

**VLAČKNA  
TEXTIL**

# VLAČKNA TEXTIL



**Ročník 9.  
2002**

**ISSN 1335-0617**

**Indexed in:**

**Chemical  
Abstracts,**

**World Textile  
Abstracts**

**EMBASE**

**Elsevier  
Biobase**

**Elsevier  
GeoAbstracts**

## CONTENTS

### FIBRE-FORMING POLYMERS

Krištofič M., Murárová A., Karabcová N.:  
Polyamide 6-copolyamide blended fibres

### TEXTILE MATERIALS

- Murárova A., Krištofič M., Jambrich M.  
The influence of PET fibres cross-section geometry on dyeing
- Sodomka L., Vargová H.  
Connection between structure, symmetry and anisotropy of mechanical properties of woven fabrics
- Hes L., Balcaříková V.  
Objective evaluation of thermal efficiency of protective garments containing PCM particles
- Janypka P., Šuriová V.  
The plasma surface activation of aramide reinforcement materials for rubber industry

### TESTING

Húšťavová M., Pollák.  
Determination of hazardous arylamines in textiles and textile products

### NEWS FROM DEPARTMENTS

Dubnická A., Sládek D.  
Implementation of the eco-label „Environmentally friendly product“ in conditions of the Slovak Republic

Abstracts of Student master thesis defended at Department of chemistry and technology of polymers and textiles FIT TnU in Púchov after 5 year's graduate study in 2001/2002

### NEWS FROM MAGAZINES

## OBSAH

### VLÁKNOTVORNÉ POLYMÉRY

Krištofič M., Murárová A., Karabcová N.:  
Zmesné vlákna PA6-kopolyamid

### TEXTILNÉ MATERIÁLY

- Murárova A., Krištofič M., Jambrich M.  
Vplyv geometrie priečneho profilu PET vláken na vyfarbenie
- Sodomka L., Vargová H.  
Súvislosť štruktúry s anizotropiou mechanických vlastností tkanín
- Hes L., Balcaříková V.  
Objektívny hodnocení účinnosti tepelne ochranných textilií obsahujúcí PCM čästice
- Janypka P., Šuriová V.  
Aktivácia povrchov aramidových výstužných materiálov plazmou pre gumárenský priemysel

### SKÚŠOBNÍCTVO

Húšťavová M., Pollák M.  
Sledovanie nebezpečných arylamínov v textiliach a textilných výrobkoch

### Z VEDECKO-VÝSKUMNÝCH A VÝVOJOVÝCH PRACOVÍSK

Dubnická A., Sládek D.  
Realizácia ekologickej značky „Enviromentálne vhodný výrobok“ v podmienkach SR

Súhrny diplomových prác obhájených na Katedre chémie a technológie polymérov a textiliu, FPT TnU v Púchove v rámci inžinierskeho štúdia v školskom roku 2001/2002

### ZO ZAHRANIČNÝCH ČASOPISOV

# POLYAMIDE 6 – COPOLYAMIDE BLENDED FIBRES

Krištofič, M., Murárová, A., Karabcová, N.,

Department of Fibres and Textile Chemistry, Faculty of Chemical and Food Technology, Slovak University of Technology in Bratislava, Radlinského 9, 812 37 Bratislava, Slovak Republic  
e-mail: mikristo@chelin.ctf.stuba.sk, murarova@chelin.ctf.stuba.sk, karabi@centrum.sk

**Key words:** polyamide, PA 6, poly- $\epsilon$ -caprolactam, copolyamide, blend of polyamides, isophthalic acid, 1-(2-aminoethyl)piperazine, 1,4-bis (3-aminopropyl)piperazine

**Summary:** Modification of fibre forming polyamide (e.g. PA 6) is well-known possibility to prepare fibres with improved properties. By comonomer chemically modified PA 6 can be used as a modifier for non modified PA 6. Preparation and properties of blended fibres PA 6 + copolyamides based on the  $\epsilon$ -caprolactam, isophthalic acid and 1,4-bis (3-aminopropyl) piperazine or 1-(2 aminoethyl)piperazine, respectively are described in this paper. Blended fibres have better electrical properties and higher hydrophilicity, elasticity, elastic degree and orientation factor as well.

## 1. Introduction

Nowadays mixing of polymers and their spinning is a common method to prepare modified fibres with better properties. Many research works and papers about mixing of commercial polymers were published and a modification of commercial fibre-forming polymers with different other additives is described as well.

