polipropylenu charakteryzują się dobrą odpornością chemiczną, dużą wytrzymałością na zerwanie, elastycznością oraz małą gęstością. Włókno to jest traktowane jako materiał wspomagający w konstrukcji kompozytów o balistycznych właściwościach ochronnych z uwagi na konkurencyjną cenę oraz niską gęstość włókien [24–25].

6. Włókna ceramiczne

Włókna ceramiczne są rodzajem tworzyw ogniotrwałych zaliczanych do grupy sztucznych włókien mineralnych. Charakteryzują się dużą odpornością termiczną, chemiczną oraz dobrymi właściwościami izolacyjnymi (elektrycznymi i akustycznymi). Najpowszechniej stosowany proces wytwarzania włókien ceramicznych polega na przedzeniu i obróbce cieplnej prekursorów chemicznie pochodnych wytwa-

rzanych włóknom. Włókna tlenkowych materiałów ceramicznych powstają w procesach zol-żel (sol-gel od solution-rozpuszczanie, gelled-żelowanie, zwykle przez suszenie). Włókna SiC lub Si₃N₄ przejdzie się z organiczno-metalicznych preceramicznych prekursorów polimerowych, następnie usieciowanych i w wyniku obróbki cieplnej przekształcanych w materiał ceramiczny. Włókna borowe wytwarza się przez preimpregnację drutu wolframowego mieszaniną borowo-epoksydową, w skład której wchodzi m.in. trójtlenek boru BCl₃, który następnie ulega redukcji przez H₂, w wyniku czego w specjalnym reaktorze następuje pokrycie powierzchni czystym borem. Włókna SiC powstają w wyniku procesu CVD podobnego do właściwego dla włókien borowych, w trakcie którego pokrywane jest włókno węglowe [2–3]. Włókna ceramiczne są wytwarzane przez 3M (nazwa handlowa: Nextel™ 610, Nextel™ 720), Nippon Carbon (nazwa handlowa: Hi Nicalon-S™) oraz Saphikon (nazwa handlowa: Saphikon®) [3].

7. Materiały kompozytowe wzmacniane włóknami technicznymi

Materiały kompozytowe wzmacniane włóknami najczęściej są stosowane w celu zapewnienia zwiększonej wytrzymałości statycznej i zmęczeniowej w tym wytrzymałości właściwej oraz sztywności, co uzyskuje się przez wprowadzenie włókien wytrzymałych, sztywnych lecz zwykle kruchych do miękkiej lecz ciągliwej matrycy. Matryca przekazuje jedynie przyłożone obciążenie do włókien, które w większości je przenoszą. Matrycę mogą stanowić polimery termoutwardzalne (poliepoksydy i poliestry) oraz polimery termoplastyczne (poliamidy) (Tabela 3) [26].

Tabela 3. Ogólna charakterystyka materiałów polimerowych stanowiących matrycę materiałów kompozytowych [3]

Grupy materiałów polimerowych matrycy kompozytowej	Charakterystyka
Żywice poliestrowe	Stosowane najpowszechniej, trudno palne, samogaszące, dogodne w zastosowaniach mechanicznych, elektrycznych i ogólnych, specjalne gatunki odporne chemicznie
Żywice epoksydowe	Najbardziej odpowiednie do zastosowań w ośrodkach aktywnych chemicznie oraz przy dużych wymaganiach przeciwzuzyciowych
Żywice fenolowe	Niski koszt, najodpowiedniejsza technika formowania to prasowanie przetłoczone, odpowiednie do formowania ręcznego i prasowania, a także nawijania włókien i prasowania ciągłego, trudno palne przy małej emisji dymu, szczególnie atrakcyjne do zastosowania w środkach transportu publicznego
Silikony	Stosowane z matami głównie szklanymi, mała higroskopijność, podwyższona odporność na łuk elektryczny
Furany	Wysoka odporność na procesy biologiczne
Melamina	Elektroprzewodzenie, wysoka wytrzymałość, odporność ogniowa i na odczynniki alkaliczne
Poliimidy	Wysoka wytrzymałość w podwyższonej temperaturze

Tabela 4. Porównanie wybranych właściwości składników i wytworzonych z nich kompozytów włóknistych z matrycą polimerową [3]

Material	Moduł sprężystości podłużnej E [GPa]	Wytrzymałość na rozciąganie R_m [GPa]
Włókno węglowe	253	4,5
Włókno aramidowe (Kevlar [®])	124	3,6
Włókno szklane	86	4,5
Ośłona poliepoksydowa	4	0,1
Kompozyt wzmacniany włóknami węglowymi	145	2,3
Kompozyt wzmacniany włóknami aramidowymi	80	2,0
Kompozyt wzmacniany włóknami szklanymi	55	2,0

Włókna szklane–G (ang. Glass), węglowe–C (ang. Carbon) i aramidowe–A (ang. Aramid) są najbardziej rozpowszechnionymi rodzajami wzmocnienia stosowanymi w kompozytach polimerowych PMC (ang. Polimer Matrix Composites) (Tabela 4).

Stąd też kompozyty PMC wzmacniane włóknami szklanymi są określone akronimem GFRP (ang. Glass Fibre Reinforced Plastics) i analogicznie wzmacniane włóknami węglowymi, jako CFRP, czy aramidowymi jako AFRP. Kompozyty GFRP były przez długi czas najczęściej stosowane ze względu na ich właściwości mechaniczne, jak też relatywnie niską cenę. Z kolei kompozyty CFRP i AFRP zapewniają wyższą wytrzymałość, większą sztywność i wykazują mniejszą masę właściwą (gęstość), jednakże są droższe i z tego powodu wykorzystywane przede wszystkim w konstrukcjach, których wyznacznikiem nie jest koszt, lecz prezentowane właściwości. CFRP znajdują zastosowanie w konstrukcjach wymagających dużej sztywności i odporności na podwyższone temperatury, natomiast AFRP są preferowane wówczas, gdy najbardziej istotna jest wytrzymałość i lekkość [3].

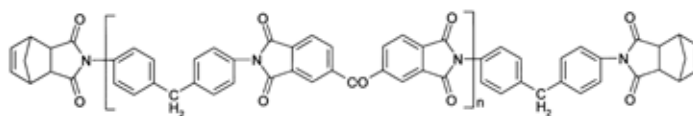
Najważniejszą cechą każdego rodzaju kompozytu węglowego CFRP są jego znakomite własności mechaniczne przy niskiej gęstości samego materiału. W zależności od rodzaju włókna węglowego i spoiwa własności mechaniczne CFRP zmieniają się. Kompozyt ma średnio sześciokrotnie wyższą wytrzymałość na rozciąganie i średnio trzykrotnie wyższy współczynnik sprężystości podłużnej niż stali, przy czterokrotnie

niższym ciężarze, (średnia wytrzymałość charakterystyczna na rozciąganie 2,5 GPa, średni współczynnik sprężystości podłużnej 450 GPa, gęstość 1,75 g/cm³) [27]. Włókno węglowe, po połączeniu z żywicą epoksydową, stanowi jeden z najlżejszych i najtrwalszych materiałów. Właściwości mechaniczne kompozytów polimerowych wzmacnianych włóknami węglowymi zależą nie tylko od właściwości włókien, ale także od właściwości wewnętrznej warstwy międzyfazowej. Celem poprawy właściwości mechanicznych takich kompozytów stosuje się modyfikacje wewnętrznej warstwy międzyfazowej. Chen i współpracownicy [28] dodawali do matrycy–żywicy epoksydowej eter dwuglicydowy celem obniżenia lepkości matrycy, dzięki czemu uzyskano lepszą zwilżalność powierzchni włókien węglowych przez żywicę.

Bardzo dobre właściwości wytrzymałościowe i cieplne spełniają kompozyty z włókien węglowych na matrycy poliiimidów addycyjnych typu PMR-15 (Rys. 5) [29].

Jest to całkowicie zimidyzowany prekursor, charakteryzujący się małą lepkością i temperaturą 220°C. Utwardza się szybko w temp. 280÷316°C bez wydzielania produktów lotnych. Obecnie poliiimid ten jest uważany, jako matryca za najważniejszą stosowaną w produkcji kompozytów węglowych [29]. Największym odbiorcą kompozytów węglowych jest przemysł lotniczy i kosmiczny.

Wśród kompozytów polimerowych ważne miejsce zajmują kompozyty p-aramidowo/epoksydowe.



Rys. 5. Budowa chemiczna poliiimidu addycyjnego typu PMR-15 stosowanego jako matryca w produkcji kompozytów węglowych [29]

Są one dostępne na rynku w postaci preimpregnatów przetwarzanych na gotowe wyroby metodą prasowania na gorąco. Sam proces powlekania tych konstrukcji włókienniczych, szczególnie skład chemiczny matrycy, jest ściśle chroniony przez firmy–producentów preimpregnatów. Stąd do dyspozycji konstruktorów są jedynie gotowe półprodukty. Do wykonawców należy odpowiednia aranżacja warstw w kompozycji, dotrzymywanie reżimów technologicznych i właściwa konstrukcja elementu. W ten sposób uzyskuje się materiały wytrzymałe, lekkie o dużej jakości powierzchni z obu stron. Ich wytrzymałość jest porównywalna do wytrzymałości aluminium. Żywice epoksydowe stosowane jako matryca spełniają w tych kompozytach ważne funkcje. Przenoszą obciążenia na włókna, decydują o odporności cieplnej i chemicznej oraz o metodach wytwarzania. Stosuje się takie żywice, które mają małą lepkość w temperaturze $100\div 110^{\circ}\text{C}$ i utwardzają się w $90\div 170^{\circ}\text{C}$. Sztywne, wielowarstwowe laminaty z tkaniny aramidowej i żywicy epoksydowej lub fenolowej są szeroko stosowane w pojazdach wojskowych, statkach, samochodach policyjnych, bankach, helikopterach i samolotach, jako barierowe konstrukcje ochronne. Dużym postępem w balistyce było użycie Kevlaru® 29 do wytwarzania hełmów i kamizelek balistycznych [18, 29].

W literaturze przedmiotu można znaleźć liczne informacje o stosowaniu wyrobów kompozytowych z włóknami szklanymi. Wytwarza się z nich kadłuby samolotów i szybowców, elementy nadwozi samochodowych, kadłuby okrętów. W przemyśle chemicznym buduje się z nich zbiorniki wysokociśnieniowe i rury. W zastosowaniach elektrotechnicznych, budow-

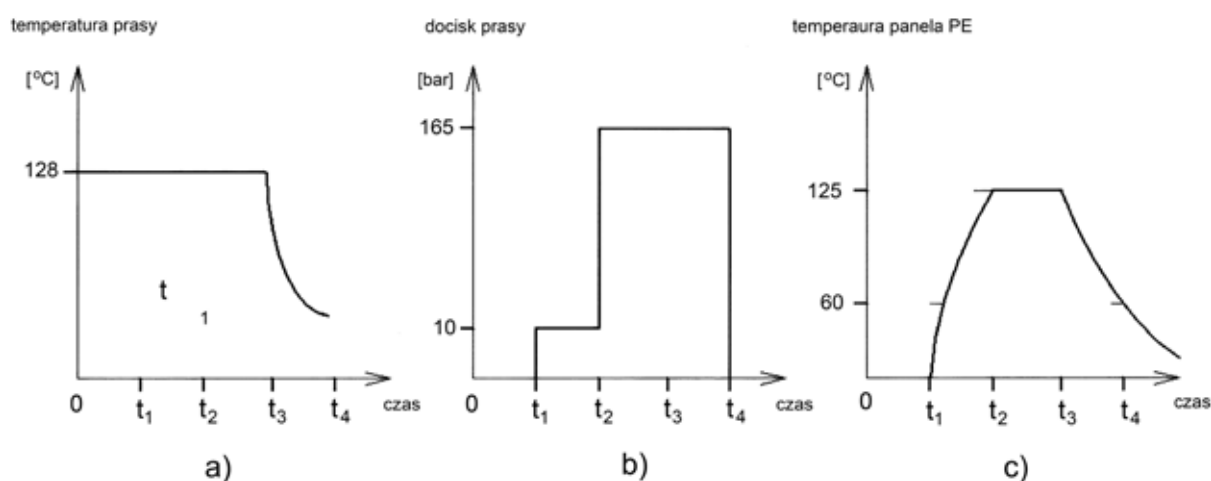
nictwie, sprzęcie sportowym i rekreacyjnym także są spotkane kompozyty wzmocnione tymi włóknami [5].

Istotnymi parametrami strukturalnymi tych kompozytów jest ilość zawartych w nich włókien (ok. 60%), a także sposób ich ułożenia. Największą wytrzymałość kompozytu uzyskuje się wtedy, gdy siły rozciągania są skierowane równolegle do osi włókien, a najmniejszą, gdy te siły są skierowane prostopadle do osi włókien. W tym ostatnim przypadku rośnie udział żywicy w przenoszeniu obciążeń i wytrzymałość kompozytu gwałtownie maleje, podobnie też moduł Younga E [7].

Wspierając się najnowszymi osiągnięciami nauki, technologia produkcji kompozytu polietylenowego została oparta na procesie termiczno-ciśnieniowego łączenia nietkanych arkuszy polietylenowych. Proces prasowania nietkanego wyrobu polietylenowego powinien przebiegać kilkuetapowo i obejmować podgrzanie pakietu, prasowanie właściwe i studzenie. Temperatura prasowania powinna wynosić ok. 130°C , a chłodzenia od 125 do 80°C . Istotne parametry technologiczne tego procesu przedstawia rysunek 6 [30].

Proces modelowania kompozytu polipropylenowego wykorzystuje wysokociśnieniowe prasowanie. Powinien on uwzględniać [24–25]:

- schłodzenie formy poniżej 80°C ,
- właściwe prasowanie: temperatura min. 130°C , maks. 150°C ,
- ciśnienie na prasowanym materiale: $1\div 100\text{ kg/cm}^2$,
- chłodzenie po właściwym prasowaniu próbki w temperaturze poniżej 80°C .



Rys. 6. Schemat procesu termiczno-ciśnieniowego wytwarzania kompozytu polietylenowego;
(a) zmiany temperatury prasy, (b) zmiany ciśnienia prasowania, (c) zmiany temperatury panela polietylenowego, czasy $t_1 - t_4$ parametr ustalony doświadczalnie zależny od typu arkusza PE i grubości wytwarzanego kompozytu.

Z danych literaturowych wynika, że obecnie wszystkie znaczące firmy z branży zbrojeniowej wytwarzają balistyczne ochrony osobiste w oparciu o kompozyty włókniste wykonane na bazie włókien polietylenowych. Wyroby te w porównaniu do osłon wykonanych z tradycyjnych materiałów np. stali pancernej, posiadają zdecydowanie niższą masę powierzchniową, zapewniając tą samą klasę ochrony. Nie wymagają przy tym konserwacji i nie ulegają korozji. Ponadto są odporne na ścieranie, uderzenia, czynniki chemiczne i wodę, promieniowanie ultrafioletowe oraz zmienne warunki atmosferyczne. W niektórych przypadkach mogą stanowić również skuteczną osłonę antyradarową i termowizyjną [31]. Firma APTIFORM z Wielkiej Brytanii na targach COMPOSITES EUROPE 2009 w Stuttgarcie zaprezentowała dwumodułowy system ochrony głowy m.in. dla pilota helikoptera składający się z kompozytowej skorupy wykonanej na bazie włókien polipropylenowych. Hełm polipropylenowy waży 640 g, ma 9 mm grubości i zapewnia ochronę w klasie 2 wg normy NIJ 0106. Przedstawiła także twarde płyty balistyczne z polipropylenu po badaniach balistycznych [32].

Kompozyty z matrycą ceramiczną–CMC (ang. Ceramic Matrix Composites) są opracowywane i rozwijane w celu zwiększenia odporności na kruche pękanie niewzmacnianych materiałów ceramicznych, wykazujących wyższy moduł sprężystości i wyższe właściwości mechaniczne w wysokich temperaturach niż odpowiednie materiały metalowe. Włókna długie i krótkie (ang. wiskersy) lub cząstki są wykorzystywane, jako komponenty wzmacniające CMC. Do zazwyczaj spotykanych wzmacnień CMC należy zaliczyć Al_2O_3 , SiC, natomiast, jako matryca znajdują zastosowanie Al_2O_3 , SiC i Si_3N_4 [2, 3].

Zaawansowane technologie otrzymywania kompozytów [33] o matrycy termoplastycznej dają szerokie możliwości optymalnego projektowania właściwości wyrobu. Przedstawiony przegląd literatury nie wyczerpuje oczywiście całości bardzo obszernej wiedzy z zakresu włókien i kompozytów polimerowych oraz ich modyfikacji, funkcjonalizacji i zastosowań. Ma on za zadanie jedynie przybliżenie oraz wykazanie różnorodności tematyki, która – jeśli uznać przewidywania, w najbliższym czasie ulegnie rozszerzeniu, co wydaje się być uzasadnione koniecznością wytwarzania nowych hybrydowych materiałów polimerowych, względami technologicznymi i ekonomicznymi.

Bibliografia

1. H. Dąbrowski, *Wytrzymałość polimerowych kompozytów włóknistych*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2002.
2. A. Boczkowska, J. Kapuściński, K. Puciłowski, S. Wojciechowski, *Kompozyty*, Wyd. Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2000.
3. L.A. Dobrzański, *Podstawy nauki o materiałach i metaloznawstwo*, WNT, 2002.
4. K.E. Perepelkin, *Polymeric fibre composite, basic types, principles of manufacture and properties. Part 2. Fabrication and properties of polymer composite materials. Fibre Chemistry*, vol. 37, no. 5, 381, 2005.
5. H. Leda, *Kompozyty* 3 (2003) 209.
6. J. Liu, P.H. Wang, R.Y. Li, *J. Appl. Polym. Sci.* 52(7) (1994) 945.
7. W. Królikowski, *Tworzywa wzmocnione i włókna wzmacniające*, WNT, Warszawa 1988.
8. E. Hałasa, *Przemysł chemiczny* 88/2, 2009.
9. M. Guigon, M. Klinkin, *Composites* 25 (1994) 534.
10. M.S.A. Rahaman, A.F. Ismail, A. Mustafa, *Polimer Degradation and Stability* 92 (2007) 1421.
11. J. Mittal, R.B. Mathur and O.P. Bahl, *Carbon* 35(8) (1997) 1196.
12. P. Mayer, J.W. Kaczma, *Tworzywa Sztuczne i Chemia* 6 (2008) 52.
13. K.E. Oczko, *Mechanik* 7 (2008) 579.
14. H. Leda, *Kompozyty polimerowe z włókien ciągłych*, Wyd. Politechniki Poznańskiej, Poznań 2000.
15. S. Rebouillat, J.C.M. Pang, J.B. Donnet, *Polimer* 40 (1999) 7341.
16. Y. Rao, A.J. Waddon, R.J. Farris, *Polimer* 42 (2001) 593.
17. K-G. Lee, R. Barton, Jr., J.M. Schultz, *J. Polym. Sci. Part B* 33 (1995) 1.
18. *Prospekt DuPont, Engineering Fibres*.
19. I. Chodák, *Prog. Polym. Sci.* 23 (1998) 1409.
20. G. Redlich, K. Fortuniak, *Techniczne Wyroby Włókiennicze* 3-4 (2008) 75.
21. <http://www.dyneema.com/>
22. US Patent 5342567 *Process for producing high tenacity and high modulus polyethylene fibers*, issued 1994-08-30.
23. R.G. Mansfield, "Polypropylene in the Textile Industry", *Plastics Engineering*, June 1999, s. 30.
24. *Prospekty firmy Lankhorst-Indutech oraz Miliken*.
25. <http://www.milliken2.com/MFT/MFThtml.nsf/page/home.htm>
26. D. Żuchowska, "Polimery konstrukcyjne", Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 1995.
27. C.Q. Yang et al., *Carbon* 45 (2007) 3027.

28. W. Chen, Y. Yu, P. Li, Ch. Wang, T. Zhou, X. Yang, *Composites Science and Technology* 67(9) (2007) 2261.
29. O. Odegard, M. Kumosa, *Composites Sci. Technol.* 60 (2000) 2979.
30. „Manual for Dyneema® ballistic panels” – materiały informacyjne DSM.
31. A. Wilczyński; „Polimerowe kompozyty włókniste”; Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa, 1996.
32. Prospekty informacyjne firmy APTIFORM.
33. *JEC Composites Magazine*, nr 8, (2006) 26.

Zakład Certyfikacji Wyrobów

J. Wawrzyniak, H. Małolepszy

Instytut Technologii Bezpieczeństwa „MORATEX”

Zakład Certyfikacji Wyrobów przy ITB „MORATEX” działa od 2000 roku. Posiada akredytację Polskiego Centrum Akredytacji Nr AC-097 w zakresie certyfikacji zgodności wyrobów z wymaganiami Polskich Norm.

