

## 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 bezpośrednio 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 bezpośrednio 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), multi-spektralna 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 przeciwtermalne, 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 pochłanianości 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, spłotowym, 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 melanżowych 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 apreturą 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), Barracadaverden 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, przędzie, apretury 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, powlekanie, 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 zamknięte 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-

ześniejsze 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 barwiarskich.

W celu ograniczenia uciążliwości dla środowiska naturalnego ze strony operacji barwiarskich 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, antibakteryjne, 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 Millitary 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 elektroprzewodzących na odzież ochronną oraz możliwości uzyskania tego typu wyrobów*, *Przegląd Włókienniczy + Technik Włókienniczy*, 4/1999, s. 13-14
14. M. Okoniewski: *Włókna elektroprzewodzące*, *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. Trozka : *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*

*skiej, 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 przeladunku 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-