Properties of PA 6 fibres can be improved by chemical or physical modification. The physical modification consists of PA 6/additive blend preparation. For fibre-forming PA 6 both low-molecular weight or high-molecular weight compounds can be used as additives and fibres with M/F configuration can be prepared.

Some properties of PA 6 fibres such as sorption of water vapour and electrical properties are not satisfied. Polymer additives containing certain hydrophilic atom(s) like oxygen [1,2], nitrogen [3] or SO<sub>2</sub> groups [4] are very hygroscopic or even soluble in water. Their introduction into fibre-forming polymer e.g. PA 6 improves hydrophilicity and electrical properties of blended PA 6 fibres [5]. Introduction of a copolymers containing some derivatives of piperazine into polypropylene fibres increases the absorption of water vapour and dyestuffs and electrical properties of the blend fibres [6,7].

Introduction of copolyamides containing some additional ring structures could have a positive influence on sorption properties and as a consequence on electric properties as well. Copolyamides containing piperazine and benzene structures [8] could be additives with such an effect.

## 2. Experimental

### 2.1. Preparation of modified PA 6 fibres

Copolyamides [8] prepared from  $\epsilon$ -caprolactam (CL) and a nylon salt from isophthalic acid and 1-(2-amino-

ethyl)piperazine – IN2 or 1,4-bis (3-aminopropyl) piperazine – INB were used:

IN2 I – copolyamide from 86 wt. % of CL + 14 wt. % of nylon salt IN2

IN2 II – copolyamide from 75.4 wt. % of CL + 24.6 wt. % of nylon salt IN2

INB – copolyamide from 83.2 wt. % of CL + 16.8 wt. % of nylon salt INB

The mixtures consisting of 70, 80 and 90 wt % of dried PA 6 and 30, 20 and 10 wt. % of dried copolyamide were melted in a single-screw ribbon extruder at the temperatures of zones T<sub>1</sub> = 200–210 °C, T<sub>2</sub> = 210–245 °C, and T<sub>3</sub> = 225–245 °C. The blended ribbon was cooled in the cold water and cut into granules. The air-dried blend was finally vacuum dried at 105 °C and used for spinning.

The spinning of modified PA 6 granules was performed on the laboratory model equipment at the temperatures of its three zones T = T = T = 250 °C (13 fibrils) with and without a lubricant.

After spinning, the fibres were drawn (T<sub>4</sub> = 120 °C) to the drawing ratio  $\lambda_1$  = 3 (both lubricated and non-lubricated fibres),  $\lambda_2$  = 4 and  $\lambda_3$  = 4,5 (only lubricated fibres), respectively.

### 2.2. Evaluation of the fibres properties

The electrical properties of nonlubricated fibers ( $\lambda_1$  = 3.0) were measured by a Polystat 1. The fiber sample with a surface of about 1–1.4 cm<sup>2</sup> was charged up to the maximum potential, U<sub>max</sub>, and simultaneously the time of achieving the zero potential, t<sub>ov</sub>, was recorded. From this dependence it was possible to obtain the half-time of discharging, t<sub>1/2</sub>. Results are shown in Table 1.

The content of low molecular compounds (oligomers soluble in the hot water) was determined gravimetrically. Modified PA 6 fibres containing nonextracted copolyamides were extracted in the boiling water during 3h, dried and the mass loss as a portion of the fibre

**Table 1** Electrostatic properties of PA 6 and blend fibres

Polymer, wt. %	$U_{max}$ , V	$t_{1/2}$ , s	$t_{ov}$ , s
PA 6	520	9.0	120
IN2 I			
10	500	6.0	130
20	455	5.0	50
30	490	6.5	40
IN2 II			
10	560	9.5	100
20	500	8.5	110
30	490	3.5	50
INB			
10	440	4.0	30
20	340	2.0	20
30	330	2.5	30

**Table 2** Extraction of low molecular compounds calculated to the fibre weight (EF) and to the former total amount of comonomers (EA)

Polymer, wt. %	EF, wt. %			EA, wt. %		
	10	20	30	10	20	30
IN2 I	4.0	9.1	13.5	40	46	45
IN2 II	5.5	8.0	12.0	55	40	40
INB	3.5	4.3	6.7	35	22	22

mass, EF, and as a portion of the former total amount of comonomers, EA, was calculated (Table 2).