Zakres certyfikacji Zakładu obejmuje m.in. następujące grupy asortymentowe wyrobów:

- odzież ochronna,
- sprzęt ochraniający głowę,
- rękawice ochronne,
- przędze,
- płaskie wyroby tekstylne,
- liny, sznury.

W 2008 roku ZCW uzyskał akredytację Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji Nr CA-OiB 004.01/2008 uprawniającą do prowadzenia oceny zgodności wyrobów przeznaczonych na potrzeby obronności i bezpieczeństwa państwa.

Zakres akredytacji OiB obejmuje:

- filtracyjną i barierową odzież ochronną,
- kamizelki i hełmy ochronne kulo i odłamkoodporne i in.,
- osłony ochronne przeciwwybuchowe, kulo i odłamkoodporne i in.,

- ochrony przeciwwuderzeniowe w tym tarcze, kaski, kamizelki, rękawice, osłony nóg, przedramion i in.,
- kombinezon pirotechnika,
- mundur polowy i kurtka polowa z podpinką, ubranie z membraną izolacyjną z ocieplaczem.

Zakład Certyfikacji Wyrobów w ramach działalności statutowej prowadzi również ocenę wyrobów w oparciu o własne kryteria oceny i udziela certyfikatów potwierdzających ekologię tekstyliów, procesów ich wytwarzania oraz bezpieczeństwo użytkowania wyrobów tekstylnych, upoważniających do oznaczania zastrzeżonymi przez ITB „MORATEX” znakami graficznymi:

Znakami mogą być oznaczane wyroby, które nie stwarzają żadnego zagrożenia dla człowieka i środowiska lub stwarzają znikome, dające się pogodzić ze zwykłym użytkowaniem wyrobu zgodnie z jego przeznaczeniem.

ITB „MORATEX” jest jednostką notyfikowaną Nr 1475 w zakresie dyrektywy 89/686/EEC dotyczącej środków ochrony indywidualnej. Zakład Certyfikacji Wyrobów jest uprawniony w ramach notyfikacji



Rys. 1. Znaki potwierdzające bezpieczeństwo wyrobów

do przeprowadzania oceny zgodności typu dla wyrobów:

- odzież ochronna,
- rękawice ochronne,
- ochrony głowy, przedramion i nóg.

Certyfikaty udzielone przez ZCW przy ITB „MORATEX” potwierdzają: wiarygodność producentów, zgodność z przepisami prawnymi, bezpieczeństwo produktów dla człowieka i środowiska.

Kierownik Zakładu Certyfikacji Wyrobów

mgr inż. Elżbieta SOLIŃSKA

e-mail: esolinska@moratex.eu

Specjaliści ds. Certyfikacji

mgr inż. Honorata Małolepszy

mgr inż. Jolanta Wawrzyniak

mgr inż. Danuta Lepla

e-mail: zcw@moratex.eu

Dane kontaktowe:

Instytut Technologii Bezpieczeństwa „MORATEX”

ul. M. Skłodowskiej-Curie 3, 90-965 Łódź

Zakład Certyfikacji Wyrobów

tel. (042) 633-85-97 lub 637-37-10 wew. 134 lub 133

fax (042) 636-92-26

website: www.moratex.eu

Tabela 1. Wykaz wydanych certyfikatów zgodności

Nr certyfikatu	Data ważności certyfikatu	Posiadacz certyfikatu	Przedmiot certyfikacji	Dokument odniesienia
ROK 2009				
4/2009	od 29.10.2009 do 28.10.2012	Przedsiębiorstwo Wielobranżowe BHP SYSTEM Beata Raszewska ul. Godowska 82/84d 26-600 Radom	Rękawice ochronne NITRAS typ 03410, 03420	Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 28 września 2005 r. w sprawie wykazu substancji niebezpiecznych wraz z ich klasyfikacją i oznakowaniem (Dz. U. Nr 201, poz. 1674)
5/2009	od 28.10.2009 do 27.10.2012	Przedsiębiorstwo Wielobranżowe „MADA” Kosiec i Wspólnicy Spółka Jawna ul. Zabłocińska 10 01-697 Warszawa	Spodnie MADA 205A i MADA 205A wz Spodnie MADA 305A i MADA 305A wz Bluza MADA 205B i MADA 205B wz Bluza MADA 305B i MADA 305B wz	Rozporządzenie Rady Ministrów w sprawie bezpieczeństwa i znakowania produktów włókienniczych z dnia 6 kwietnia 2004 r. (Dz. U. Nr 81, poz. 743 z późniejszymi zmianami)
6/2009	od 28.10.2009 do 27.10.2012	Przedsiębiorstwo Wielobranżowe „MADA” Kosiec i Wspólnicy Spółka Jawna ul. Zabłocińska 10 01-697 Warszawa	Ubranie chroniące przed zimnem: spodnie drelchowe ocieplane, bluza drelchowa ocieplana	Rozporządzenie Rady Ministrów w sprawie bezpieczeństwa i znakowania produktów włókienniczych z dnia 6 kwietnia 2004 r. (Dz. U. Nr 81, poz. 743 z późniejszymi zmianami)
7/2009	od 28.10.2009 do 27.10.2012	Przedsiębiorstwo Wielobranżowe „MADA” Kosiec i Wspólnicy Spółka Jawna ul. Zabłocińska 10 01-697 Warszawa	Ubranie robocze męskie „SZTYGAR” MADA 118	Rozporządzenie Rady Ministrów w sprawie bezpieczeństwa i znakowania produktów włókienniczych z dnia 6 kwietnia 2004 r. (Dz. U. Nr 81, poz. 743 z późniejszymi zmianami)

Tabela 1. Wykaz wydanych certyfikatów zgodności (c.d.)

Nr certyfikatu	Data ważności certyfikatu	Posiadacz certyfikatu	Przedmiot certyfikacji	Dokument odniesienia
8/2009	od 28.10.2009 do 27.10.2012	Przedsiębiorstwo Wielobranżowe „MADA” Kosiec i Wspólnicy Spółka Jawna ul. Zabłocińska 10 01-697 Warszawa	Koszula męska flanelowa MADA 106A	Rozporządzenie Rady Ministrów w sprawie bezpieczeństwa i znakowania produktów włókienniczych z dnia 6 kwietnia 2004 r. (Dz. U. Nr 81, poz. 743 z późniejszymi zmianami)
9/2009	od 28.10.2009 do 27.10.2012	Przedsiębiorstwo Wielobranżowe „MADA” Kosiec i Wspólnicy Spółka Jawna ul. Zabłocińska 10 01-697 Warszawa	Onuce flanelowe MADA 122	Rozporządzenie Rady Ministrów w sprawie bezpieczeństwa i znakowania produktów włókienniczych z dnia 6 kwietnia 2004 r. (Dz. U. Nr 81, poz. 743 z późniejszymi zmianami)
10/2009	od 28.10.2009 do 27.10.2012	Przedsiębiorstwo Wielobranżowe „MADA” Kosiec i Wspólnicy Spółka Jawna ul. Zabłocińska 10 01-697 Warszawa	Wyroby bielizniane z dzianiny bawełnianej: kalesony męskie dziane MADA 114A, podkoszulka męska MADA 114B spodenki męskie MADA 114C	Rozporządzenie Rady Ministrów w sprawie bezpieczeństwa i znakowania produktów włókienniczych z dnia 6 kwietnia 2004 r. (Dz. U. Nr 81, poz. 743 z późniejszymi zmianami)
11/2009	od 02.11.2009 do 01.11.2012	Zakład Produkcyjno- Handlowo-Usługowy „BUKSAN-ŁYKO” ul. Sienkiewicza 22A 38-500 Sanok	Ubranie standard wzór B-Ł-2/01: bluza standard wzór B-Ł-2/01a, spodnie standard wzór B-Ł-2/01b	Rozporządzenie Rady Ministrów w sprawie bezpieczeństwa i znakowania produktów włókienniczych z dnia 6 kwietnia 2004 r. (Dz. U. Nr 81, poz. 743 z późniejszymi zmianami)
12/2009	od 02.11.2009 do 01.11.2012	Zakład Produkcyjno- Handlowo-Usługowy „BUKSAN-ŁYKO” ul. Sienkiewicza 22A 38-500 Sanok	Ubranie „SZTYGAR” B-Ł-5/01: bluza „SZTYGAR” B-Ł-5/01a, spodnie „SZTYGAR” B-Ł-5/01b	Rozporządzenie Rady Ministrów w sprawie bezpieczeństwa i znakowania produktów włókienniczych z dnia 6 kwietnia 2004 r. (Dz. U. Nr 81, poz. 743 z późniejszymi zmianami)
13/M/2009	od 23.11.2009 do 22.11.2012	PPH „RUNO” Jan Widz 34-340 Przyborów	Wyroby profilaktyczno- rehabilitacyjne z dzianin wełnianych–kołdry, koce, materace, poduszki	KOW/M/Edycja I/08
14/M/2009	od 23.11.2009 do 22.11.2012	GOLAB S.A. ul. Dworcowa 45 68-100 Żagań	Wyroby profilaktyczno- rehabilitacyjne z dzianin wełnianych	KOW/M/Edycja I/08
15/M/2009	od 23.11.2009 do 22.11.2012	POLTOPS Sp. z o.o. ul. Dworcowa 45 68-100 Żagań	Wyroby profilaktyczno- rehabilitacyjne z dzianin wełnianych	KOW/M/Edycja I/08
16/AC- 097/2009	od 30.11.2009 do 29.11.2012	Toruńskie Zakłady Materiałów Opatunkowych S.A. ul. Żółkiewskiego 20/26 87-100 Toruń	Tkanina MEDYK 165 / G 160 Tkanina RADUS 1/150	PN-P-82010-06:1984 PN-P-84525:1998 ENV 14237:2002
17/PSC/2009	od 23.11.2009 do 22.11.2012	GOLAB S.A. ul. Dworcowa 45 68-100 Żagań	Wyroby profilaktyczno- rehabilitacyjne z dzianin wełnianych	KOW/PSC/Edycja I/08

Tabela 1. Wykaz wydanych certyfikatów zgodności (c.d.)

Nr certyfikatu	Data ważności certyfikatu	Posiadacz certyfikatu	Przedmiot certyfikacji	Dokument odniesienia
18/PSC/2009	od 23.11.2009 do 22.11.2012	POLTOPS Sp. z o.o. ul. Dworcowa 45 68-100 Żagań	Wyroby profilaktyczno-rehabilitacyjne z dzianin wełnianych	KOW/PSC/Edycja I/08
19/2009	od 27.11.2009 do 26.11.2010	Przedsiębiorstwo Wielobranżowe „MADA” Kosiec i Wspólnicy Spółka Jawna ul. Zabłocińska 10 01-697 Warszawa	Ręczniki frotte bawełna 100% o gramaturze 350 g/m ²	Rozporządzenie Rady Ministrów w sprawie bezpieczeństwa i znakowania produktów włókienniczych z dnia 6 kwietnia 2004 r. (Dz. U. Nr 81, poz. 743 z późniejszymi zmianami)
20/2009	od 02.12.2009 do 01.12.2010	Przedsiębiorstwo Wielobranżowe „MADA” Kosiec i Wspólnicy Spółka Jawna ul. Zabłocińska 10 01-697 Warszawa	Ręczniki frotte bawełna 100% o gramaturze 400 g/m ²	Rozporządzenie Rady Ministrów w sprawie bezpieczeństwa i znakowania produktów włókienniczych z dnia 6 kwietnia 2004 r. (Dz. U. Nr 81, poz. 743 z późniejszymi zmianami)
21/2009	od 03.12.2009 do 02.12.2012	Sundoor ul. Wieniawskiego 18 41-506 Chorzów	Górnicy, przemysłowy hełm ochronny MKVII/MK7	Rozporządzenie WE Nr 1935/2004 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 27 października 2004 r., Dyrektyw Komisji 2002/72/EC z dnia 6 sierpnia 2002, 2004/1/WE z dnia 6 stycznia 2004, 2005/79/WE z dnia 18 listopada 2005, 2007/19/WE z 30 marca 2007, 2008/39/WE z dnia 6 marca 2008 w sprawie materiałów i wyrobów z tworzyw sztucznych przeznaczonych do kontaktu z żywnością, OEKO-TEX Standard 100 potwierdzającego bezpieczeństwo wyrobów tekstylnych oraz Rozporządzenia Ministra Gospodarki z dnia 21 grudnia 2005 r. w sprawie zasadniczych wymagań dla środków ochrony indywidualnej i zharmonizowanych z nim norm potwierdzających bezpieczeństwo wyrobów skórzanych

Tabela 1. Wykaz wydanych certyfikatów zgodności (c.d.)

Nr certyfikatu	Data ważności certyfikatu	Posiadacz certyfikatu	Przedmiot certyfikacji	Dokument odniesienia
22/Z/2009	od 10.12.2009 do 09.12.2012	PW BHP SYSTEM Beata Raszevska ul. Godowska 82/84d 26-600 Radom	Rękawice ochronne pięciopalcowe wzmacniane skórą lico RWZS-7	Rozporządzenie Rady Ministrów w sprawie bezpieczeństwa i znakowania produktów włókienniczych z dnia 6 kwietnia 2004 r. (Dz. U. Nr 81, poz. 743 z późniejszymi zmianami) oraz Rozporządzenia Ministra Gospodarki z dnia 21 grudnia 2005 r. w sprawie zasadniczych wymagań dla środków ochrony indywidualnej i zharmonizowanych z nim norm potwierdzających bezpieczeństwo wyrobów skórzanych
23/AC-097/2009	od 30.12.2009 do 29.12.2012	KUBIS Tomasz Kubicki ul. Żniwna 4/8 95-258 Łódź	Taśma odbłaskowa trudnopalna, typ 4200 Taśma fluorescencyjno- odblaskowa, trudnopalna, typ 4123	PN-EN 471+A1:2008 (oryg.) p. 6.1, 6.2 PN-EN 469:2008 Zał. B p. 3.2
ROK 2010				
1/Z/2010	od 05.01.2010 do 04.01.2013	Przedsiębiorstwo Wielobranżowe „MADA” Kosiec i Wspólnicy Spółka Jawna ul. Zabłocińska 10 01-697 Warszawa	Ręczniki frotte bawełna 100% o gramaturze 400 g/m ²	PN-EN 14697:2007 Tablica nr 1
2/B/2010	od 20.01.2010 do 19.01.2013	Gottlieb Binder GmbH & Co. KG Bahnhofstraße 19 D-71088 Holzgerlingen	Taśmy samoszczepne KLETTOSTAR® FS 1002 IR FS 1059	KOW/B/Edycja I/08 KOW/T/Edycja/09
3/Z/2010	od 22.01.2010 do 21.01.2013	PW BHP SYSTEM Beata Raszevska ul. Godowska 82/84d 26-600 Radom	Ubranie ocieplane UO-5	Rozporządzenie Rady Ministrów w sprawie bezpieczeństwa i znakowania produktów włókienniczych z dnia 6 kwietnia 2004 r. (Dz. U. Nr 81, poz. 743 z późniejszymi zmianami)
4/Z/2010	od 01.02.2010 do 31.01.2013	Zakład Produkcyjno- Handlowo-Usługowy „BUKSAN-ŁYKO” ul. Sienkiewicza 22A 38-500 Sanok	Ubranie ciepłochronne wzór B-Ł-1-98	Rozporządzenie Rady Ministrów w sprawie bezpieczeństwa i znakowania produktów włókienniczych z dnia 6 kwietnia 2004 r. (Dz. U. Nr 81, poz. 743 z późniejszymi zmianami)

Tabela 1. Wykaz wydanych certyfikatów zgodności (c.d.)

Nr certyfikatu	Data ważności certyfikatu	Posiadacz certyfikatu	Przedmiot certyfikacji	Dokument odniesienia
5/Z/2010	od 03.03.2010 do 02.03.2013	PW BHP SYSTEM Beata Raszevska ul. Godowska 82/84d 26-600 Radom	Bielizna zawodowa: podkoszulka bawełniana PB-7 kalesony dziane KD-7 spodenki bawełniane SB-7	Rozporządzenie Rady Ministrów w sprawie bezpieczeństwa i znakowania produktów włókienniczych z dnia 6 kwietnia 2004 r. (Dz. U. Nr 81, poz. 743 z późniejszymi zmianami)
6/M/2010	od 17.03.2010 do 16.03.2013	PPH „RUNO” Jan Widz 34-340 Przyborów 50	Wyroby profilaktyczno-rehabilitacyjne z dzianin wełnianych	KOW/M/Edycja I/08
7/PSC/2010	od 29.03.2010 do 28.03.2013	PPHU „WOJTEX” Wojciech Sylwestrzak ul. Warszawska 49A 91-859 Łódź	Dzianiny rządkowe wykonane z bawełny 100%, bawełny z udziałem poliestru i elastanu	KOW/PSC/Edycja I/08
8/AC-097/2010	od 18.03.2010 do 17.03.2013	ZOSP RP Wytwórnia Umundurowania Strażackiego ul. Żeromskiego 3 95-060 Brzeziny	Bielizna o właściwościach trudnopalnych i termoizolacyjnych: letnia–koszulka z krótkim rękawem, spodenki-bokserki zimowa–koszulka z długim rękawem, spodenki-bokserki, kalesony	PN-EN ISO 11612:2008 (oryg.) p. 6.2.1, 6.3, 7.2, 7.3
9/AC-097/2010	od 31.05.2010 do 30.05.2013	„LUCIDUS” M. Hekselman, J. Tysza ul. Wincentego Pola 22 01-100 Warszawa	Taśma odblaskowa 469 R 50/50, fluorescencyjno-odblaskowa 469 FL 50/25, fluorescencyjna 469 FL 50, fluorescencyjna 469 FL z nadrukiem lub bez	PN-EN 469:2008 Załącznik B p. 3.1, 3.2

Tabela 2. Wykaz wydanych certyfikatów WE

Nr certyfikatu	Data wydania certyfikatu	Posiadacz certyfikatu	Przedmiot certyfikacji	Kategoria
ROK 2009				
Aneks Nr 1 do certyfikatu 4/WE-1475/2009	14.09.2009	Spółdzielnia Inwalidów „Zgoda” ul. 8 Marca 1 95-050 Konstantynów Łódzki	Rękawice ochronne DP-13, chroniące przed zagrożeniami mechanicznymi	II
11/WE-1475/2009	30.11.2009	PHiU „BEH-POL” Jarosław Krzemiński 67-200 Głogów, ul. Łokietka 42/3	Uprząż odblaskowa o intensywnej widzialności, symbol SO	II
12/WE-1475/2009	10.12.2009	PW BHP SYSTEM Beata Raszevska 26-600 Radom, ul. Godowska 82/84d	Rękawice ochronne pięciopalcowe wzmacniane skórą lico RWZS-7	II

Tabela 2. Wykaz wydanych certyfikatów WE (c.d.)

Nr certyfikatu	Data wydania certyfikatu	Posiadacz certyfikatu	Przedmiot certyfikacji	Kategoria
13/WE-1475/2009	30.12.2009	Spółdzielnia Inwalidów „Zgoda” ul. 8 Marca 1 95-050 Konstantynów Łódzki	Rękawice ochronne D-19 chroniące przed zagrożeniami termicznymi i mechanicznymi	II
ROK 2010				
Aneks Nr 2 do certyfikatu 4//WE-1475/2009	27.01.2010	Spółdzielnia Inwalidów „Zgoda” ul. 8 Marca 1 95-050 Konstantynów Łódzki	Rękawice ochronne D-13a i DP-13a chroniące przed zagrożeniami mechanicznymi	II
1/WE-1475/2010	29.01.2010	Spółdzielnia Inwalidów „Zgoda” ul. 8 Marca 1 95-050 Konstantynów Łódzki	Szelki z taśmą odblaskową, symbol SZ-02	II
2/WE-1475/2010	31.03.2010	Spółdzielnia Inwalidów „Zgoda” ul. 8 Marca 1 95-050 Konstantynów Łódzki	Rękawice ochronne D-24, chroniące przed zagrożeniami mechanicznymi i termicznymi	II
3/WE-1475/2010	22.06.2010	Spółdzielnia Inwalidów „Zgoda” ul. 8 Marca 1 95-050 Konstantynów Łódzki	Rękawice ochronne D-25 chroniące przed zagrożeniami mechanicznymi	II

Tabela 3. Wykaz wydanych certyfikatów OiB

Nr certyfikatu	Data ważności certyfikatu	Posiadacz certyfikatu	Przedmiot certyfikacji	Dokument odniesienia
ROK 2009				
1/OiB/2009	od 13.03.2009 do 12.03.2012	Rabintex Industries LTD Bert Ofeq House 8 HaManofim St. 46725, Herzliya Israel	Hełm ochronny odłamko- i kuloodporny	PN-V-87001:1999 Osłony balistyczne lekkie. Hełmy ochronne odłamko- i kuloodporne. Wymagania ogólne i badania.
2/OiB/2009	od 06.07.2009 do 05.07.2012	Rabintex Industries LTD Bert Ofeq House 8 HaManofim St. 46725, Herzliya Israel	Hełm ochronny odłamko- i kuloodporny	PN-V-87001:1999 Osłony balistyczne lekkie. Hełmy ochronne odłamko- i kuloodporne. Wymagania ogólne i badania. Klasa odporności balistycznej C Poziom IIA wg NIJ-STD-0108.01:1985 Ballistic Resistant Protective Materials, zbadany w oparciu o zmodyfikowaną NIJ-STD-0106.01:1981 Ballistic Helmets

Tabela 3. Wykaz wydanych certyfikatów OiB (c.d.)

Nr certyfikatu	Data ważności certyfikatu	Posiadacz certyfikatu	Przedmiot certyfikacji	Dokument odniesienia
ROK 2010				
1/OiB/2010	od 16.07.2010 do 15.07.2013	NFM Production Sp. z o.o. ul. Targowa 5 76-230 Potęgowo	Płyta balistyczna typu SAPI	Poziom ochrony balistycznej klasa III oraz klasa specjalna wg NIJ-STD-0101.04:2001 Ballistic Resistance of Personal Body Armor

Audit narzędziem doskonalenia

J. Wawrzyniak, H. Małolepszy

Instytut Technologii Bezpieczeństwa "MORATEX"

Organizacja posiadająca ustanowiony i wdrożony system zarządzania jakością zgodny z normą PN-EN ISO 9001:2009 powinna go utrzymywać i doskonalić. Dążenie organizacji do doskonalenia powinno być jej celem.

Ciągle doskonalenie jest traktowane i identyfikowane jako jedna z zasad zarządzania jakością umożliwiająca poprawę efektywności organizacji. Doskonalenie jest jednym z najczęściej powtarzających się wymagań systemowych w stosunku do innych zasad zarządzania jakością i jest rozumiane jako powtarzające się działanie, mające na celu zwiększenie zdolności do spełnienia wymagań.

Założenia normy PN-EN ISO 9001:2009 oparte są na modelu stworzonym przez Amerykanina W.E. Deminga, na tzw. cyklu PDCA. Cykl ten często nazywany jest Kołem Deminga i tak też jest przedstawiany. Deming, uważający, że wszystkie czynności w przedsiębiorstwie mogą zostać udoskonalone pisał:

„Poszukuj stale przyczyny problemów, abyś ciągle doskonalił wszystkie systemy produktów i usług oraz wszystkie inne czynności w przedsiębiorstwie.” [1]

Zasada doskonalenia oparta o PDCA zakłada, iż na początku planujemy jakieś udoskonalenia (lub rozwiązanie problemu), potem go testujemy na małą skalę i jak to rozwiązanie działa to wprowadzamy go na pełną skalę. Cykl PDCA przedstawia się w formie koła podzielonego na 4 obszary (Rys. 1).

PLANUJ–Plan (P) poprawę swoich działań. Najpierw skoncentruj się nad tym co nie funkcjonuje prawidłowo (co jest problemem). Opracuj pomysły, które mogą ten problem rozwiązać.

WYKONAJ–Do (D) wprowadź zaplanowane zmiany na małą skalę (eksperyment). To pozwoli na późniejsze przetestowanie pomysłu bez wprowadzania zaburzeń w całej organizacji jeżeli pomysł nie będzie dobry.

SPRAWDŹ–Check (C) sprawdź czy wprowadzony eksperyment przyniósł właściwe rezultaty czy nie. Sprawdź to dokładnie (czy np. zmiana nie wprowadzi kolejnych problemów)–jeżeli to potrzebne wykonaj testy i walidacje produktu lub proce-



Rys. 1. Cykl PDCA

su zanim stwierdzisz, że zmiana przynosi pozytywny skutek.

DZIAŁAJ-Act (A) wprowadź zmiany na pełną skalę jeżeli eksperyment się udał. Podziel się także pomysłem z innymi osobami w organizacji, które mogą na tej zmianie skorzystać i czegoś się nauczyć. [2]

Zgodnie z tą zasadą wszystkie działania organizacji ujęte w procesy powinny być doskonałe. Zasada ciągłego doskonalenia podkreśla, że w proces utrzymania i doskonalenia jakości są włączeni wszyscy pracownicy firmy, a nie tylko jedynie „specjaliści od jakości”. Praca nad jakością dotyczy wszystkiego co robimy i jak robimy, a więc nie tylko jakości wyrobów i usług, ale też jakości surowców, półproduktów, organizacji pracy, warunków pracy z punktu widzenia pracownika oraz jakości samych pracowników, tj. ich poziomu wiedzy zawodowej. Tzw. łańcuch jakości powinien rozciągać się również na dostawców i kooperantów. [1]

Praca nad jakością ma charakter stały, to znaczy nigdy nie ustaje.

Nigdy nie ma takiego momentu, że jakość wszystkiego w firmie jest już na tyle dobra, aby móc się nią przestać interesować.

Jednym z narzędzi służącym doskonaleniu systemu zarządzania jakością jest audit. Audit w organizacji zgodnie z wymaganiami normy PN-EN ISO 9001:2009 p. 8.2.2 powinien być udokumentowany i objęty procedurą.

Audit jest definiowany jako niezależny i udokumentowany proces uzyskiwania dowodów z auditu oraz ich obiektywnej oceny w celu określenia stopnia spełnienia kryteriów auditu. [3, 4]

Audit jakości inaczej audit zarządzania jakością jest to: systematyczne badanie założeń, wdrożenia i skuteczności wybranych elementów systemu zarządzania jakością danej organizacji, procesów lub działów. [2]

Kryteriami auditu określa się zestaw polityk, procedur lub wymagań natomiast dowody z auditu to zapisy, stwierdzenia faktu lub inne informacje, które są istotne ze względu na kryteria auditu.

Ustalenia auditu są to wyniki oceny zebranych dowodów z auditu w stosunku do kryteriów auditu. [3, 4]

Rozróżnia się różne rodzaje auditów. Są to audyty zewnętrzne i audyty wewnętrzne.

Audyty zewnętrzne zgodnie z definicją są to audyty wykonywane poza swoją organizacją. Wyróżnia się co najmniej dwa odrębne rodzaje auditu zewnętrznego: audit drugiej i trzeciej strony.

Audit drugiej strony jest to audit zewnętrzny wykonywany poza swoją organizacją. Często wykorzystywany przy ocenie dostawców (poprawia i doskonali ich system).

Audit trzeciej strony inaczej certyfikujący jest to audit wykonywany przez niezależną jednostkę certyfikującą przy akredytacji i w nadzorze na zgodność z wymaganiami np. normy ISO 9001.

Audyty wewnętrzne, nazywane czasami auditami strony pierwszej, są przeprowadzane przez samą organizację lub w jej imieniu dla potrzeb przeglądu zarządzania oraz do innych celów wewnętrznych.

Audyty mogą mieć różną formę. Organizacje mogą przeprowadzać nie tylko audit jakości ale i audyty finansów w celu zbadania systemu rachunkowości, audit techniczny, audit bezpieczeństwa itp. [2]

Audit będący częścią systemu powinien być zorganizowany i wykonany w sposób *systematyczny*. Audit musi zbadać, jakie są *założenia* i jakie są *cele* systemu i czy są one zgodne z wymaganiami stosownej normy (w naszym przypadku normy PN-EN ISO 9001:2009), w jakim stopniu cele są realizowane w praktyce tzn. czy system jest wdrożony. Audit musi ustalić czy praktyka jest *skuteczna* w osiąganiu celów. Audit *bada* tylko wybrane elementy i jest działaniem opartym na pobieraniu reprezentatywnych próbek.

W praktyce wygląda to tak, że nie jest możliwe w jakimkolwiek audicie przeanalizowanie każdego pojedynczego działania, każdej pojedynczej decyzji, każdego dokumentu, procesu itp., jakie mają miejsce w codziennej pracy organizacji. Audit zatem jest pobraniem próbek tzw. *dowodów* z auditowanego obszaru. [2]

Przygotowując audit należy wyznaczyć auditora/zespół auditorów, określić cel auditu (określenie zakresu zgodności systemu zarządzania jakością auditowanego z kryteriami auditu, ocena zdolności systemu zarządzania jakością do zapewnienia zgodności z wymaganiami, ocena skuteczności systemu zarządzania w realizacji celów, identyfikacja obszarów do doskonalenia) i zakres auditu (lokalizacja, jakie jednostki organizacyjne, jakie działania i procesy, czas trwania).

Szczegółowe zasady planowania i przeprowadzania auditu muszą być zgodne z wymaganiami i założeniami proceduralnymi.

Generalnie każdy audit można podzielić na dwa etapy. W pierwszym etapie auditu przegląda się dokumentację (księgę jakości i procedury). W drugim etapie przeprowadza się działania na miejscu. Zarówno w pierwszym jak i drugim etapie zbiera się dowody z auditu. Podczas przeglądu dokumentacji też zbiera się dowody, zwraca się uwagę na dokumenty, które opisują działania, plany, zadania, sposób kontroli, testy itp. Przegląda się zapisy dowodzące zgodności dokumentacji oraz zapisy i informacje możliwe do zweryfikowania a istotne dla auditu.

Przyjęto zasadę, że mimo iż audyty traktowane są jako pobranie próbki, to badają wszystkie rodzaje i wszystkie elementy systemów zarządzania jakością. Dlatego podczas auditu auditor powinien spojrzeć na organizację ogólnie, nie skupiać się jedynie na jednym procesie objętym systemem i auditem, ale na wszystkich, bo tak naprawdę wszystkie procesy wzajemnie się uzupełniają. Najwięcej niejasnych sytuacji i najwięcej niezgodności jest tam, gdzie działania się nakładają. W trakcie auditu często pojawia się problem z nakładaniem się kompetencji, zakresów odpowiedzialności, ale i brakiem strategii czytelnej dla pracowników, brakiem jasno określonych zasad. W rzeczywistości im większa organizacja tym więcej pojawia się problemów związanych z utrzymywaniem i doskonaleniem systemu jakości. Jest to zjawisko zupełnie naturalne i dlatego tak ważnym jest prowadzenie systematycznych auditów w różnych obszarach celem określenia stopnia spełniania wymagań.

Zazwyczaj audyty potwierdzają prawidłowość funkcjonowania systemu zarządzania jakością. Tylko faktyczny dowód błędu jest wykorzystywany i zapisywany przez auditora w raportach z auditu.

Trzeba pamiętać, że auditowany system jest zgodny z normą, dopóki nie udowodni mu się, że jest inaczej. Należy mieć świadomość, że jeżeli nie ma wymagania to nie ma niezgodności. Przy braku informacji-dowodów, że jest przeciwnie, wszystkie wątpliwości auditor rozstrzyga na korzyść auditowanego.

Audit jak każdy proces, w wyniku którego ma zostać sformułowana ocena, niesie ryzyko stwierdzenia niezgodności, czyli niespełnienia wymagań, jednak celem auditów systemów zarządzania, bez względu na rodzaj auditu, jest niezależna i obiektywna ocena zgodności systemu zarządzania z wymaganiami, zatem powinna uwzględniać wszystkie dowody z auditu, zarówno te świadczące o zgodności, jak i o niezgodności z wymaganiami. Niezgodność to niespełnienie wymagania. Powtarzające się przy kolejnych auditach te same spostrzeżenia mogą skutkować pojawieniem się niezgodności.

Niezgodnościami małymi są:

- niespełnienie wymagania, które (bazując na ocenie i doświadczeniu) w niewielkim stopniu wpływa na skuteczność systemu zarządzania jakością,
- zaobserwowane pojedyncze uchybienie lub odosobniony incydent,
- minimalne ryzyko dostarczenia niezgodnego wyrobu lub usługi,
- błąd ludzki.

Przykłady:

- działania korygujące, będące wynikiem poprzedniego auditu nie zostały ocenione ze względu na ich skuteczność,
- zapis jest niedostępny lub niekompletny.

Niezgodnościami dużymi są:

- braki w spełnianiu wymagań lub całkowite załamanie się systemu,
- większa liczba małych niezgodności odnoszących się do tego samego punktu wymagań lub wymagań, które wskazuje na załamanie się systemu,
- całkowite załamanie się procesu,
- niezgodność, która z doświadczenia i oceny wskazuje na prawdopodobieństwo braku skuteczności systemu zarządzania jakością lub w znaczny sposób zmniejsza zdolność do spełnienia wymagań klienta i celów organizacji.

Przykłady:

- brak oceny efektywności szkoleń lub zapisów potwierdzających kompetencje,
- zmiany w systemie wprowadzone bez uprzedniego zatwierdzenia,
- brak planów przyszłych auditów wewnętrznych,
- liczne małe niezgodności w procesach działań korygujących i zapobiegawczych. [2]

Stwierdzenie niezgodności nie jest dziełem przypadku ani złośliwością auditora. Przynajmniej nie powinno tak być odbierane przez auditowanych. Stopień obiektywizmu, rzetelności i wiarygodności oceny wyników auditu wzrasta w sposób znaczący, jeśli stwierdzone niezgodności są przedstawione, udokumentowane i udowodnione w sposób profesjonalny, nie budzący żadnych wątpliwości auditowych co do stosowanych przez auditorów metod na wszystkich etapach auditu.

Sztuką jest wypracowanie przez najwyższe kierownictwo oraz auditorów takiego modelu porozumiewania się z auditowanymi i kierownictwem, aby ocena systemu zarządzania nie była interpretowana jako ranking komórek organizacyjnych lub procesów czy nawet pracowników, lecz jako źródło wiedzy o słabych punktach w systemie zarządzania i tym samym o możliwościach wdrożenia działań korygujących i zapobiegawczych, a wręcz jako źródło wiedzy o sposobnościach ciągłego doskonalenia.

Oczekiwanie auditowanych w organizacji w stosunku do auditora jakości powinny zmierzać w kierunku twórczej współpracy a nie suchego i bezwzględniego wykazywania auditowanym niezgodności. Jest to zrozumiałe, w szczególności w auditach wewnętrznych, ponieważ auditorzy wewnętrzni, będący pracownikami

mi organizacji auditowanej, mają tak samo jak wszyscy inni pracownicy, wynikające ze stosunku pracy, obowiązki względem pracodawcy, uprawnienia i odpowiedzialności. Zatem współpraca wszystkich obszarów, włączając auditorów wewnętrznych, w realizacji celów określonych przez najwyższe kierownictwo, jest niezbędna. [5]

Prowadząc audit i skupiając się na zasadzie zarządzania jakością dotyczącej ciągłego doskonalenia należy zwrócić uwagę czy organizacja spełnia wymagania normy pkt. 8.5. tzn. czy istnieje procedura opisująca proces i sposób przeprowadzania działań korygujących, czy organizacja rozumie zasady działań korygujących, czy istnieje procedura opisująca proces i sposób przeprowadzania działań zapobiegawczych i czy organizacja rozumie zasady działań zapobiegawczych?

Szukając dowodów potwierdzających spełnianie wymagań auditorzy mogą rozmawiać z najwyższym kierownictwem lub jego przedstawicielem, z kierownikami działów lub innymi osobami związanymi z działaniami korygującymi i zapobiegawczymi.

Wykazać zgodność można na podstawie protokołów z przeglądów zarządzania, które dostarczają dowodów na funkcjonowanie ciągłego doskonalenia. Plany działań korygujących czy też zapobiegawczych, ocena skuteczności tych działań i ocena wyników tych działań, są również informacją czy te działania są prowadzone i oceniane.

Dowody z auditu są dowodami obiektywnymi, rzeczywiście istniejącymi, możliwymi do zweryfikowania. Zbieranie dowodów powinno opierać się na zasadzie niezależności, bez udziału emocji lub uprzedzeń auditującego. Dowody muszą być stwierdzone, oznajmione i udokumentowane, możliwe do potwierdzenia, poparte faktami, mogą mieć charakter jakościowy lub ilościowy.

Audity traktowane są jako jedno z najskuteczniejszych narzędzi doskonalenia. Obok auditu innymi narzędziami służącymi doskonaleniu są działania korygujące, korekcje i działania zapobiegawcze. Działanie korygujące jest podejmowane w celu zapobieżenia ponownemu wystąpieniu wykrytych niezgodności, natomiast działanie zapobiegawcze jest podejmowane w celu zapobieżenia ich wystąpieniu. Obok działań korygujących „od ręki” można wykonać korekcję.

Audity wewnętrzne i przegląd zarządzania uważane są za jedno z lepszych źródeł do identyfikacji obszarów możliwych udoskonalień. Należy pamiętać, że nie zawsze konieczne są duże ulepszenia bo ten sam skutek może przynieść zastosowanie wielu drobniejszych ulepszeń! Należy również pamiętać, że natychmiastowe działanie tzw. korekcja czy też działanie zaplanowa-

ne ale przeprowadzone w wyznaczonym czasie da jakieś efekty!

Audity przynoszą korzyści pod warunkiem, że będą prowadzone regularnie i zgodnie z określonymi zasadami proceduralnymi i przez kompetentnych i przygotowanych do tego auditorów. Kompetencje auditora powinny opierać się na cechach osobowych, wiedzy i umiejętnościach. Kompetencje auditora powinny być rozwijane, utrzymywane i doskonalone.

Obok sprawdzenia zgodności z wymaganiami audyty powinny też zwiększać świadomość i zrozumienie wszystkich pracowników w systemie, zmniejszać ryzyko występowania błędów w systemie zarządzania jakością, identyfikować możliwości doskonalenia a przede wszystkim zapewniać najwyższemu kierownictwu pomiary efektywności systemu jakości czyli czy stosowana praktyka jest skuteczna w osiągnięciu celów.

Podsumowując z punktu widzenia systemu proces doskonalenia lepiej prowadzić według wielu małych ulepszeń niż jednego ale dużego. Doskonalenie jako warunek normy (pkt. 8.5. normy PN-EN ISO 9001:2009) jest możliwe tylko poprzez stałe i systematyczne działania zmierzające do wdrażania ulepszeń. Audit prowadzony systematycznie i obejmujący wszystkie obszary objęte systemem jest właśnie takim narzędziem. Szybka reakcja organizacji na pojawiające się niezgodności, prawidłowo realizowane działania korygujące i zapobiegawcze oraz regularne przeglądy systemu jakości przyniosą oczekiwane efekty w doskonaleniu. Szukanie słabych punktów systemu i systematyczne działania naprawcze prowadzące do ulepszeń są obowiązkiem organizacji dbającej o posiadany system zarządzania jakością. Tylko dążąca do ciągłego doskonalenia organizacja może odnieść korzyści. Najważniejszymi dla organizacji korzyściami wynikającymi z doskonalenia mogą być m.in.:

- zwiększenie wydajności poprzez lepsze możliwości organizacji,
- koordynacja działań doskonalących na wszystkich szczeblach organizacji,
- zdolność elastycznego reagowania na pojawiające się możliwości udoskonalień.

Organizacja powinna ciągle doskonalić skuteczność systemu zarządzania jakością nie tylko poprzez wyniki auditów, analizę danych, działania korygujące i zapobiegawcze, przeglądy zarządzania, ale również poprzez wykorzystywanie polityki jakości oraz celów dotyczących jakości. [6]

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 umożliwia 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 poliestr, 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 polichlorku 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 przędzy specjalnych, zawierających modyfikowane włókna chemiczne. Sposób rozwiązania umożliwia prowadzenie optymalizacji parametrów cech specjalnych oraz zapewnia wysoką trwałość użytkową. Ponadto, przy zachowaniu właściwości, wynikających z zastosowania przędzy 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 przędzy specjalnych Rotona® zawierających modyfikowane włókna niepalne i elektroprzewodzące [8, 9].

Charakterystyka wybranych grup włókien specjalnych

Do produkcji przędzy 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 one 6 ÷ 8 razy wyższą wytrzymałość na rozciąganie przy 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 spaleni. 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 ($-215 \div +260^{\circ}\text{C}$), 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 utrudnia 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. metylolowe 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 włóknom 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 Spolisin spol. s r o. (Česká Třebová), należąca do koncernu Sindat Group w grupie Special Textiles. Do zaprezentowania w artykule wyników

badan 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 opłot 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 opłot 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 opłot 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 opłotu	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	
Rodzaj włókien	PAN	PES	Lenzing	PES	Resistat	Trevira	PES
Grubość włókien, μm	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

prowadzono dla wariantu przędzy zawierającego włókno elektroprowadzące 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.