The fibres' hydrophilicities for extracted and non-extracted fibres (SE and SN values respectively) were evaluated gravimetrically at the temperature  $T_5 = 21.7\text{ }^\circ\text{C}$  and at the 65 % relative humidity using lubricated fibres with a drawing ratio  $\lambda_1 = 3.0$ . Results are listed in Table 3.

**Table 3** Water vapour sorption of PA 6, blended extracted (SE) and nonextracted (SN) fibres

Polymer, wt. %	SE, wt. %			SN, wt. %		
	0	10	20	30	10	20
IN2 I	4.3	4.5	4.5	4.6	4.6	5.2
IN2 II	4.3	4.5	4.5	4.5	4.6	5.3
INB	4.3	4.4	4.7	4.7	4.7	4.9

The fibres' orientation factor,  $f$ , ( $\lambda_2 = 4.0$ ) was calculated according to the equation:

$$f = 1 - C_n^2/C^2$$

where  $C_n$  is the speed of sound in the absolutely nonoriented fibre being equal to  $1.25 \times 10^3\text{ m/s}$  and  $C$  is the speed of sound in the relevant fibre measured by a PPM-5 Dynamic Modulus Tester PPM-5 (H.M. Morgan Co. Inc., Norwood, USA).

The tensile strength, TS, elongation, E, and elasticity degree,  $\varepsilon^0$ , of lubricated fibres ( $\lambda_3 = 4.5$ ) were obtained using the apparatus Instron 1112. They are listed in Table 4.

**Table 4** Tensile strength, TS, elongation, E, elastic degree,  $\varepsilon^0$ , ( $\lambda_3 = 4.5$ ) and orientation factor,  $f$ , ( $\lambda_2 = 4.0$ ) of PA 6 and blended nonextracted fibres

Polymer	$T_{dt}$ dtex	TS cN/dtex	E %	$\varepsilon^0$ %	$f$
PA 6	214	4.85	22	62	0.62
IN2 I					
10	211	4.09	21	76	0.70
20	208	3.94	25	65	0.68
30	213	3.59	25	70	0.72
IN2 II					
10	213	4.16	26	69	0.70
20	210	4.09	26	77	0.70
30	200	3.63	25	72	0.71
INB					
10	215	4.42	24	69	0.71
20	219	3.55	25	80	0.68
30	218	3.47	26	65	0.65

### 3. Discussion

For the spinning of all fibres the same temperatures, throughput of material and rate of spinning were applied. Cooling by an air-stream could be applied only for samples with 10 wt. % of copolyamides in PA 6. Melt flow index of modified PA 6 during spinning was only a little different (i.e.  $14.1\text{--}14.2\text{ g}\cdot\text{min}^{-1}$  in comparison with that of nonmodified PA 6 equal to  $13.95\text{ g}\cdot\text{min}^{-1}$ ) so conditions of spinning for all samples were almost the same.

For the evaluation of electrical properties the three values  $U_{max}$ ,  $t_{1/2}$  and  $t_{ov}$  were determined. All these values must be taken into consideration to obtain a real view of the fibres behaviour in this domain. A general tendency is that higher amount of copolyamide improves electrical characteristics. Higher concentration of the nylon salt of IN2 is not as important as it could be supposed and copolyamides IN2 I and IN2 II are approximately equally effective. Better electrical properties are obtained with INB copolyamide though the concentration of INB nylon salt is not significantly higher in comparison with the concentration of IN2 salt in the IN2 I copolyamides (i.e. 16.8 wt. % INB and 14 wt. % IN2).

Substantial improvement of electrical properties can be reached with 30 wt. % of IN2 I and IN2 II copolyamides and with 10 wt. % of INB copolyamide (Table 1).

The hydrophilicity of modified fibres is positively influenced especially by an introduction of nonextracted copolyamides. It is caused basically by a presence of low molecular compounds (LMC) as it is shown in Table 2 and demonstrated by differences between water vapour sorption of nonextracted and extracted modified PA 6 fibres. PA 6 blends prepared from PA 6 and copolyamides IN2 I and IN2 II are characterized by a higher part of LMC. Values of LMC amount for relevant copolyamides (8) (IN2 I equal to 14.2 wt. %, IN2 II equal

to 55.5 wt. % and INB equal to 21.5 wt. %) confirms their relatively high amount of extractable fractions what manifests in the modified PA 6 fibres as well. Generally 40–55 % of all amount of copolyamide AN2 I and AN2 II is removed by extraction from modified fibres. In the case of INB the situation is better and the amount of extractable additives is 22–35 % (Table 3).