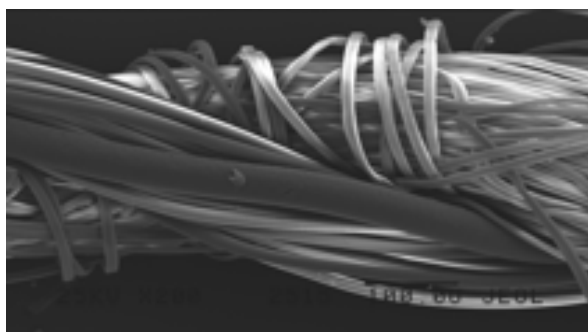
W poglądowej analizie porównawczej, wartości wskaźników jakościowych dla przędzy ozn. T – b / PES mieszczą się w zakresach wartości wytypowanej przędzy rotorowej, ocenionej według statystyk Ustera jako bardzo dobrej jakości. Dla masy liniowej przędz 30 tex, oceniana przędza charakteryzuje się niższym 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-



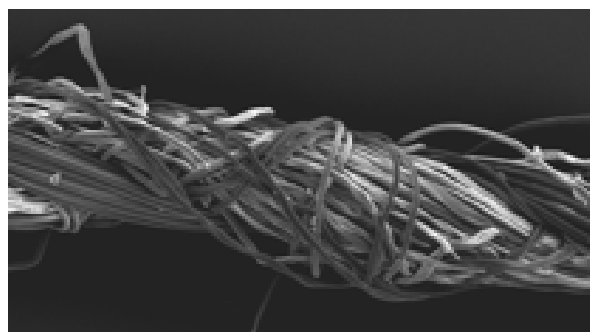
Zdjęcie 2. Rzeczywisty wygląd przędzy ozn. PAN / PES



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 przędzy 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 , Ω	Rezystywność liniowa ρ_l , Ω
wartość max, Ω	$1,80 \times 10^5$	$9,00 \times 10^7$
wartość min., Ω	$1,25 \times 10^5$	$6,25 \times 10^7$
wartość średnia, Ω	$1,55 \times 10^5$	$7,74 \times 10^7$
odchylenie standardowe, Ω	$0,18 \times 10^5$	$0,91 \times 10^7$
górna granica przedziału ufności, Ω	$1,68 \times 10^5$	$8,39 \times 10^7$
dolna granica przedziału ufności, Ω	$1,42 \times 10^5$	$7,09 \times 10^7$

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 przędzy rdzeniowych rotorowych w zastosowaniu na materiały dekoracyjne przeprowadzono w próbach dzianin o przeznaczeniu na materiały zasłonowe i obiciowe. Próby dzianin wykonano techniką dziania rzadkowego na dwułożyskowych szydełkar-

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

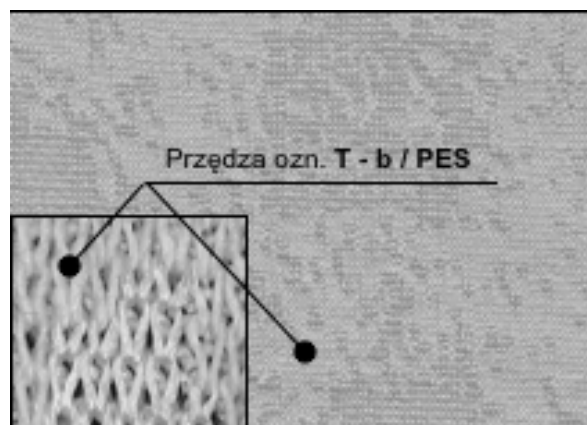
Próby dzianin zasłonowych wykonano w następujących układach surowcowych przędz:

- 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).

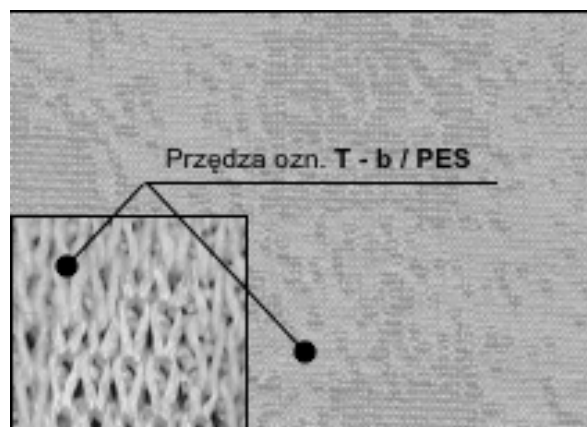
Próby dzianin ozn. 1 i 1a wykonano w dwóch wariantach wzoru żakardowego, który zróżnicowano po stronie użytkowej sposobem rozmieszczenia oczek wykonanych z przędzy trudno palnej. W wariantcie ozn. 1 wzór wykonano w formie nieregularnych obszarów różnej wielkości z przędzy wzoru i tła, natomiast w wariantcie 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.

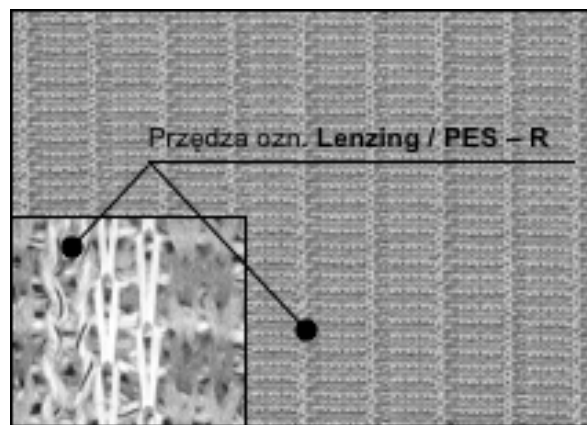
Wyniki badań wykazały, że dzianiny charakteryzują się dobrą stabilnością wymiarów po praniu i suszeniu. Wymagania norm dla materiałów zasłonowych podają wartość tego wskaźnika po pierwszym praniu w zakre-



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 rotorowa	surowiec	T – b / PES	T – b / PES	Lenzing / PES – R
	masa liniowa, tex	30	30	40
	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 ²		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_g, Ω		-	-	$6,7 \times 10^4$, $8,5 \times 10^4$
Rezystywność powierzchniowa r_g, W		-	-	$1,3 \times 10^6$, $1,7 \times 10^6$
Rezystancja skrośna R_p, Ω		-	-	$1,06 \times 10^3$, $2,53 \times 10^3$
Czasu półzaniku ładunku elektrostatycznego t_{s0}, s		-	-	$\leq 0,01$

nie powierzchniowe, zarówno w ocenie dla kierunku wzdłużnego jak i poprzecznego uległy zapaleniu w czasie 10 s działania płomienia zapalającego. Działiny 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 obcio-we 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).

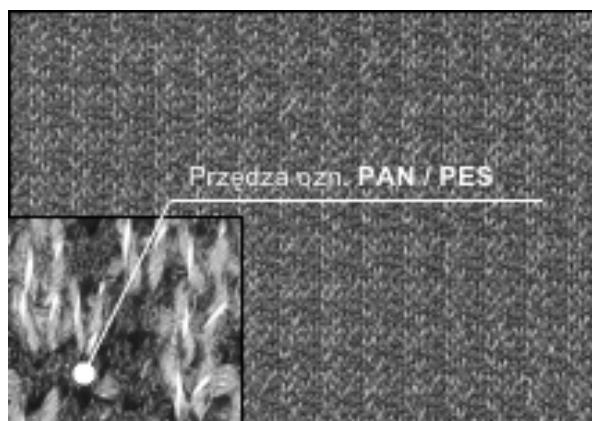
Próby dzianin wykonano na dwułożyskowych szydełkarkach cylindrycznych dużych średnic o numerze uiglenia 18E (warianty ozn. 3 i 3a) oraz 20E (wariant ozn. 4). Próby ozn. 3 i 3a zróżnicowano rodzajem jednej z przędz tła i wykonano według jednego wzoru żakardowego (zdjęcie 8). Wariant dzianiny ozn. 4 zaprojektowano 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/dm³). 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.

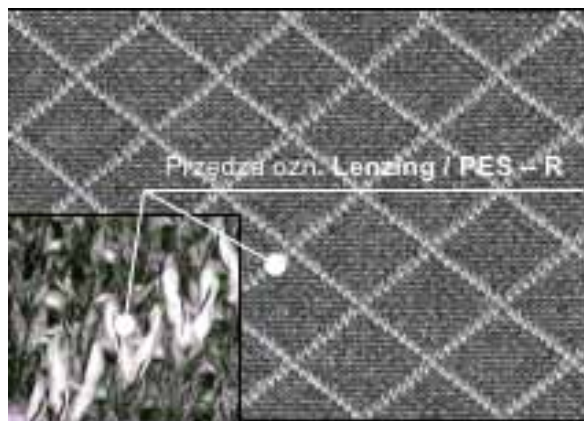
Materiały poddano wykończeniu trudno palnemu w dwóch wariantach zależnie od rodzaju i sposobu aplikacji środków specjalnych:

- apreturowanie materiału aktywną emulsją wodną polimeru syntetycznego TEXAFLAM CM o stężeniu 800 g/l w postaci piany w ilości cca. 170 g/m²;
- 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 tłącego żaru z papierosa oraz płomienia zapalki. Wyniki badań wykazały wysoką skuteczność działania zaaplikowanych środków wykończalniczych 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	PAN 83% / PES 17%	PAN 83% / PES 17%	Lenzing 75% / PES _R 25%
rdzeniowa	30	30	40
rotorowa	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 ²	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 _{sq} , Ω	-	-	4,93 x 10 ⁴ (A)** 7,61 x 10 ⁴ (B)**
Rezystywność powierzchniowa ρ _{sq} , Ω	-	-	9,76 x 10 ⁵ (A)** 1,05 x 10 ⁶ (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 _{sq} , Ω	Rezystywność powierzchniowa ρ _{sq} , Ω	Rezystancja skrośna R _v , Ω	Czasu półzaniku ładunku el. t ₅₀ , s
TEXAFLAM CM	2,10 x 10 ⁵	4,16 x 10 ⁶	2,51 x 10 ⁴	≤ 0,01
TEXAFLAM BS	2,07 x 10 ⁵	4,10 x 10 ⁶	1,06 x 10 ⁴	≤ 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, „Artmeh” 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 obiciowa; 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 mieszkankowe 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. Tekstylija. 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 kolumnkowa), 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 5A, 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. Dzianiny 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. Tekstylija. Wyznaczanie skłonności powierzchni płaskiego wyrobu do mechacenia i pillingu. Część 1: Skrzynkowa metoda badania pillingu; PN - 79 / 04664: Metody badań wyrobów włókienniczych. Tkaniny i dzianiny. Wyznaczanie odporności na zaciąganie nitek; PN - EN ISO 12947 - 2: 2000. Tekstylija. Wyznaczanie odporności płaskich wyrobów na ścieranie metodą Martindale'a. Przyrząd Martindale'a do badania odporności na ścieranie.
29. PN - EN ISO 14419:2002. Tekstylija. Oleofobowość. Węglowodorowy test odpornościowy; PN - EN 24920. Tekstylija. 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. Tekstylija. Oznaczanie formaldehydu. Część 1: Formaldehyd wolny i zhydrolizowany (metoda ekstrakcji wodnej). PN-P-82011: 1996. Tekstylija. Dopuszczalne zawartości formaldehydu.

Porównania międzylaboratoryjne narzędziem pomocnym w ocenie kompetencji technicznych Laboratorium Badań Metrologicznych ITB „MORATEX”

M. Cichecka

Instytut Technologii Bezpieczeństwa “MORATEX”

WSTĘP

Norma PN-EN ISO/IEC 17025:2005+Ap1:2007 [1] wymaga, by laboratorium badawcze posiadało procedury sterowania jakością zapewniające stałe monitorowanie miarodajności wyników badań dostarczanych klientom. Jednym z istotnych narzędzi służących temu działaniu jest udział w porównaniach międzylaboratoryjnych. Dla potrzeb niniejszego artykułu stosuje się definicję podaną w ISO/IEC Guide 43-1 [2]: **porównanie międzylaboratoryjne (Interlaboratory Comparison–ILC)**–zorganizowanie, wykonanie i ocena badań tego samego lub podobnych obiektów badań przez co najmniej dwa laboratoria, zgodnie z uprzednio ustalonymi warunkami.

ZASADY OGÓLNE

Jednostka akredytująca (Polskie Centrum Akredytacji–PCA) zgodnie z wymaganiami normy PN-EN ISO/IEC 17011:2006 [3] wymaga od akredytowanego laboratorium uczestnictwa w programach porównań lub innych, jeśli są dostępne i właściwe oraz w razie konieczności podejmowania działań korygujących. Udział i wyniki uzyskiwane przez laboratorium w porównaniach są istotnym elementem uwzględnianym podczas oceny w procesach akredytacji i nadzoru. Polityka i wymagania szczegółowe Polskiego Centrum Akredytacji dotyczące wykorzystywania porównań międzylaboratoryjnych w procesach akredytacji i nadzoru laboratoriów zostały szczegółowo opisane w dokumentach DA-05 [4] i DAB-07 [5] stanowiących podstawę niniejszej publikacji.

PCA traktuje ILC jako jeden z podstawowych czynników wykazania kompetencji technicznych akredytowanego laboratorium. Odpowiednie programy ILC mogą być wskazane przez PCA, mogą być też wynikiem wyboru własnego laboratorium. W związku z powyższym laboratorium badawcze jest zobowiązane przez PCA do stosowania poniższych zasad:

- **uczestnictwa w odpowiednich programach ILC,**

Należy jednak pamiętać, że istnieją specyficzne dziedziny badań, gdzie organizowanie ILC jest nieracjonalne lub merytorycznie nieuzasadnione. Nie ma też wymogu by laboratorium objęło uczestnictwem w programach ILC wszystkie badania zawarte w zakresie akredytacji. W takich wypadkach laboratorium powinno przedstawić inne wiarygodne i skuteczne środki wykazania swoich kompetencji. Polityka laboratorium dotycząca takich wypadków powinna być określona i udokumentowana w księdze jakości.

- **posiadania polityki dotyczącej uczestnictwa i wykorzystywania ILC jako zewnętrznego narzędzia sterowania jakością,**

Polityka ta i niezbędne dyspozycje dotyczące planowania, uczestniczenia, analizy wyników, działań korygujących, działań zapobiegawczych, zapisów i ich zachowywania powinny być udokumentowane w księdze jakości i procedurach działania laboratorium.

- **stosowania się do warunków dobrego uczestnictwa w programach ILC,**
- **minimalnego uczestnictwa w programach ILC (uczestnictwo w jednym programie dla każdej dziedziny badawczej z zakresu akredytacji laboratorium w każdym cyklu akredytacji).**

Podany powyżej okres może zostać skrócony w wypadku wystąpienia znaczących zmian w zakresie akredytacji lub personelu laboratorium. Brak uczestnictwa w ILC może być podstawą do zawieszenia akredytacji w części zakresu dotyczącej badań, które były objęte programem. Wyniki uzyskane przez laboratorium w ILC są na bieżąco monitorowane przez PCA.

Ponadto PCA może określić dziedziny badań, które wymagają większej częstości uczestniczenia w ILC w odniesieniu do określonych obszarów akredytacji. Może również wskazać konkretne programy ILC, w których uczestnictwo dla określonych laboratoriów jest obowiązkowe. Natomiast PCA nie organizuje sa-

modzielnie programów ILC, w wypadkach koniecznych może to zostać zlecone organizatorom o udokumentowanych kompetencjach. Organizatorami programów ILC, akceptowanymi przez PCA, mogą być: krajowe jednostki akredytujące, komercyjni organizatorzy programów ILC, regionalne lub międzynarodowe organizacje zrzeszające jednostki akredytujące, organy stanowiące (wskazane przez nie laboratoria referencyjne), przemysł lub organizacje/zrzeszenia producentów. Przy wyborze i uznawaniu programów ILC PCA kieruje się wytycznymi ISO/IEC Guide 43-2 [6]. Wykorzystywane są też dokumenty publikowane przez EA (European Accreditation) i ILAC (International Laboratory Accreditation Cooperation). W przypadkach, kiedy organizacje te wymagają stosowania się od swoich członków do postanowień takich dokumentów są one traktowane przez PCA jako dokumenty do obowiązkowego stosowania.

Organizator programu ILC powinien mieć wdrożony system zarządzania jakością, właściwy dla zakresu jego działalności. PCA preferuje wybór programów ILC, które spełniają wymagania ISO/IEC Guide 43-1, a ich organizator spełnia wymagania ILAC-G13 [7]. Preferuje się organizatorów posiadających akredytację.

PORÓWNANIA MIĘDZYLABORATORYJNE

Laboratorium powinno stosować się do następujących warunków dobrego uczestnictwa w ILC:

- badania realizować w sposób identyczny z normalnie przyjętą praktyką postępowania z próbkami od ich momentu otrzymania,
- uczestniczyć w programach ILC z częstością odpowiednią do rodzaju i wielkości świadczonych usług badawczych,
- oznaczać wyniki w badanej próbce dla wszystkich cech objętych zakresem akredytacji, które są dostępne w konkretnym programie ILC,
- analizować wszystkie wyniki ILC i potencjalne trendy układania się wyników, a szczególnej analizie poddawać wszystkie wątpliwe i niezadowolające wyniki oraz podejmować skuteczne działania zapobiegawcze i działania korygujące. Przy czym wszystkie te analizy i działania powinny być w pełni udokumentowane,
- przekazywać do PCA w styczniu każdego roku roczne sprawozdanie o swoim uczestnictwie w programach ILC.

PCA może zwrócić się do laboratorium badawczego o przesłanie całej dokumentacji dotyczącej uczestnictwa w określonych programach ILC. Laboratorium jest zobowiązane do wyjaśnienia braku uczestniczenia

w programach ILC wówczas, kiedy są one dostępne oraz w wypadkach wskazania obowiązkowego uczestnictwa.

SZCZEGÓŁOWE ZASADY UCZESTNICTWA LABORATORIUM BADAWCZEGO W PORÓWNIANIACH MIĘDZYLABORATORYJNYCH

Kryteria oceny osiągniętych rezultatów w odniesieniu do poszczególnych oznaczanych cech w konkretnym programie ILC są określone przez organizatora programu. Parametrem statystycznym najczęściej (zalecanym przez PCA) stosowanym do oceny danych ilościowych wykorzystywanym w porównaniach międzylaboratoryjnych jest wskaźnik z-score, obliczany wg następującego wzoru: $z = (x - X) / s$, gdzie:

x – wynik uzyskany przez uczestnika ILC

X – wartość umownie przypisana (np. mediana lub wartość średnia)

s – estymanta/miara zmienności (np. odchylenie standardowe)

Podczas oceny wskaźnika z-score uwzględnia się następujące kryteria:

$|z| \leq 2$ – wynik zadowolający

$2 < |z| < 3$ – wynik wątpliwy

$|z| \geq 3$ – wynik niezadowolający

Kryteria akceptacji uzyskanych rezultatów stosowane przy ocenie osiągnięć laboratorium badawczego są następujące:

- żaden wynik otrzymany w badaniach nie może znaleźć się w grupie wyników niezadowolających,
- dopuszcza się 20% wyników w grupie wątpliwych ($2 < |z| < 3$).

W wypadku uczestnictwa z wyboru własnego w ILC laboratorium powinno uwzględnić:

- objęcie programem zakresu akredytacji w możliwie największym stopniu,
- wybór próbek do badań możliwie najbardziej zbliżony do tych, które laboratorium bada w swojej normalnej praktyce,
- mierzone cechy i ich wartości – wartości badanych parametrów powinny znajdować się w zakresie badawczym laboratorium oraz być możliwie najbardziej zbliżone do tych z codziennej praktyki laboratoryjnej,
- skorelowanie częstości z uczestnictwem w kolejnych programach (rundach),
- opracowanie statystyczne – techniki statystyczne wykorzystywane do oceny osiągniętych rezultatów powinny być odpowiednie do mierzonych cech i metod badań objętych programem, a kryteria dotyczące akceptacji osiągniętych rezultatów powinny być jednoznacznie określone.

W wypadkach, kiedy odpowiednie programy ILC nie są dostępne, PCA zaleca, by laboratorium, którego to dotyczy, organizowało porównania międzylaboratoryjne z innymi laboratoriami we własnym zakresie. Porównania takie mogą obejmować dwa laboratoria, chociaż preferuje się udział większej liczby uczestników, co może być bardziej użyteczne.

W okresie ważności akredytacji laboratorium badawcze powinno w każdym cyklu akredytacji uczestniczyć z pozytywnym wynikiem przynajmniej w jednym programie dla każdej z podstawowych dziedzin badań objętych zakresem akredytacji. W wypadku niezadowalającego wyniku uczestnictwa, udział w programie dotyczącym tej dziedziny badań powinien być powtórzony jeszcze w bieżącym cyklu, jeżeli jest to możliwe lub w następnym cyklu akredytacji powinno być zaplanowane dwukrotne uczestnictwo. Konieczność zwiększenia częstości uczestnictwa w programach ILC może wystąpić również w sytuacji zmian w zakresie akredytacji lub personelu laboratorium. Rezultaty osiągane przez laboratorium w ILC są brane pod uwagę przy określaniu przerw pomiędzy ocenami w nadzorze w kolejnych cyklach ważności akredytacji i planowaniu zakresu ocen. PCA bierze pod uwagę zarówno rezultaty uzyskane przez laboratorium jak też i sposób wykorzystywania przez laboratorium rezultatów

ILC w doskonaleniu kompetencji technicznych. PCA ma możliwość zawieszenia akredytacji w wypadkach uzyskiwania przez laboratorium badawcze niezadowalających wyników uczestnictwa w dwóch kolejnych rundach ILC. Niezadowalające wyniki w trzech kolejnych rundach są podstawą do zawieszenia akredytacji. Zawieszenie akredytacji dotyczy badań, które były objęte programem.

Spełnienie powyższych wymagań jest obowiązkowe jako warunek utrzymania i ciągłego poszerzania zakresu akredytacji przez laboratorium, jest przedmiotem oceny w procesach nadzoru akredytacji. Laboratorium Badań Metrologicznych ITB „MORATEX” nr AB 154 jest czynnym koordynatorem (w ramach członkostwa w Klubie Polskich Laboratoriów Badawczych) i uczestnikiem porównań międzylaboratoryjnych. W ostatnim cyklu akredytacyjnym obejmującym lata 2006-2009 LBM potwierdziło swoje kompetencje techniczne biorąc udział, zgodnie z procedurą KPLB nr PT/ILC-1 [8], w 36 porównaniach międzylaboratoryjnych oraz organizując 10 z nich (Tablica nr 1 [9]). Laboratorium Badań Metrologicznych ITB „MORATEX” potwierdziło swoje kompetencje techniczne uzyskując wyniki zadowalające (wskaźnik z-score $|z| \leq 2$).

Tabela 1. Wykaz porównań międzylaboratoryjnych zorganizowanych w latach 2006-2009, w których Laboratorium Badań Metrologicznych ITB „MORATEX” uczestniczyło

L. p.	Metodyka/Parametr	Wskaźnik z -score
2006		
1	PN-EN ISO 13936-2:2005 / przesuwalność nitek w szwie	z ≤2
2	PN-EN 31092:1998+Ap1:2004 / opór pary wodnej	
3	PN-EN ISO 5084:1999 / grubość	
4	PN-EN ISO 12947-2:2000/AC:2006 + PN-EN 14465:2005 (Załącznik A) / odporność na ścieranie–metoda zniszczenia próbki	
5	PN-EN ISO 13934-2:2002 / siła zrywająca–metoda grab	
6	PN-EN 20811:1997 / wodoszczelność	
7	PN-EN 25077:1998 / zmiana wymiarów po praniu i suszeniu	
8	PN-79/P-04738 / wytrzymałość na przebicie kulką	
9	PN-EN 1101:1999+A1:2006 / zapalność PN-EN 1102:1999 / rozprzestrzenianie się płomienia	
10	PN-ISO 4589-2:1999+Ap1:2001 / zapalność metodą wskaźnika tlenowego	
2007		
1	PN-EN ISO 13936-1:2005 / przesuwalność nitek w szwie	z ≤2
2	PN-ISO 7771:1994 / zmiana wymiarów po zamoczeniu w wodzie	
3	PN-EN 25077:1998 i PN-EN ISO 6330:2002 / zmiana wymiarów po praniu i suszeniu	
4	PN-91/P-04629:1991 p. 2.5.1. / nasiąkliwość	
5	PN-EN ISO 5084:1999 / grubość	
6	PN-79/P-04738 / wytrzymałość na przebicie kulką	
2008		
1	PN-EN 31092:1998+Ap1:2004 / opór pary wodnej	z ≤2

2	PN-EN ISO 13935-1:2002 / siła zrywająca szew–metoda paska PN-EN ISO 13935-2:2002 / siła zrywająca szew–metoda grab	z ≤2
3	PN-EN ISO 2062:1997 / siła zrywająca i wydłużenia odcinków nici	
4	PN-EN 29073-3:1994 / siła zrywająca i wydłużenia włókien	
5	^{*)} PN-91/P-04629:1991 p. 2.5.1. / nasiąkliwość ^{*)} PN-EN 29865:1997 / nasiąkliwość	
6	^{*)} PN-EN 20811:1997 / wodoszczelność	z ≤2
7	^{*)} PN-EN ISO 9237:1998 / przepuszczalność powietrza	
8	PN-ISO 105-C06:1996+Ap1:1999 / stopień odporności wybarwień na pranie domowe i komunalne	Nie stosowano oceny za pomocą wskaźnika z-score; ocena inna miarodajna–wynik pozytywny
9	PN-EN ISO 105-X12:2005 / stopień odporności wybarwień na tarcie	Nie stosowano oceny za pomocą wskaźnika z-score; ocena inna miarodajna–wynik pozytywny
10	PN-EN 1149-2:1999+Ap1:2001 / rezystancja skrośna	z ≤2
2009		
1	^{*)} PN-EN 14971:2007 / liczba rzędów i kolumnienek	z ≤2
2	^{*)} PN-P-04613:1997 / masa powierzchniowa dzianin	
3	^{*)} PN-EN ISO 13934-1:2002 / siła zrywająca i wydłużenia ^{*)} PN-EN ISO 1421:2001	
4	^{*)} PN-EN ISO 13937-2:2002 / siła rozdzierająca ^{*)} PN-EN ISO 4674-1:2005	
5	^{*)} PN-EN ISO 9073-5:2008 / wytrzymałość na przebicie kulką	Nie stosowano oceny za pomocą wskaźnika z-score; testy t i F–wynik pozytywny
6	^{*)} PN-EN 13726-2:2005 / MVTR–transmisja pary wilgoci	
7	PN-EN ISO 105-B02:2006 / stopień odporności wybarwień na działanie światła sztucznego	Nie stosowano oceny za pomocą wskaźnika z-score; ocena inna miarodajna–wynik pozytywny
8	PN-EN 31092:1998+Ap1:2004 / opór cieplny	z ≤2
9	PN-EN ISO 5077:2008 / zmiana wymiarów po praniu i suszeniu	
10	PN-EN 1149-1:2008 / rezystancja i rezystywność powierzchniowa	

^{*)} porównania międzylaboratoryjne koordynowane przez Laboratorium Badań Metrologicznych ITB „MORATEX”

PODSUMOWANIE

Porównania międzylaboratoryjne przeprowadzane w Laboratorium Badań Metrologicznych ITB „MORATEX” są wykorzystywane do:

1. określania zdolności do wykonywania badań w zakresie posiadanej akredytacji
2. monitorowania osiągnięć
3. identyfikowania ewentualnych niezgodności
4. inicjowania działań korygujących

5. monitorowania metod oraz poziomu wykonywania pracy przez poszczególnych członków personelu
6. dostarczania klientom dodatkowych elementów zaufania.

Bibliografia

1. PN-EN ISO/IEC 17025:2005+Ap1:2007 „Ogólne wymagania dotyczące kompetencji laboratoriów badawczych i wzorcujących”
2. ISO/IEC Guide 43-1 „Badanie biegłości poprzez porównania międzylaboratoryjne -- Część 1: Projektowanie i realizacja programów badania biegłości”
3. PN-EN ISO/IEC 17011:2006 „Ocena zgodności -- Wymagania ogólne dla jednostek akredytujących prowadzących akredytację jednostek oceniających zgodność
4. DA-05, wyd. 4 z 07.02.08 r. „Polityka Polskiego Centrum Akredytacji dotycząca wykorzystywania badań biegłości / porównań międzylaboratoryjnych w procesach akredytacji i nadzoru laboratoriów”
5. DAB-07 wyd. 5 z 06.07.09 r. „Akredytacja laboratoriów badawczych. Wymagania szczegółowe”
6. ISO/IEC Guide 43-2 „Badanie biegłości poprzez porównania międzylaboratoryjne -- Część 2: Wybór i wykorzystywanie programów badania biegłości przez jednostki akredytujące laboratoria”
7. ILAC-G13:08/2007 ILAC „Guidelines for the Requirements for the Competence of Providers of Proficiency Testing Scheme”
8. Procedura KPLB nr PT/ILC-1, wydanie z dnia 19.06.2009
9. Sprawozdania z porównań międzylaboratoryjnych z lat 2006-2009 (materiały własne LBM)

Trendy wytwarzania, barwienia i wykończania materiałów wykazujących efekt maskowania

I.A. Król,

Instytut Technologii Bezpieczeństwa “MORATEX”



UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI FUNDUSZ
ROZWOJU REGIONALNEGO



Publikacja została przygotowana w ramach Projektu Kluczowego POIG nr 01.03.01-00-006/08 współfinansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka..

WPROWADZENIE

Na przestrzeni ostatnich lat nastąpiło ogromne ożywienie na światowym rynku wyrobów włókienniczych w zakresie wytwarzania włókien nowej generacji i procesu wykończania wyrobów włókienniczych, w wyniku którego nadawane są takie właściwości jak min.: trudnopalność, termoregulacja, bakteriostatyczność, elektrostatyczność. Rozwój wielofunkcyjnych wykończeń nowej generacji materiałów podyktowany jest ciągle rosnącymi wymaganiami odbiorców i względami bezpieczeństwa. Postęp w dziedzinie mikroprocesorów, inżynierii materiałowej jak i kontroli procesów technologicznych daje możliwość nadania wyrobom włókienniczym niekonwencjonalnych właściwości charakteryzujących się własnościami ochronnymi, ostrzegającymi, informującymi, wspomagającymi [1]. Z tego też względu producenci środków chemicznych, włókien oraz wyrobów włókienniczych nieustannie podnoszą jakość swoich produktów w celu kreowania

nowych wyrobów spełniających ostre wymagania bezpieczeństwa jak i coraz wyższe oczekiwania odbiorców w zakresie komfortu i uniwersalności użytkowania.

MASKOWANIE I WYMAGANIA STAWIANE MATERIAŁOM MASKUJĄCYM

W XXI wieku maskowanie odgrywa ogromną rolę w przygotowaniu i prowadzeniu operacji bojowych na terenach, na których toczą się konflikty zbrojne lub prowadzone są działania antyterrorystyczne. Ze względu na zakres zadań i celów oraz charakter przedsięwzięć organizacyjnych i wykonawczych maskowanie można podzielić na :

- maskowanie operacyjne,
- maskowanie bezpośrednie;

Maskowanie operacyjne obejmuje skoordynowane pod względem organizacyjno-technicznym działania mające na celu ukrycie przygotowań do operacji, wprowadzenie w błąd co do zamiaru operacji, ukrycie

opłacalnych celów dla uderzeń jądrowych, ukrycie charakteru działań wojsk obrony terytorium kraju, skierowanie uwagi przeciwnika na cele drugorzędne i pozorowane [2].

Maskowanie bezpośrednie zaś to ukrywanie lub zmiana wyglądu pojedynczych i zespołowych obiektów, urządzeń, sprzętu, uzbrojenia i ludzi za pomocą podręcznych środków i materiałów maskujących oraz środków maskujących w trakcie zabezpieczania działań bojowych. Ze względu na rodzaj użytych środków maskowanie bezpośrednie można podzielić na: dezinformację, pozorowanie i ukrywanie [2].

Ukrywanie to usunięcie lub zmniejszenie oznak demaskujących, charakterystycznych dla wojsk, obiektów wojskowych i ich działalności.

Ten typ maskowania można podzielić na:

- maskowanie w zakresie widzialnym–utrudnienie przeciwnikowi wzrokowego wykrycia obiektów z wykorzystaniem lub bez wykorzystania przyrządów optycznych, w zakresie widzialnym, w zakresie długości fal $\lambda = 0,38 \times 10^{-6} - 0,78 \times 10^{-6} \text{ m}$,
- maskowanie w zakresie podczerwieni–utrudnienie przeciwnikowi wykrycia obiektów z wykorzystaniem noktowizji, fotografii w podczerwieni i termowizji w zakresie długości fal $\lambda = 0,78 \times 10^{-6} - 14,00 \times 10^{-6} \text{ m}$ [2].

Obecnie dąży się do tego, aby materiały maskujące zapewniały maskowanie optyczne, które obejmuje zakres widzialny i bliskiej podczerwieni ($\lambda = 0,38 \times 10^{-6} - 1,2 \times 10^{-6} \text{ m}$).

Na podstawie przeprowadzonej analizy opisów patentów efekt maskujący w tym zakresie wykazuje szerokie spektrum materiałów min.: kompozycje (Nr patentu 185362), wyroby powlekane (Nr patentu 368031), zgrzewana folia laminowana (Nr patentu 342655), pokrycia maskujące (WO9508435, Nr patentu 354387, FR2906021), materiały maskujące (Nr patentu 376410, JP2004225956, DE3135586, US4495239, JP3028697, CA2170381, JP8110195, EP0816793, AT408460, EP0947798, SK12982001, JP2004163019, JP11063893, JP2008190814, EP1033550), multispektralna sieć (WO2008060251), wielowarstwowe materiały maskujące (JP2006300480, JP2005335154, DE202004012271, WO9116592, EP0633447), wielowarstwowe zestawy maskujące (DE3123754), siatka maskująca (JP8014799), materiał siatkowy (US4953922), ekran maskujący (US4743478), wielozakresowy zestaw maskujący (NL7908562), mata maskująca (US4287243), płaski materiał włókienniczy (Nr patentu 345298), wyrób pasmanteryjny (Nr patentu 199222), wyrób włókienniczy warstwowy (Nr patentu 199230), system maskujący (EP1734331, US5077101), pas o właściwościach maskujących

(JP2005337670), system pokrycia maskującego (RU2192606).

Stosowane środki maskujące takie jak: maty, ekrany przeciwttermalne, specjalne pokrycia maskujące, poza wytłumianiem promieniowania zniekształcają pierwotne, charakterystyczne dla poszczególnych pojazdów bojowych obrazy termalne, które są podstawą ich identyfikacji [3].

W celu wtopienia się w bezpośrednie otoczenie, obiekt który podlega maskowaniu musi posiadać profil współczynnika odbicia ściśle zbliżony do tego, który posiada jego otoczenie [4]. Do najczęściej stosowanych barw kamuflażowych należą: jasna zieleń, khaki, oliwka, brunat, czern [5,6]. Maskująca barwa–czarna wykazuje skłonność do niskiej, niemal stałej wartości współczynnika odbicia w zakresie widzialnym i bliskiej podczerwieni, barwa brunatna–ma stopniowo wzrastającą krzywą typową dla piasku i ziemi, podczas gdy krzywa zieleni–musi naśladować wzrastającą załamującą się krzywą chlorofilu [7].

Wykonanie wyrobu o charakterystyce zgodnej z wymaganiami maskowania nie jest rzeczą prostą, ponieważ większość barwników stosowanych do barwienia tekstyliów i same surowce włókiennicze w zakresie bliskiej podczerwieni mają bardzo wysoki stopień odbicia o 30-50 % wyższy w stosunku do charakterystyk tła terenu. Włókna barwi się wstępnie w masie sadzą lub pigmentem tlenkowym o wysokiej pochłanianności promieniowania podczerwonego w ilości umożliwiającej uzyskanie włókna o własnościach pochłaniających podczerwień poniżej 50%. Tak przygotowany surowiec może być dopiero barwiony odpowiednio skomponowanymi mieszkankami barwników zawieszono-kadziowych, które silnie pochłaniają podczerwień.

Barwy tkanin maskujących powinny być zgodne z zatwierdzonymi wzorcami kolorystycznymi stosowanymi w produkcji na potrzeby wojska opisanymi w Normie Obronnej danego kraju. W Polsce obowiązuje Norma Obronna [8], która określa wartości współrzędne barwy CIELab (przy założonej geometrii pomiaru $D_{65}/10^\circ$) i dopuszczalne różnice barwy względem obowiązującego wzorca. Charakterystyki spektralne tkanin maskujących powinny zawierać się w granicach wymagań spektralnych charakterystyk danej barwy maskującej w zakresie długości fal $\lambda = 400-1100 \text{ nm}$.

MATERIAŁY MASKUJĄCE ICH BARWIENIE I WYKOŃCZANIE

Nowoczesny przemysł włókienniczy produkuje na potrzeby służb wojskowych tkaniny i dzianiny

o różnym składzie: surowcowym, splotowym, masie powierzchniowej oraz kolorystyce i nadrukach maskujących.

Na świecie obecnie produkowane są głównie mieszanki bawełniano-poliestrowe w układzie: 60/40, 35/65, 70/30, 50/50, 33/67 z wkomponowanymi włóknami przewodzącymi o różnej przewodności np. stalowymi, srebrnymi, węglowymi lub polimerowymi [9,10,11,12,13,14]. Wielowarstwowe struktury umożliwiają jednoczesną optymalizację właściwości maskujących w zakresach częstotliwości optycznych, radarowych i podczerwieni. Zapewniają ponadto głównie wysokie parametry wytrzymałościowe oraz wysoki komfort użytkowania [15].

Stosowane do barwienia barwniki zawieszinowo-kadziowe gwarantują spełnienie wymagań zawartych w odpowiednich dokumentach w zakresie odporności wybarwień na: światło, pranie, pot, prasowanie, tarcie suche i mokre. Na rynku dostępne są już gotowe mieszanki barwników zawieszinowo-kadziowych firmy CIBA pod nazwą TETRACOTON oraz firmy SETAS KIMYA z Turcji o nazwie handlowej SETAPERS MDW. Służą one do barwienia w środowisku alkalicznym. Polecane są do jednokąpielowego bielenia i barwienia mieszanek bawełniano-poliestrowych [16,17].

Dodatkowo niektóre tkaniny przeznaczone na mundury polowe są następnie drukowane barwnikami typu Solvent i wyselekcjonowanymi pigmentami nieorganicznymi pozwalającymi na osiągnięcie poziomu reemisji, która w warunkach ograniczonej widoczności przy obserwacji przyrządami optycznymi z wykorzystaniem podczerwieni chroni użytkownika przed rozpoznaniem i wykryciem [18].

Zastosowanie tkanin melanzowych opartych na przędzy bezbarwnej i czarnej barwionej w masie sadzą pozwala obniżyć współczynnik odbicia w bliskiej podczerwieni bez nanoszenia powierzchniowego preparatu zawierającego sadzę. Ominięcie tego procesu wiąże się z uzyskaniem wyższych własności użytkowych tkaniny i znacznymi oszczędnościami technologicznymi.

W wysoko zaawansowanych tkaninach technicznych z zastosowaniem przędz rdzeniowych np. z udziałem włókna trudnopalnego i termostabilnego barwienie następuje już w masie przędzalniczej. Dzięki temu otrzymane barwne włókno posiada wymagane właściwości fizyko-chemiczne, oraz charakteryzuje się równomiernością zabarwienia i wysokimi trwałościami użytkowymi wybarwień szczególnie na: tarcie, światło, pranie. W klasycznej metodzie barwienia już gotowych tkanin bardzo trudno uzyskać najwyższą trwałość wybarwień przy jednoczesnym otrzymaniu dobrych efektów kolorystycznych.

Tkaniny techniczne nowej generacji posiadają specyficzne wykończenia: wodoodporne, olefobowe, przeciwbudowe, bakteriostatyczne, przeciwniotliwe i niemnące oraz, w przypadku zaistnienia takiej konieczności antyelektrostatyczne. Wykończenie aperturą szlachetną nadaje tkaninie nowe cechy a przez to podnosi jej wartości użytkowe.

Obecnie do światowych wiodących producentów gotowych wyrobów włókienniczych stosowanych do maskowania militarnego zalicza się takie firmy jak min.: Saab Grup (Szwecja), Intermat Group S.A. (Grecja), Oztetekstil (Turcja), SHCB-Suzhou Shcb Camouflage Net & Tent Co (Chiny), Miranda Sp. z o.o. (Polska), Instytut Naukowo-Badawczy Materiałów Specjalnych (Rosja), Joint-Stock Company (Słowacja), Eltro (Niemcy), Barracadavercen AB (Szwecja), Emerson & Cuming Microwave Products (Belgia), Du Pont (Francja), Hukam (Węgry).

Wraz z rozwojem technologii zmienia się sposób nadawania właściwości ochronnych w nowoczesnym umundurowaniu.

Dzisiaj to nie tylko specjalne włókna, przędze, apertury chemiczne, ale także czujniki i przekaźniki radiowe. Umożliwiają one pomiary bodźców z otoczenia; temperatury, wilgotności, pola elektromagnetycznego oraz parametrów charakteryzujących stan organizmu użytkownika; temperatura ciała, tętno. Przekroczenie określonego poziomu zagrożenia powoduje pojawienie się sygnału ostrzegawczego, akustycznego lub optycznego. Optymalny mundur nie tylko zabezpiecza przed warunkami atmosferycznymi, lecz chroni przed pociskami, promieniowaniem, gazami bojowymi, czyni go niewidzialnym dla kamer termowizyjnych nieprzyjaciela oraz informuje o ewentualnych obrażeniach ciała.

Dynamiczny rozwój wyrobów włókienniczych wyróżniających się wielofunkcyjnymi, niekonwencjonalnymi właściwościami zachęca do wykorzystania obecnych na rynku produktów handlowych-mikrokapsuł [19,20,21,23].