Tensile strength, TS, of modified PA 6 fibres is negatively influenced. The lower molecular weight of copolyamides, higher amount of LMC and higher amount of copolyamide in PA 6 cause a decrease in tensile strength of PA 6 fibres modified with all three copolyamides. The addition of 10 and 20 wt. % of any IN2 copolyamide leads to a decrease of tensile strength to 82–86 % of nonmodified PA 6 tensile strength. 30 wt. % of IN2 copolyamide causes the reduction to the level 74–75 %. Addition of 10 wt. % of INB copolyamide causes a decrease to the level of 91 % while 20 and 30 wt. % reduce TS to the level 72–73 % of PA 6 tensile strength.

Elongation, E, is practically not changed, elastic degree,  $\varepsilon^0$ , and orientation factor, f, of modified PA 6 fibres are positively influenced. It could be explained by the effect of low-molecular compounds present in the system. LMC function probably as an internal lubricant helping in the orientation of macromolecules during spinning and drawing.

#### 4. Conclusions

1. Processability of PA 6 fibres modified by 10–30 wt. %

of copolyamides based on the e-caprolactam, isophthalic acid and 1-(2-aminoethyl) piperazine or 1,4-bis (3-aminopropyl) piperazine respectively is good.

2. Electrical properties of modified PA 6 fibres are better especially by using INB copolyamide.
3. Hydrophilicity is basically improved only for non-extracted modified PA fibres.
4. Elongation of the modified PA 6 fibres is not influenced.
5. Tensile strength is negatively influenced.
6. Elastic degree and orientation factor of modified PA 6 fibres have higher values in comparison with non-modified PA 6 fibres.

#### 5. References

- [1] US pat. 4 113 794
- [2] R.A. Lofquist, et al., *Textile Res. J.*, June, 325, 1985
- [3] US pat. 2 914 427
- [4] Encyclopedia of Polymer Science and Technology, Vol. 10, Phenolic Resins to Polyelectrolytes, John Wiley and Sons, New York, 1969
- [5] M. Krištofič, A. Marcinčin, A. Ujhelyiová, A. Murárová: *Chem. Papers*, 54 (1), 53–58, 2000
- [6] CS pat. 234 251
- [7] CS pat. 236 152
- [8] M. Krištofič, N. Karabcová: *Vlákna a textil*, 9 (3), 88–91, 2002

Acknowledgement: The present work was sponsored by the research grant VEGA 1/9147/02.

Received: November 2002

# ZMESNÉ VLÁKNA POLYAMID 6 – KOPOLYAMID

Translation of article:  
**Polyamide 6 – copolyamide blended fibres**

Modifikácia vláknotvorných polyamidov (napr. PA 6) je známy spôsob prípravy vláken so zlepšenými vlastnosťami. Komonomérom chemicky modifikovaný PA 6 môže byť použitý ako modifikátor pre nemodifikovaný PA 6.

V tejto práci sú popísané príprava a vlastnosti zmesných vláken PA 6 + kopolyamidy na báze  $\epsilon$ -kaprolaktámu, kyseliny izoftalovej a 1-(2-aminoetyl)piperazínu alebo 1,4-bis(3-aminopropyl)piperazínu. Zmesné vlákna majú lepšie elektrické vlastnosti, vyššiu hydrofilitu, a vyšší stupeň pružnosti i orientačný faktor.

## Úvod

V súčasnosti je miešanie polymérov a ich zvláknenie bežnou metódou prípravy modifikovaných vláken so zlepšenými vlastnosťami. Veľa výskumných projektov a publikácií sa zaoberá miešaním polymérov a modifikáciou komerčných vláknotvorných polymérov rôznymi aditívami.

Vlastnosti PA 6 vláken môže byť zlepšené chemickou alebo fyzikálnou modifikáciou. Fyzikálna modifikácia spočíva v príprave zmesí PA 6/aditívum, (pričom sa môžu použiť aditíva nízko- či vysokomolekulové) a ich zvláknení na vlákno typu M/F.

Niekteré vlastnosti PA 6 vláken napr. sorpcia vody (vodných pár) a elektrické vlastnosti nie sú výhovujúce. Polymérne aditíva obsahujúce hydrofilné atómy ako kyslík [1,2], dusík [3] alebo SO<sub>2</sub> skupiny [4] sú veľmi hygroskopické či dokonca rozpustné vo vode. Zavedenie takýchto aditív do vláknotvorného polyméru napr. PA 6 zlepšuje hydrofilitu a elektrické vlastnosti zmesných PA 6 vláken [5]. Kopolymery obsahujúce deriváty piperazínu ako aditíva do polypropylénových vláken zlepšujú ich sorpciu vodných pár a farbiv, ako aj elektrické vlastnosti [6,7].