Najczęstszym sposobem inkorporowania mikrokapsuł do wyrobów tekstylnych jest ich zdyspergowanie w środku wiążącym a następnie aplikowanie tej dyspersji na tkaninę różnymi technikami poprzez: napawanie, powleknięcie, laminowanie, drukowanie, natryskiwanie dyszowe [22]. Inna metoda inkorporacji mikrokapsuł do struktury włókienniczej polega na wprowadzeniu mikrokapsuł do matrycy polimeru, z którego formowane jest włókno.

Efekt trudnopalności wyrobów włókienniczych z wykorzystaniem mikrokapsuł uzyskuje się, poprzez wykorzystanie zjawiska polegającego na tym, że środek trudnopalny uwalniany jest dopiero, gdy tem-

peratura wyrobu przekroczy temperaturę graniczną lub w przypadku kontaktu wyrobu z ogniem.

Możliwości regulowania mikroklimatu między skórą i otoczeniem to jedna z cech tekstyliów interaktywnych, które reagują na bodźce z otoczenia. Materiały przemiany fazowej (Phase Change Materials) zawierają węglowodory o różnych długościach łańcucha (tzw. woski parafinowe), w których to występuje przemiana fazowa w zakresie temperatury zbliżonej do temperatury skóry [23,24]. Przed wprowadzeniem danych substancji do struktury tekstylnej są one zamykane w mikrokapsułach, z uwagi na niskie temperatury topnienia.

Firma Schoeller Interactive [25] opracowała materiał o tzw. zmieniających się fazach. Materiał zawiera mikrokapsuły, które gromadzą i oddają ciepło. Gdy temperatura ciała użytkownika lub otoczenia wzrasta w mikrokapsułach gromadzi się energia, natomiast gdy temperatura maleje, energia jest przez nie oddawana. W ten sposób następuje wyrównanie temperatury, co daje pełny komfort użytkowania w niestabilnej temperaturze.

Inne rozwiązanie zaproponowała firma Acordis Fibres [25] produkując włókna akrylowe o nazwie handlowej Outlast zawierające mikrokapsuły, które są całkowicie otoczone przez polimer, a tym samym trwale zamknięte wewnątrz włókien.

Stosując zatem materiały z udziałem mikrokapsuł można uzyskać następujące korzyści:

- efekt chłodzenia – poprzez absorpcję nadmiaru ciepła pochodzącego z organizmu ludzkiego,
- efekt termoizolacyjności – wywołany emisją ciepła z mikrokapsuł do struktury wyrobu tekstylnego; kapsuły emitują ciepło i w ten sposób stwarzają barierę termiczną, która redukuje strumień ciepła od organizmu człowieka do otoczenia, zmniejszając utratę ciepła z organizmu,
- efekt termoregulacyjny – wynikający albo z absorpcji albo z emisji ciepła przez kapsuły w reakcji na jakąkolwiek zmianę temperatury w mikroklimacie odzieży; pozwala utrzymać temperaturę mikroklimatu na niemal stałym poziomie [25].

PRZYSZŁOŚĆ

Pojawienie się nowoczesnych tkanin technicznych do celów specjalnych stawia przed firmami zajmującymi się produkcją i dystrybucją barwników, pigmentów i środków pomocniczych dla włókiennictwa wciąż nowe, ale niezwykle trudne wyzwania. Dzisiaj od tych firm wymaga się kompleksowego serwisu technicznego i technologicznego. Tylko nieliczne z nich mają własne oddziały laboratoriów wyposażone w najnowo-

cześniejsze urządzenia dzięki którym, mogą testować innowacyjne rozwiązania i koncepcje technologiczne, błyskawicznie opracować kolorystykę na dowolnym surowcu włókienniczym, badać właściwości fizyczne i chemiczne wybarwień.

Światowe tendencje zmierzają w kierunku jak największej różnorodności wyrobów. Partie kolorystyczne i rodzaje tkanin są w krótkich odstępach czasu nieustannie zmieniane. Aby sprostać tego typu zamówieniom niezbędne staną się roboty laboratoryjne do szybkiego i precyzyjnego sporządzenia kąpieli barwiarских.

W celu ograniczenia uciążliwości dla środowiska naturalnego ze strony operacji barwiarских jeszcze silniej wzrośnie nacisk na podejmowanie wielokierunkowych działań zarówno natury technicznej poprzez unowocześnianie konstrukcji maszyn i urządzeń, jak i technologicznej poprzez dobór optymalnych parametrów procesowych oraz stosowanych barwników i środków pomocniczych. Dążąc do ochrony środowiska, minimalizowania jednostkowych kosztów stałych przypadających na wytworzenie wyrobu, a także mając na uwadze: elastyczność, uniwersalność i czas realizacji zamówienia zaprojektowano barwiarki oparte na systemie – Multi Contact Dyeing [26] polegającym na zwielokrotnionym kontakcie kąpieli z wyrobem, dzięki czemu uzyskuje się intensyfikację procesu barwienia przy podniesieniu jakości wybarwień. System ten wiąże się z zastosowaniem nowej konstrukcji zespołu nanoszenia kąpieli. Nanoszenie następuje nie jak dotychczas w jednej, ale w trzech fazach. Pierwsza z nich to wstępne napawanie wyrobu kąpielą, które następuje w specjalnej dyszy pomocniczej usytuowanej w fazie ruchu wznoszącego wyroby. Druga faza to obszar intensywnego napawania w strefie kontaktu z kołowrotem w warunkach burzliwego przepływu kąpieli. Trzecia faza, barwienia właściwego następuje w dyszy przepływowej o zmiennych nastawieniach gardzieli i intensywnościach przepływu. Taka konstrukcja dyszy zapewnia możliwość dostosowywania warunków nanoszenia i przepływu kąpieli do bardzo nawet zróżnicowanych charakterystyk barwionych wyrobów. W wyniku kontrolowanej zmiany ciśnienia kąpieli sterowanego nastawialną wielkością przelotu dyszy uzyskuje się możliwość najbardziej właściwych dla struktur i charakterystyk barwionych wyrobów, warunków przepływu kąpieli i ogólnie barwienia. Cały proces technologiczny jest zamknięty, a obsługa urządzenia jest dokonywana z panelu sterowania umieszczonego na zewnątrz. Wszelkie zakłócenia procesu produkcji są sygnalizowane przez komputer, dzięki zastosowaniu podzespołów i modułów kontrolnopomiarowych. Współczesne uniwersalne barwiarki pozwalają na wy-

konanie kilku operacji: bielenia, barwienia i prania tkanin czy dzianin o bardzo zróżnicowanych strukturach i masach powierzchniowych [26,27].

W przyszłości nadawanie nowych właściwości wyrobom włókienniczym nastąpi poprzez powierzchniowe modyfikowanie przędz i wyrobów włókienniczych. Jedną z najczęściej wykorzystywanych obecnie technik jest funkcjonalizacja włókien z zastosowaniem nanotechnologii [28,29,30].

Wymagania stawiane wyrobom będą coraz bardziej drastyczne: niska masa, odporność na zmiany klimatyczne, wielofunkcjonalność (produkty powinny być: hydrofobowe / hydrofilowe, antybakteryjne, antystatyczne, antybrudowe, paroprzepuszczalne, trudnopalne itd.) [15, 31].

Obecny rozwój technologii przemysłu włókienniczego skupia się coraz częściej na innowacyjnych i nietradycyjnych rozwiązaniach. Ultranowoczesne zdolności regulowania mikroklimatu między skórą a otoczeniem jest wymogiem mile widzianym przez potencjalnych użytkowników.

W zakresie nowych technologii najważniejsze znaczenie ukierunkowane będzie na produkcję odzieży do zastosowań specjalnych: militarnych, technicznych, medycznych.

Bibliografia

1. H. Fuchs, Ch. Vogel, J. Haase: *Textilveredlung* 1/2 2001, s.13-18
2. PN- V- 01005:2000: *Maskowanie bezpośrednie wojsk lądowych. Maskowanie ludzi, sprzętu i obiektów. Terminologia.*
3. J. Garstka: *Niewidzialne pojazdy opancerzone*, *Przegląd Wojsk Lądowych*, 3/2008, s.16-21
4. Zh. Hui, Zh. Jianchun: *Near-infrared green camouflage of PET fabrics using disperse dyes*, *Review of Progress in Coloration and Related Topics*, volume 63,2007, s. 223-229
5. Z. F. Wu, M. L. Liu, Sh. J. Zhang, Y. Z. Zhao, H. B. Li: *Infrared and Twilight Technology*, National Defence Industry Press, Beijing,1998, s. 3
6. Y. Zh. Wang: *Modern Military Optical Technology*, Science Press, Beijing, 2003, s. 59
7. S.M. Burkinshaw, G. Hallas, D. Towns.: *Infrared camouflage*, *Review of Progress in Coloration and Related Topics*, volume 26, 1996, s. 55-61
8. NO-84-A203:2004: *Przedmioty zaopatrzenia mundurowego. Charakterystyki spektralne barw. Wymagania i metody badań.*
9. *Antimicrobial Technologies for the Warfighter*, US Army Natick Soldier Center Fact Sheet, 3/2006
10. K. Jowers: *Silver fibers help fabric fight disease, odor*, *Army Times*, 8/2006
11. J. Clin: *Survival of Enterococci and Staphylococci on Hospital Fabrics and Plastic*, *Microbiol.*2000/38, s.ż724-726
12. M. Idzik: *Przędze metalowe i metalizowane*, *Przegląd Włókienniczy + Technik Włókienniczy*, 11/2002, s. 11-12
13. L. Hałaszczuk, B. Filipowska.: *Kryteria doboru włókien i przędz elektroprowadzących na odzież ochronną oraz możliwości uzyskania tego typu wyrobów*, *Przegląd Włókienniczy + Technik Włókienniczy*, 4/1999, s. 13-14
14. M. Okoniewski: *Włókna elektroprowadzące*, *Przegląd Włókienniczy*, 1/1994
15. F.S. Kilinc-Balci: *Developing a Designoriented Comfort Model*, Ph.D.Thesis, Auburn University, Auburn, AL, 2004
16. *Materiały informacyjne firmy Swisspigments*, 2009
17. *Katalog firmy Mikronet Sp. z o.o.*, 2009
18. *Materiały informacyjne firmy Syntal*, 2009
19. K. Yamada, Y. Yamada: *A Scent of the Unusual*. *Int. Dyer*, 26(6), 2000.
20. R. Shishoo : *Nonwovens Industrial Textile* 3/2001, s. 24-29
21. M. Kukovic, E. Knez, V. Pipal : *Tekstilec* 7/8 1998, s. 225-230
22. E. Marciniak, W. Trotzka : *Zastosowanie materiałów przemiany fazowej w odzieży sportowej*, *Materiały konferencyjne III Seminarium Naukowe*, Jastrzębia Góra 15-18.05.2008 r.
23. R. Shishoo: *Technische Textilien* 11/2000, s. 242
24. E. Butcher, E. Masłowski: *Inteligentne włókna w mundurach wojskowych*, *Przegląd Włókienniczy*, 11/1998, s. 6-9
25. W. Bendkowska: *Komfort fizjologiczny odzieży sportowej zawierającej PCM (Phase Change Materials)*, *Przegląd Włókienniczy + Technik Włókienniczy*, 3/2001, s. 5-11
26. *O novo desafio da tecnologia MCS–Materiały informacyjne firmy MCS dyeing and finishing machinery*, 2009
27. G. Pogoda: *MCS Italica–Nowatorskie rozwiązanie w dziedzinie barwiąrek dyszowych*, *Informator Chemika Kolorysty*, 13/2009, s.16-19
28. E. Schollmeyer.: *Funkcjonalizacja polimeru włóknotwórczego poprzez modyfikowanie jego powierzchni*, *Informator Chemika Kolorysty*, 14/2009, s.13-18
29. P. Sudhakar, N. Gobi: *Camouflage fabrics for military protective clothing*, *Military textiles*, 2008, s.ż293-295

30. J. Rupp, A. Böhlinger, A. Yonenaga: *ITB International Textile Bulletin* 3/2001, s. 6-24
31. E. Mielicka: *Polski przemysł tekstylny-odzieżowy oraz kierunki jego rozwoju w kraju i Unii Europejskiej*, Materiały konferencyjne XXIV Seminarium Stowarzyszenia Polskich Chemików Kolorystów i Fundacji Rozwoju Polskiej Kolorystyki, Ostrowiec Świętokrzyski 17-20.09.2008 r., s. 31-40

Kompozyty tekstylny gumowe. Tkaniny stosowane w taśmach przenośnikowych.

A. Kabziński

Instytut Technologii Bezpieczeństwa "MORATEX"

Wprowadzenie

Współczesny świat opiera się w dużej mierze na kompozytach polimerowo tekstylnych, dużą część z nich to kompozyty tekstylny gumowe. W obecnych czasach trudno jest wyobrazić sobie funkcjonowanie codziennego życia bez korzystania z takich produktów, nawet jeśli nie dostrzegamy ich wokół siebie. Aby zrozumieć istotę tych kompozytów wystarczy zwrócić uwagę na potrzeby transportu, który opiera się na wyrobach przemysłu oponiarskiego, przemysłu wydobywczego, gdzie pracują taśmy przenośnikowe, czy chociażby w systemach napędowych z wykorzystaniem gumowych pasków transmisyjnych. Podczas, gdy tekstylia są stosowane od tysięcy lat, technologia gumy rozwija się dopiero od około 500 lat, z czego ostatnie 200 to okres, kiedy stosowano połączenie gumy z wzmocnieniem tekstylnym. Jednak w tym czasie miał miejsce bardzo duży rozwój technologii i stosowanych materiałów. W ciągu ostatnich lat nastąpiło znaczące odejście od naturalnych materiałów (kauczuk naturalny i bawełna) do produktów syntetycznych. W efekcie technologia tego typu kompozytów bardzo się rozwinęła zaspokajając wiele potrzeb i wymagań rynku. W poniższej publikacji omówione zostało jedno z bardziej istotnych zastosowań tkanin technicznych, jakimi są taśmy przenośnikowe stosowane w górnictwie. Artykuł zawiera podstawowe informacje na temat stosowanych surowców i konstrukcji tkanin oraz rys historyczny dotyczący taśm przenośnikowych. Planowane są kolejne publikacje, gdzie będą omówione szczegółowo parametry struktury

tkaniny z punktu widzenia zastosowania w taśmach przenośnikowych.

Taśmy przenośnikowe. Historia jednego z najstarszych kompozytów tekstylny gumowych

Taśmy przenośnikowe stosowane są w przemyśle do transportu materiałów. Ich zastosowanie jest bardzo szerokie, od taśm w kasach supermarketów do transportu rud i węgla na bardzo duże, często kilkukilometrowe odległości. Pierwszym, który zastosował pojęcie taśmy przenośnikowej był Oliver Evans w „Millers Guide” opublikowanym w Filadelfii w 1795 roku [1]. Przenośnik został opisany jako szeroki niekończący się cienki giętki pas ze skóry lub płótna na dwóch obrotowych krążkach. W połowie XIX wieku po raz pierwszy zastosowano wielowarstwowy wyrób tekstylny gumowy, opatentowany przez ST Parmalee w 1858 roku. Nieco później, w 1863 roku, O.C. Dodge otrzymał amerykański patent na przenośnik taśmowy do przeładunku zboża [2]. W Wielkiej Brytanii pierwszymi, którzy złożyli wniosek patentowy byli PB Graham Westmacott i G.F. Lyster, inżynierowie Mersey Docks Harbor Zarządu, w dokach Birkenhead i Waterloo [3]. Eksperymentowali z taśmą o szerokości 30cm. Potwierdzili mniejsze zużycie energii przez taki przenośnik niż to miało miejsce w ówczesnie stosowanych transporterach ślimakowych. W ciągu wielu lat stosowania technologia taśm przenośnikowych uległa istotnemu rozwojowi. Kauczuk naturalny został zastąpiony przez syntetyczny, włókna syntetyczne wyparły bawełnę i wiskozę. Szerokie stosowanie poliestru i poliamidu było możliwe przez za-

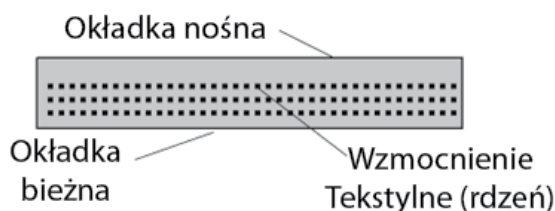
stosowanie impregnacji adhezyjnej umożliwiającej połączenie gumy i włókien. Obecnie rozwój skupia się na strukturze tkaniny, gdyż to właśnie ona determinuje ostateczne własności przenośnika. Wiedza w tym zakresie jest bardzo ograniczona i zazwyczaj pozostaje jako „know-how” producentów. W konstrukcji taśm nie było większej rewolucji od czasu wdrożenia włókien syntetycznych. Interesujące jest, że wiedza tekstylna jest bardzo uboga w tym zakresie, zwłaszcza, gdy rynek taśm przenośnikowych ma się dobrze. Pomimo słabości tej technologii nadal nie ma alternatywy i taśmy przenośnikowe znajdują bardzo szerokie zastosowanie.

Obecnie w Europie znajduje się dwóch istotnych producentów tkanin do taśm przenośnikowych, Mep-Olbo i Kordarna (aktualnie w upadłości, przejęta przez JET Investment). W Indiach znajduje się SRF Ltd. Monopolista na lokalnym rynku, wchodzący szeroko na rynki Europy i USA. SRF w 2009 roku przejął kontrolę nad Industex, głównym producentem tkanin technicznych w RPA. Rynek chiński został zmonopolizowany przez Shandong Helion Polytex, który bardzo aktywnie działa także na rynku europejskim. Pozostali mniejsi producenci tego typu tkanin mają bardzo słabą pozycję rynkową, praktycznie nie istnieją jako poważni dostawcy.

Budowa taśmy [4]

Budowa taśmy przenośnikowej jest podporządkowana wymaganiom samej instalacji, położenia geograficznego (nachylenie, wysokość n.p.m. itp.) oraz typowi przenoszonego materiału. Taśmy najczęściej są produkowane jako wieloprzekładkowe, rzadziej jako jednoprzekładkowe lub typu solid woven. W każdym z przypadków parametry tkanin są różne. Aby zapewnić odpowiednią konstrukcję taśmy szereg wymagań musi być wzięte pod uwagę:

- odpowiednia wytrzymałość i elastyczność,
- niskie wydłużenie podczas pracy przenośnika,
- wymiary odpowiednie do ilości przenoszonego materiału,
- elastyczność w obu kierunkach, ma to zapewnić poprawną pracę na wałkach instalacji przenośnika



Rysunek 1. Taśma wieloprzekładkowa–schemat budowy [4]

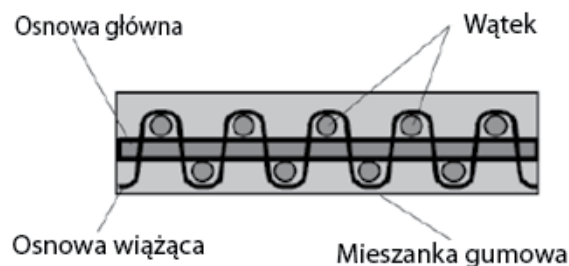
- stabilność wymiarów,
- odpowiedni poziom adhezji pomiędzy tkaniną i gumą, tak aby uniknąć rozwarstwień,
- dobra odporność na rozdzieranie,
- zdolność do łączenia w pętlę technikami mechanicznymi oraz chemicznymi (kleje, wulkanizacja).

Taśma wieloprzekładkowa

To jest najpopularniejsza konstrukcja taśmy, składa się z 2-6 przekładek zwulkanizowanych z mieszaną gumową (Rys. 1). Wytrzymałości jakie osiągają takie taśmy sięgają 3500kN/m. Taśmy takie są łączone w pętlę mechanicznie lub poprzez klejenie i wulkanizację.

Taśma jednoprzekładkowa

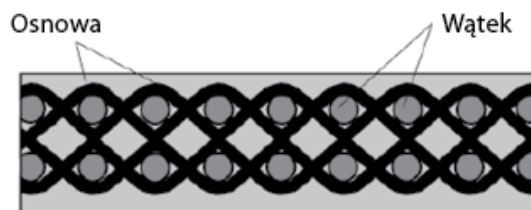
Nie jest tak popularna jak wieloprzekładkowa, jednak jest to konstrukcja bardziej elastyczna co daje szereg zastosowań nieosiągalnych dla taśm innego typu. Wytrzymałości jakie osiągają takie taśmy sięgają 1000kN/m. Rysunek 2 przedstawia schemat takiej taśmy.



Rysunek 2. Taśma jednoprzekładkowa–schemat budowy[4]

Taśma z tkaniną jednolicie tkaną

Jest to specyficzna konstrukcja taśmy z zastosowaniem tkaniny typu „solid-woven”. Taśmy tego typu to najczęściej konstrukcje niepalne impregnowane PVC.



Rysunek 3. Taśma z tkaniną „solid-woven”–schemat konstrukcji[4]

Taśmy te łączy się głównie mechanicznie. Rysunek 3 przedstawia przekrój poprzeczny takiej taśmy.

Aktualnie stosowane surowce

Na początku, do produkcji tkanin do taśm przenośnikowych, jedynym stosowanym surowcem była bawełna. Zapewniała ona doskonałą adhezję mechaniczną oraz odporność termiczną taśmy. W miarę postępu technologii bawełnę zastąpił Rayon, a następnie poliester, poliamid i w niewielkiej ilości aramidy. Poniżej znajduje się krótkie omówienie charakterystyki tych surowców pod kątem aplikacji w taśmach przenośnikowych.

Poliamid (Nylon)

W porównaniu do włókien celulozowych, poliamidy posiadają znacznie większą wytrzymałość i wydłużenie przy zerwaniu. Te własności mają pozytywny wpływ na poprawę trwałości taśm obciążonych dynamicznie, poliamid jako włókno elastyczne zapewnia większą odporność taśm na destrukcyjny wpływ samego przenoszonego materiału. Wysokie wydłużenie przy niewielkich siłach powoduje, że po dziś dzień jest szeroko stosowany jako wątek, aby zapewnić bezproblemowe układanie się taśmy w nieckę. Niekorzystną cechą poliamidu jest zdolność do wykurczu. Nawet w modyfikowanych przędzach ten wykurcz występuje i wymaga dużej uwagi w przerobie. Technologia produkcji taśm musi uwzględniać zachowanie tkaniny poliamidowej w trakcie wulkanizacji, gdzie jednocześnie działa czas, ciśnienie i wysoka temperatura. Kontrola wykurczu poliamidu jest bardzo istotna, gdyż bezpośrednio wpływa on na wartość wydłużenia przy zerwaniu gotowego wyrobu. Poliamid do taśm przenośnikowych, jest stosowany jako multifilament o niskim skręcie. W wyrobach z gumą poliamid wymaga impregnacji adhezyjnej, w przeciwnym wypadku nie istnieje możliwość wystąpienia wiązań chemicznych guma włókno.

Poliester

Można powiedzieć, że poliester prezentuje kombinację wytrzymałości i wydłużenia poliamidu oraz włókien wiskozowych. Taka kombinacja odpowiada wielu aplikacjom, jednakże występują dwa problemy. Pierwszy dotyczy adhezji, poliester wymaga skomplikowanej obróbki mającej na celu zapewnienie odpowiedniej adhezji do gumy. W dzisiejszych czasach proces ten został opanowany w stopniu zadowalającym. W szczególności zostanie omówiony w dalszych artykułach.

Kolejnym problemem, podobnie jak dla poliamidu jest wykurcz termiczny. W tym przypadku także rozwój wiedzy daje rozwiązania pozwalające optymalizować taki parametr, szereg modyfikacji polimeru jak i samej przędzy pozwala na osiągnięcie wyrobów charakteryzujących się odpowiednią wytrzymałością i wydłużeniem przy zachowaniu akceptowalnego wykurczu (typ HMLS- high modulus low shrinkage).

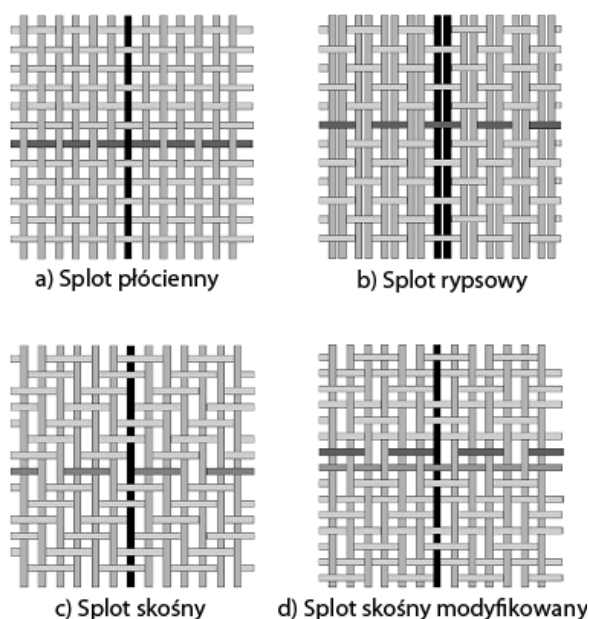
Aramid

Parametry aramidów są bliższe nieorganicznym materiałom niż włóknom tekstylnym. Wytrzymałość na rozciąganie oraz moduł są bardzo wysokie, ale aramid ma niską wartość wydłużenia przy zerwaniu, co wprowadza problemy w niektórych zastosowaniach. Główną wadą tkanin aramidowych jest niska rozciągliwość, zwłaszcza w taśmach, gdzie tkanina występuje w kilku warstwach. Istnieje ryzyko, że podczas zginania i ściskania siły w zewnętrznych warstwach doprowadzą do uszkodzenia włókien, i w konsekwencji do osłabienia samej tkaniny. Takie tkaniny nie są dobrym rozwiązaniem w taśmach, gdzie wymagana jest duża odporność na obciążenia dynamiczne. Mimo to opracowano wiele produktów gdzie tkaniny aramidowe z powodzeniem mogą być zastosowane i kluczowe parametry aramidów grają główną rolę. Są to głównie długie przenośniki, gdzie ważna jest niska masa własna samej taśmy i minimalne wydłużenie podczas pracy urządzenia. Tkaniny aramidowe podobnie jak poliamidowe, poliestrowe czy mieszane, wymagają impregnacji adhezyjnej.

Sploty tkanin [5]

Większość taśm przenośnikowych jest wykonana w technice wieloprzekładowej, gdzie typowe konstrukcje mają zastosowanie. Poniżej krótki opis podstawowych splotów stosowanych w tych tkaninach. Szerzej na temat zalet i wad każdego ze splotów zostanie napisane w kolejnych publikacjach.

Najprostszym splotem jest splot płócienny. Schemat splotu prezentuje rysunek 4a. Płótno to splot najstarszy, stosowany szeroko w tkaninach wykonanych z przędz tekstylnych oraz materiałów nie tekstylnych jakimi są choćby druty stalowe. Splot ten stanowi podstawę innych splotów pochodnych od płóciennego. W tkaninach do taśm przenośnikowych jest to główny stosowany splot. Zapewnia on, razem z przędzami o niskim skręcie, bardzo gładką i równomierną powierzchnię tkaniny, z dużym wypełnieniem powierzchniowym. Ma to swoje plusy i minusy, jednakże takowe należy rozpatrywać pod kątem aplikacji samej tkaniny.

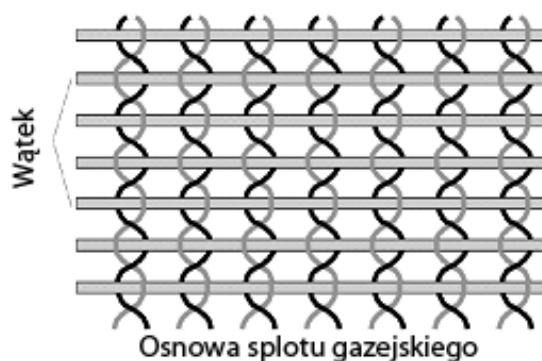


Rysunek 4. Podstawowe sploty w tkaninach do taśm przenośnikowych [4]

Wzrost wytrzymałości tkaniny to w głównej mierze ilość materiału. Splot płócienny nie daje możliwości osiągnięcia odpowiednich licznosci i konieczne staje się modyfikowanie splotu, aby zapewnić odpowiednią ilość przędz. Najprostszą modyfikacją jest dublowanie nitek osnowy co daje splot rypсовy (Rysunek 4b). W tkaninach bardzo ciężkich jednak i to nie wystarczy, nitki osnowy są multiplikowane dalej. Zaletą takich splotów jest poprawa odporności na rozdzieranie, co ma istotne znaczenie w przypadku uszkodzenia samej taśmy. Tkaniny takie często nazywane są „rip-stop”.

Kolejnym przykładem są sploty skośne, przykład zaprezentowany na rysunku 4c. Sploty te nie są szeroko stosowane w tkaninach do taśm przenośnikowych poza jednym wyjątkiem. Splot w zagranicznej nomenklaturze nazywany „broken twill” widoczny na rysunku 4d, znajduje zastosowanie do produkcji taśm trudnopalnych. Sploty skośne lub ich modyfikacje umożliwiają gumie łatwiejsze wnikanie do środka konstrukcji tkaniny. Poprawia się tym samym powierzchnia styku mieszanki i tkaniny co pozytywnie wpływa na adhezję. Ponadto sploty te mają istotny wpływ na poprawę wytrzymałości złącz mechanicznych (łączenia taśm w pętlę). Sploty skośne gwarantują dość niską grubość tkaniny a powierzchnia jest równomierna

Specyficzną grupą tkanin są tkaniny o splotcie gazejskim. Rysunek 5 przedstawia schemat takiego splotu. Ten typ tkanin stanowi wzmocnienie powierzchni tkaniny przed ostrymi krawędziami urobku. Tkanina ta zabezpiecza wewnętrzne warstwy przed przecię-



Rysunek 5. Schemat splotu gazejskiego [4]

ciem. Charakterystycznym jest, że wątek w tej tkaninie stanowi przędza o wysokiej masie liniowej (600-5000tex). Główną cechą tego splotu jest stabilność, wątki są oddalone od siebie o tą samą odległość, co pozwala gumie swobodnie penetrować przestrzeń między przędzami. Znane są modyfikacje tej tkaniny, gdzie stosowano linki stalowe jako wątek.

Straight warp

Do specjalnych aplikacji, gdzie wymagane są bardzo duże siły zrywające, zastosowanie znajdują tkaniny typu straight warp (Rysunek 2). Wyprostowane nitki osnowy limitują licznosc takiej tkaniny, niemniej wartości wytrzymałości takich tkanin są imponujące i mogą sięgać nawet ponad 1000kN/m. W tkaninie tej poza wyprostowaną osnową jest także osnowa wiążąca oraz wątek. Charakterystyczne jest, że osnowa główna jak i wątek nie mają wrobienia, wrobiona jest tylko osnowa wiążąca. Tkanina ta ma wydłużenie przy zerwaniu istotnie niższe niż klasyczne konstrukcje. Tkaniny te zazwyczaj stosowane są w taśmach jedno przekładkowych, w konstrukcjach wieloprzekładkowych narażone są na zbyt destrukcyjne dla filamentów działanie sił ściskających i zginających.

Podsumowanie

Powyższy artykuł zawiera tylko podstawowe informacje z zakresu konstrukcji taśm i tkanin do nich stosowanych. Zagadnienie wzmocnień tekstylnych w wyrobach gumowych jest bardzo szerokie, jednak nie poświęca się mu obecnie wiele uwagi. Istniejące ośrodki badawcze skupiają się na badaniach gotowego wyrobu, a projektanci do założeń przyjmują teoretyczne wartości parametrów struktury tkaniny. W kolejnych publikacjach będzie omówiony mechanizm adhezji poliestru i poliamidu do gumy oraz szczegółowo znaczenie parametrów tkaniny.

Bibliografia

1. F.V. Hertz and R.K. Albright, *Belt Conveyors and Belt Elevators*, J. Wiley & Sons, New York, 1941.
2. E.H. Hurleston in *History of the Rubber Industry*, Eds., P.F. Schidrowitz and T.R. Dawson, Hefner & Sons, Cambridge, 1952, Chapter 16.
3. H. Streets, *Sutcliffe's Manual of Belt Conveying*, W & R Chambers, London, 1956.
4. D.B. Wootton, *The application of textiles In rubber*, Shawbury, 2001.
5. ISO 9354–Textiles Weaves Coding system and examples.

Rubber Textile Composites. Application of Fabrics in Conveyor Belts.

A. Kabziński

Institute of Security Technologies "MORATEX"

Introduction

Whereas textiles have been produced in the same way for many thousands of years, it was only some 500 years ago when rubber was introduced in Europe and really only in the last two hundred years that textiles/rubber composites have been used. Since then, however, there has been very great development design and use of these materials. Within last years, there has been a great move away from natural materials (natural rubber and cotton) to synthetic products, both as regards the fibres and the polymers used, resulting in a very wide diversity of engineered composites, to meet many and varied performance requirements. Nevertheless actual knowledge about fabrics parameters influence for final product properties is limited. Fabric and belt designers in their work base generally on experience.

Conveyor belt. History of one of oldest rubber textile composite.

Conveyor belts are used throughout industry for transporting materials from one place to another. Their applications are very varied, from carrying small items over a metre or two, as at supermarket checkouts, to carrying bulk materials for many kilometres, as in many quarrying and mining installations. The earliest reference to the use of conveyor belting was by Oliver Evans in his 'Millers Guide', published in Philadelphia in 1795 [1]. Here the conveyor

was described as a 'broad endless strap of thin pliant leather or canvas revolving over two pulleys in a case or trough'. With the rapid development of many textile/rubber products in the middle of the nineteenth century the first application of a multi-ply textile/rubber conveyor belt seems to have been by S.T. Parmalee, who took out a patent in 1858. Slightly later, in 1863, O.C. Dodge was granted a US patent for a belt conveyor for handling grain [2]. The earliest recorded application for a textile/rubber plied belt in the UK was by P. B. Graham Westmacott and G.F. Lyster, engineers for the Mersey Docks and Harbour Board, at the Birkenhead and Waterloo docks [3]. They had experimented with a 12 inch (30cm) wide belt and showed that it was capable of carrying grain with less power than a conventional screw conveyor.

During several years conveyor belting technology developed significantly. Natural rubber was replaced by synthetic, man-made fibres replaced cotton and afterwards used rayon. Introduction of polyester and nylon yarns was possible only because improvement of chemical bonding system, based on RFL (resorcinol, formaldehyde, latex) impregnation. At the moment development in textile reinforcement concerns mainly fabric structure which determines final belt parameters. Official knowledge in this area is very limited and rather concentrated at fabrics and belts producers. There was no revolution in technology since bonding system improvement and man-made fibres application. It is interesting that R&D is very poor in this area, especially when conveyor belt market is doing well.

Nevertheless, belt weaknesses are clear and limit such conveying system application in many places.

At the moment in Europe there are two main conveyor belt fabrics suppliers, Mep-Olbo and Kordarna (actually in insolvency, January 2010 took over by JET Investment). In India SRF ltd. is a monopolist on the local Indian market and expand in western markets investing in new plants, exmp. Industex from South Africa. Similar situation is in China, Shandong Helyon Polytex is a leader in domestic market and a very strong player in Europe. There are several smaller conveyor belt fabrics producers in the world, but their position is rather weak.

Belt Design [4]

The overall design of a belt is determined by driving unit requirements and the requirements imposed by the nature and volume of material to be carried. Belts in general are produced as a multiply (Figure 1.), single ply (Figure 2.) and solid woven (Figure 3.). In all three types fabrics parameters are different. In realising an adequate design, there are a number of parameters which have to be considered and satisfied:

- adequate tensile strength and modulus to transmit the power and to carry the material,
- low elongation at working tension to give minimum take-up requirement,
- good load support and sufficient width to carry the type and volume of load,
- flexibility, both directions, to flex round the pulleys, and transversely, for satisfactory troughing,
- dimensional stability to run straight and not to grow too much in service (low permanent elongation),
- good adhesion between all components to avoid delamination,
- good tear resistance to withstand damage,
- ability to be joined (mechanically or chemically) and be close in loop.

Multiply belt

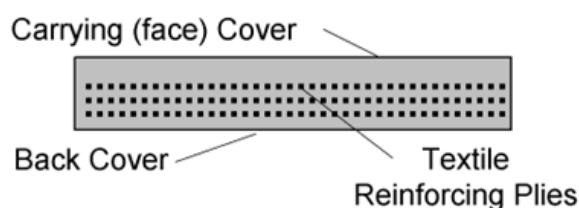


Figure 1. Multiply belt—schematic model [4]

It is most popular belt construction. It has 2-6 plies and can have breaking strength up to 3500kN/m. Such belts are spliced (in loop) mechanically or chemically (cold glue or hot vulcanizing).

Single ply belt

Not so popular like multiply belt construction, but more flexible, what is important for special applications. Breaking strength can be up to 1000kN/m.

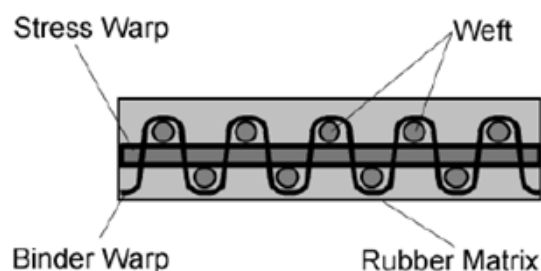


Figure 2. Single ply Belt—schematic model [4]

Solid woven belt

Construction commonly use in underground belt, especially as a impregnated by PVC for flame resistance applications. This belts are spliced mechanically. Figure 3 present schematic model of this belt.

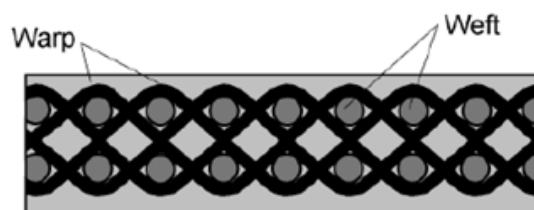


Figure 3. Solid woven Belt—schematic model [4]

Actually used material

On the beginning cotton was the most popular material used for conveyor belts production. Cotton gives very good mechanical adhesion and good high temperature protection (no melting). Afterwards cotton was replaced by rayon. Actually mainly polyester, polyamide and aramides are used in this type of composite. Hereafter brief summary about advantages and disadvantages of this polymers.

Polyamide (Nylon)

Compared with the cellulosic, the nylons are of much higher strength and also give much higher

values of elongation at break. This latter property imparts to nylon fabrics a greatly improved impact resistance, higher work to rupture and much better tear resistance. It is largely on account of these properties that nylon has been adopted as the principal weft yarn for conveyor belting fabrics. Additionally, the lower modulus of nylon also contributes to very good toughening characteristics in the finished belt. One characteristic of nylon, not possessed by the cellulose, is thermal shrinkage. Being a thermoplastic material, when heated nylon tends to shrink. On account of this, when processing nylon fabrics, either some restraint must be employed to control or limit this shrinkage or adjustment must be made in the design to allow for the subsequent changes in dimensions during processing. By choosing suitable conditions of processing, it is possible to modify the shrinkage characteristics to suit more precisely the final parameters to be satisfied. Generally speaking, however, if nylon is allowed to shrink, the elongation at break will increase and modulus will fall, depending on the degree of shrinkage. Nylon is almost entirely used as continuous filament, but there is a small application for spun staple nylon, as with rayon, primarily for bulk and adhesion requirements.

Polyester

In principle, polyester combines the strength and elongation characteristics of the nylons with the modulus characteristics of the rayons. This combination of properties suits many applications, but there are two main areas where problems exist. The first concerns adhesion: being relatively inert chemically, it is somewhat more difficult to obtain adequate levels of adhesion with polyester than with rayon or nylon. However, methods of treatment have been developed to overcome this. The second area relates to thermal shrinkage. Processes exist to modify the shrinkage characteristics of polyester and there are also various grades of fibres with differing shrinkage/modulus relationships, achieved by modification of the basic polymer.

Aramid

The properties of aramid are more akin to those of the inorganic materials than to the other textile fibres. The tensile strength, even assessed by the engineering method as strength per unit cross-section, is of the same order as those of steel and glass, so that when quoted as tenacity (where the advantage of low specific gravity is taken into account), the strength

is exceptional. The modulus is also very high, but this is coupled with a very low value for elongation at break, which introduces some difficulties in certain applications. The major disadvantage of this low elongation occurs when aramid is used in several layers. When flat, each layer of textile is able to contribute its own share of strength, but on bending, the low elongation of the outermost layer prevents it from accommodating to the curve, which places the other layers in compression. This directly reduces the contribution of the inner plies to the total strength but also, and more seriously, the performance of aramid in compression (especially its dynamic fatigue resistance) is not good. Under such conditions, premature failure of the inner plies is likely to occur. However, many applications have been developed which enable the excellent properties of aramid to be realised and much effort is being devoted to ways of overcoming the problems associated with this low elongation, so that other areas of use can be found for the unique combination of properties possessed by aramid.

Fabrics weaves [5]

Majority of conveyor belts are made as a multiply construction. Therefore typical fabrics are commonly used. Hereafter short characteristic of basic fabrics constructions.

The simplest weave is the plain weave. In this construction, each thread, both warp and weft, passes alternately above and below the threads in the other direction and out of phase with the adjacent yarns on either side, running in the same direction. A diagram of a plain-weave fabric is given in Figure 4a. The plain weave is the basic woven fabric structure and is very widely used. It forms the basis for the development of the more complicated interlacing patterns used in weaving. Most ply belting fabrics are plain weave as are most fabrics for coating applications. The plain weave construction, using very low twist yarns, enables a very smooth and flat surface to be produced, the yarns flattening out at the intersections and spreading to give minimum gaps or interstices between adjacent yarns, thereby giving a very full cover fabric.

As the strength requirements for the fabrics increase, it becomes increasingly difficult to insert the necessary number of yarns into the space available, notwithstanding the use of folded yarns, so it becomes necessary to modify the interlacing to obtain the yarn density required. The easiest way to modify the plain weave is to run two threads together. This is illustrated in Figure 4b, where two threads run together in the warp to give a construction referred

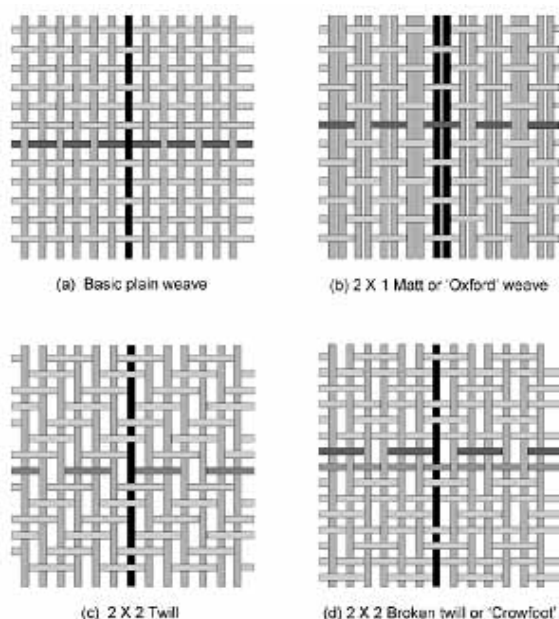


Figure 4. Basic weaves in conveyor belt fabrics [5]

to as a 2 x 1 matt or, more colloquially, as an Oxford weave. Similarly, the weft density can be increased by running two threads together as well – this would give a 2 x 2 matt. This principle can be continued, running three or four threads together in matt weaves. Another advantage gained from the matt weave constructions, is that by running more than one thread together, the tear strength of the fabric is improved. This arises from the fact that under the tearing action, the multiple threads bunch closely together, thereby requiring a higher applied force to propagate the tear. This effect is also used in lighter fabrics, and give a 'rip-stop' construction. This very simple modification to the basic weave gives a most significant improvement to the tear resistance of the final fabric compared with the basic plain weave version.

Another simple derivative of the matt weave is the twill. In this case, warp and weft threads still pass alternately over two and under two, but instead of each pair of threads running together, each is displaced one thread from the adjacent thread, thus giving a pronounced diagonal appearance to the fabric. This is illustrated in Figure 4c, for a 2 x 2 twill. It can be seen that the weave pattern repeats every four threads in both warp and weft. With both the matt and twill weaves, the longer 'float' of the yarns—that is the increased length from one intersection to the next—gives an improvement in tear strength, but at the same time, the total number of warp/weft intersections is reduced. In many applications this is not necessarily a disadvantage, but where mechanical fastening is required, the number of intersections has a very significant effect on the ease with which an object piercing

the fabric, such as a fastener, can comb threads out of the woven structure, giving lower fastener retention strength. This can be improved in the twill by breaking the regularity of the pattern, as illustrated in Figure 4d, giving a 2 x 2 broken twill or 'Crowfoot' weave. Here, the interlacing pattern of the third and fourth ends of the basic twill design are reversed. In this case, the increased float is maintained for all warp ends and for alternate picks, but every other pick now runs one up, one down, thereby increasing the number of intersections and giving the higher comb-out resistance and improved fastener retention.

Another basic weave construction, used for more specialised applications, is the leno weave. In this construction, the warp ends are arranged in pairs, and apart from interlacing with the weft, they also cross over each other, but one of the pair always crosses over the top of the weft and the other under the weft. This construction is illustrated in Figure 5, the major advantage of this weave is that the structure is very stable, with both warp and weft threads held firmly, allowing much more open fabrics to be produced. As mentioned above, a pair (or two pairs) of leno ends is used with rapier weaving machines to hold the weft tails firmly, to give a secure edge to the woven fabric. Generally, in leno weave fabrics, the warp yarns are half the size of the weft or heavier, so that, with the doubling of the warp yarns in the construction, the fabrics have effectively the same size yarns in both directions, giving very square properties. These fabrics possess good tear strength, and are often used as 'breakers', that is as an additional layer of fabric reinforcement, close to the surface of the final composite, to impart improved tear and cut resistance to the final product. One other specialised application, in which a very heavy weft yarn is held by much lighter warp threads, is as a breaker in steel cord belting, where the heavy weft yarns act as a rip-stop, to prevent the belt split-

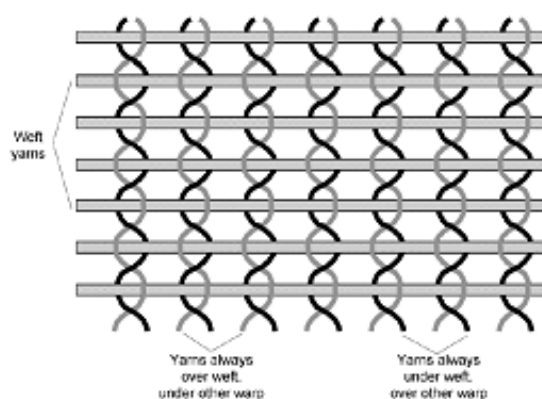


Figure 5. Leno weave model

ting longitudinally if it is punctured between the steel cords.

For very high strength fabrics, particularly those used for single- or two-ply reinforcement of belting, alternative designs are required. There is a limit to the number of threads that can be woven into a given fabric design. Generally as the warp strength requirement increases, so also does the weft strength, thus greatly increasing the total bulk of yarn that must be woven into a given area. There are basically two routes whereby the yarn density, that is the total number of yarns, both warp and weft, that can be incorporated in a unit area of the fabric, can be increased – these are the ‘straight’ or ‘stress’ warp fabrics and the ‘solid-woven’ fabrics. Considering the stress warp fabrics first, the main strength threads in the warp and weft lie in different planes and do not interlace with one another, thus allowing much greater density to be obtained, as it is the interweaving of these threads that limits the number that can be woven together. Effectively, the weft is divided into two layers, one above and one below the straight warp ends, and much finer ‘binder’ warp ends, lying between the stress warp ends, interlace with the two layers of weft, so giving the fabric its integrity. In this type of construction, with only fine binder ends passing between the stress ends and interlacing with the weft, it is possible to use much heavier yarns in both the stress warp and in the weft than would be possible if it were necessary for these to interlace one with the other. The simplest of these stress warp fabrics is the plain rib fabric—a cross-sectional diagram, in the warp direction, of this weave is shown in Figure 2. It can readily be seen that the heavy stress warp lies straight through the centre of the fabric, with the weft disposed in two layers, above and below this, and with the finer binder warp holding these two

otherwise separate parts of the fabric together. There are many variations of this basic structure possible by altering the ratio of stress to binder ends. In the simplest form, there is one binder end to every stress end, but it is possible to reduce the number of binders, although this is likely to reduce the fastener retention strength of the final fabric.

Summary

Article present basic information about conveyor belts design and fabrics used in this type of composite. Such technical fabrics application is very interesting, but there is limited research and development in this area. At present, engineers during conveyor designing use theoretical basic parameters, moreover, external institutes research only final composite parameters. Such situation causes big problems in product service life. Further articles will present significance of fabrics parameters in this application. Furthermore, adhesion mechanism will be explained.

Bibliography

1. F.V. Hertz and R.K. Albright, *Belt Conveyors and Belt Elevators*, J. Wiley & Sons, New York, 1941.
2. E.H. Hurleston in *History of the Rubber Industry*, Eds., P.F. Schidrowitz and T.R. Dawson, Heffer & Sons, Cambridge, 1952, Chapter 16.
3. H. Streets, *Sutcliffe's Manual of Belt Conveying*, W & R Chambers, London, 1956.
4. D.B. Wootton, *The application of textiles In rubber*, Shawbury, 2001.
5. ISO 9354–Textiles Weaves Coding system and examples.



Instytut Technologii Bezpieczeństwa „MORATEX”

90-965 Łódź, ul. M. Skłodowskiej-Curie 3

tel. +48 42 637-37-10

e-mail: itb@moratex.eu

ZESTAW PRZECIWUDERZENIOWY DLA POLICJANTA NA EURO 2012

Przeznaczenie: do noszenia przez funkcjonariuszy Policji podczas pełnienia obowiązków służbowych i w trakcie szkolenia. Ma za zadanie redukcję dotkliwości lub zapobieganie obrażeniom w czasie ataku tępym przedmiotem typu pałka, pręt, cegła, itp.

Skład zestawu:

- kamizelka z ochroniaczmi barków i ramion
- ochroniacze kończyn górnych i dolnych
- ochroniacze ud
- rękawice przeciuderzeniowe

Każdy z wyrobów - kompatybilnych ze sobą elementów zestawu został zgłoszony do ochrony w Urzędzie Patentowym RP odpowiednio: WN/24/P. 392511, W119368, W119365, W119367, W119366. Zestaw przeciuderzeniowy według przedstawionego rozwiązania jest lekki i ergonomiczny. Przy zapewnieniu wymaganego normą BS 7871 poziomu ochrony nie wpływa na pogorszenie komfortu pracy policjanta.



INNOWACYJNA
GOSPODARKA
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI FUNDUSZ
ROZWOJU REGIONALNEGO



Zgłoszenie patentowe zostało sfinansowane w ramach projektu nr umowy: UDA-POIG.01.03.02-10-015/08-00 „Dofinansowanie kosztów związanych z uzyskaniem w Polsce i za granicą ochrony własności przemysłowej powstałym w wyniku własnych prac badawczo-rozwojowych”.

Inwestujemy w Waszą Przyszłość - Dotacje na Innowacje



INSTYTUT TECHNOLOGII BEZPIECZEŃSTWA "MORATEX"
REALIZUJE PROJEKTY W RAMACH PROGRAMU OPERACYJNEGO INNOWACYJNA GOSPODARKA
2007 - 2013 WSPÓŁFINANSOWANE W 85% PRZEZ UNIĘ EUROPEJSKĄ
Z EUROPEJSKIEGO FUNDUSZU ROZWOJU REGIONALNEGO:

Projekt nr POIG.01.03.01-10-005/08 - projekt kluczowy
„Nowoczesne balistyczne ochrony osobiste oraz zabezpieczenia
środków transportu i obiektów stałych wykonane na bazie
kompozytów włóknistych”

Okres realizacji: 01.09.2007 r. – 30.10.2011 r.
Wartość projektu: 12 940 000 PLN
Udział Unii Europejskiej: 10 999 000 PLN

Liderem projektu jest Instytut Technologii Bezpieczeństwa "MORATEX"

Partnerzy:

- Politechnika Łódzka - Katedra Wytrzymałości Materiałów i Konstrukcji,
- Wojskowy Instytut Techniczny Uzbrojenia,
- Centralny Instytut Ochrony Pracy - Państwowy Instytut Badawczy.

Celem projektu jest dostarczenie nowego i innowacyjnego rozwiązania w zakresie kompozytów włóknistych, przydatnego przedsiębiorcom oraz kreowanie popytu ze strony przedsiębiorców na to rozwiązanie.

Cele szczegółowe:

- pozyskanie instytucji i przedsiębiorstw do współpracy w projekcie,
- zaangażowanie pracowników naukowych do realizacji zadań projektu (w tym kobiet),
- zaangażowanie studentów i doktorantów w realizację projektu (w tym kobiet),
- utworzenie nowych miejsc pracy (w tym dla kobiet),
- zwiększenie liczby wdrożeń,
- zgłoszenie wynalazków do ochrony patentowej,
- komercjalizacja wyników prac B+R,
- utworzenie nowych etatów badawczych,
- opracowanie nowych rozwiązań technologicznych,
- przygotowanie publikacji związanych z wynikami prac badawczych,
- przygotowanie wstępnych dokumentacji techniczno – technologicznych do zastosowań praktycznych.

Projekt jest zgodny z celami PO IG, celami I Osi Priorytetowej, a w szczególności z celami poddziałania 1.3.1.

www.kompozyty.poig.eu

Projekt nr WND-POIG.01.03.02-10-015/08

„Dofinansowanie kosztów związanych z uzyskaniem w Polsce i za granicą ochrony własności przemysłowej powstałej w wyniku własnych prac badawczo - rozwojowych”

Okres realizacji: 01.05.2009 r. – 30.04.2014 r.
Wartość projektu: 1 478 000 PLN
Udział Unii Europejskiej: 1 256 300 PLN

Celem ogólnym projektu jest dofinansowanie kosztów związanych z uzyskaniem w Polsce i za granicą ochrony własności przemysłowej powstałej w wyniku własnych prac badawczo - rozwojowych w Instytucie Technologii Bezpieczeństwa "MORATEX".

Cel projektu:

Projekt umożliwi zwiększenie skali wykorzystywania nowych rozwiązań niezbędnych dla rozwoju gospodarki i poprawy pozycji rynkowej przedsiębiorców oraz rozwoju polskiego społeczeństwa. Pozwoli także na zwiększenie ich konkurencyjności nie tylko w skali krajowej, ale również europejskiej oraz globalnej. Projekt umożliwi także zacieśnienie współpracy Instytutu i przedsiębiorstw dzięki uzyskaniu środków wspierających komercjalizację i upowszechnianie wyników prac B+R.

Cele szczegółowe:

- uzyskanie praw ochrony własności przemysłowej w kraju,
- uzyskanie praw ochrony własności przemysłowej za granicą (w ramach EPO),
- przygotowanie i publikowanie raportów zawierających wyniki realizacji projektu.

Projekt jest zgodny z celami PO IG, celami I Osi Priorytetowej, a w szczególności z celami poddziałania 1.3.2.

www.patenty-poig.eu

Projekt nr POIG.01.03.01-00-006/08 - projekt kluczowy
„Barierowe materiały nowej generacji, chroniące człowieka przed
szkodliwym działaniem środowiska”

Termin realizacji: 28.02.2007 r. – 30.09.2012 r.
Wartość projektu: 15 450 000 PLN
Udział Unii Europejskiej: 13 132 500 PLN

Liderem projektu jest Instytut Włókiennictwa w Łodzi.

Partnerzy:

- Instytut Technologii Bezpieczeństwa "MORATEX",
- Politechnika Wrocławska,
- Politechnika Poznańska - Wydział Technologii Chemicznej,
- Instytut Medycyny Pracy im. prof. J. Nofera,
- Centralny Instytut Ochrony Pracy - Państwowy Instytut Badawczy.

ITB „MORATEX” realizuje w ramach projektu Temat V „Barierowe materiały maskujące w zakresie promieniowania VIS, IR i mikrofal”
W ramach bloku tematycznego V projektu zakłada się opracowanie i wykonanie materiałów służących do:

- maskowania,
- pasywnej i aktywnej pozoracji,
- zakłóceń i imitacji

w szerokim zakresie długości fal tj. promieniowania VIS, IR, mikrofalowego i termicznego.

Projekt nr WND-POIG.01.03.01-00-060/08

„Inteligentne pancerze pasywne z zastosowaniem cieczy reologicznych ze strukturami nano”

Termin realizacji: 01.04.2009 r. – 31.03.2013 r.
Wartość projektu: 5 399 318 PLN
Udział Unii Europejskiej: 4 589 420,30 PLN

Liderem projektu jest Politechnika Warszawska.

Partnerzy:

- Instytut Technologii Bezpieczeństwa "MORATEX",
- Wojskowy Instytut Techniczny Uzbrojenia.

Celem projektu jest opracowanie technologii pasywnych nanostrukturalnych pancerzy kompozytowych z cieczą koloidalną i z cieczą magnetoreologiczną do ochrony np. ciała człowieka, jako wkładow kamizelek ochronnych, w tym kuloodpornych i nożoodpornych, z miękkimi pancerzami, jak również w postaci mat, plandek, itp. oraz elementów pancerni środków transportu i obiektów nieruchomych. Łatwe w użyciu, elastyczne pancerze kompozytowe z cieczą reologiczną, zwłaszcza jako kamizelki kuloodporne oraz kulo- i nożoodporne będą bardziej przydatne w użytkowaniu, zwłaszcza w sytuacji zagrożenia (pościgu, ucieczki, wysiłku fizycznego podczas obezwładniania przeciwnika), ponieważ mobilność użytkownika kamizelki będzie bardzo duża.

www.smartarmor.eu

INWESTUJEMY W WASZĄ PRZYSZŁOŚĆ

Instytut Technologii Bezpieczeństwa "MORATEX" w Łodzi, od pięćdziesięciu pięciu lat, prowadzi badania naukowe i prace rozwojowe oraz wdraża ich wyniki do praktyki przemysłowej. Obszarem działania jednostki są włókiennicze wyroby techniczne służące głównie bezpieczeństwu i ochronie życia, zwłaszcza funkcjonariuszy jednostek podległych i nadzorowanych przez Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji.

Instytut na szeroką skalę realizuje także zadania wspomagające własną działalność badawczą, w szczególności w zakresie wynalazczości oraz ochrony własności przemysłowej i intelektualnej. Promuje wyniki prac naukowych, popularyzuje nowe i nowoczesne rozwiązania techniczne.

ITB "MORATEX" posiada nadany przez Komisję Europejską, status jednostki notyfikowanej w zakresie dyrektywy 89/686/EEC - Środki Ochrony Indywidualnej.

Instytut posiada dwa akredytowane przez PCA laboratoria badawcze:

- Laboratorium Badań Metrologicznych
- Laboratorium Badań Balistycznych,

które wyposażone są w unikatową aparaturę i sprzęt techniczny.

Laboratorium Badań Metrologicznych

Wykonuje badania wytrzymałościowe, odpornościowe oraz cech decydujących o komforcie fizjologicznym, użytkowym i estetyce wyrobów włókienniczych. Laboratorium to pozyskało również Certyfikat Akredytacji OiB MSWiA nr CA-OiB-003.01/2008.

Laboratorium Badań Balistycznych

Obejmuje swoim zakresem badania balistyczne oraz udarnośćowe próbek i wyrobów chroniących przed pociskami wystrzeliwanymi z broni palnej, przed bronią białą oraz przed uderzeniami. Laboratorium Badań Balistycznych posiada też Certyfikat Akredytacji OiB MSWiA nr CA-OiB-001.01/2008.

Wysoki poziom prac badawczych, laboratoryjnych i organizacyjnych Instytut zawdzięcza m. in. Wdrożonym systemom zarządzania jakością. **ITB "MORATEX"** posiada wydany przez PCBC Certyfikat Systemu Zarządzania Jakością Nr JW.-107/3/2007 na zgodność z wymaganiami norm PN-EN ISO 9001:2001 oraz PN-N-9001:2006, a także certyfikat ZSJiZ nr 156/A/2008 na zgodność z wymaganiami AQAP 2110:2006.

W Instytucie od 2000 roku funkcjonuje Zakład Certyfikacji Wyrobów, który prowadzi działalność certyfikacyjną w zakresie odzieży roboczej, ochronnej, sprzętu ochronnego, wyrobów technicznych, wyrobów medycznych klasy I oraz wyrobów tekstylnych powszechnego użytku.

Zakład posiada akredytację Polskiego Centrum Akredytacji Nr AC 097 w zakresie certyfikacji zgodności z wymaganiami Polskich Norm oraz akredytację (OiB) Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji Nr CA-OiB-004.01/2008 do prowadzenia działalności certyfikacyjnej związanej z oceną zgodności wyrobów przeznaczonych na potrzeby bezpieczeństwa państwa.

ITB "MORATEX" jest również jednostką notyfikowaną Nr 1475 w zakresie dyrektywy 89/686/EEC dotyczącej środków ochrony indywidualnej.

Od 2007 roku do zadań **Instytutu Technologii Bezpieczeństwa "MORATEX"** należy także prowadzenie oceny zgodności wyrobów przeznaczonych na potrzeby bezpieczeństwa państwa zgodnie z ustawą z dnia 17 listopada 2006 r.

ITB "MORATEX" występuje jako organ prowadzący w imieniu Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji nadzór nad czynnościami związanymi z wyrobem wprowadzanym do użytku w komórkach i jednostkach organizacyjnych mu podległych lub nadzorowanych. Instytut zatrudnia pracowników o wysokich kwalifikacjach, bogatym dorobku naukowym i znaczących wdrożeniach przemysłowych. Instytut posiada dobrą sytuację ekonomiczną gwarantującą stabilność jego działania oraz ma skonkretyzowany program prac na przyszłe lata.