Zavedenie kopolyamidov obsahujúcich kruhové štruktúry môže mať vplyv na sorpcné i elektrické vlastnosti. Kopolyamidy obsahujúce piperazínové a benzénové štruktúry [8] môžu byť v tomto zmysle účinné.

## 2. Experimentálna časť

### 2.1 Príprava modifikovaných PA 6 vláken

Pre prípravu zmesných vláken PA 6 + kopolyamidy boli použité kopolyamidy [8] pripravené z  $\epsilon$ -kaprolaktámu (CL) a nylonovej soli kyseliny izoftalovej a 1-(2-aminoetyl)piperazínu (IN2) alebo 1,4-bis(3-aminopropyl)piperazínu (INB) nasledovného zloženia:

IN2 I – kopolyamid z 86 hm.% CL + 14 hm.% IN2, molárny pomer 16/1

IN2 II – kopolyamid zo 75,4 hm.% CL + 24,6 hm.% IN2, molárny pomer 8/1

INB – kopolyamid z 83,2 hm.% CL + 16,8 hm.% INB, molárny pomer 16/1

Zmes pozostávajúca zo 70, 80, 90 hm.% vysušeného PA 6 a 30, 20, 10 hm.% vysušeného kopolyamidu bola roztavená v jednozávitovom extrúderi pri teplote jednotlivých zón T<sub>1</sub> = 200–210 °C, T<sub>2</sub> = 210–245 °C a T<sub>3</sub> = 225–245 °C. Zmesná struna bola chladená vodou a porezaná na granulát. Vzduchosuchý zmesný granulát bol vákuovo vysušený pri 105 °C a zvláknený.

Zvláknenie modifikovaného PA 6 granulátu bolo vykonané na laboratórnom zariadení pri teplotách 3 zón T = T = T = 250 °C (13 fibríl) s preparáciou i bez nej. Po zvláknení boli vlákna vydĺžené (T<sub>4</sub> = 120 °C) na dĺžacie pomery λ<sub>1</sub> = 3 (vlákna s preparáciou i bez nej), λ<sub>2</sub> = 4 a λ<sub>3</sub> = 4,5 (iba vlákna s preparáciou).

### 2.2 Hodnotenie vlastností vláken

Elektrické vlastnosti vláken bez preparácie (λ<sub>1</sub> = 3,0) boli zmerané na prístroji Polystat 1. Vzorka vlákna s plochou asi 1–1,4 cm<sup>2</sup> bola nabitá na maximálny potenciál (U<sub>max</sub>) a sledoval sa pokles potenciálu v čase na neutrálnu hodnotu (t<sub>0v</sub>). Z tejto závislosti možno stanoviť polčas vybijania (t<sub>1/2</sub>). Výsledky sú v Table 1.

Obsah nízkomolekulových látok (oligomérov rozpustných v horúcej vode bol stanovený gravimetricky. Modifikované PA 6 vlákna obsahujúce neextrahované kopolyamidy boli extrahované vo vriacej vode počas 3h a vysušené. Z pôvodnej hmotnosti vlákna a jej úbytku po extrakcii a sušení bol vypočítaný úbytok hmotnosti vzhľadom na vlákno (EF) i vzhľadom na celkové pôvodné množstvo (EA) komonomérov IN2 či INB (Table 2).

Hydrofilita extrahovaných aj neextrahovaných vláken s preparáciou a λ<sub>1</sub> = 3 bola stanovená gravimetricky pri teplote T<sub>5</sub> = 21,7 °C a 65 % RH. Výsledky sú v Table 3. Orientačný faktor f (λ<sub>2</sub> = 4,0) bol vypočítaný podľa vzťahu:

$$f = 1 - C_n^2/C^2$$

kde C<sub>n</sub> je rýchlosť šírenia zvuku v úplne neorientovanom vlákne – 1,25·10<sup>3</sup> m/s, C je rýchlosť šírenia zvuku v meranom vlákne, obe stanovené na prístroji PPM-5 Dynamic Modulus Tester.

Pevnosť (TS), ťažnosť (E) a stupeň elasticity ( $\varepsilon^0$ ) vláken s preparáciou a  $\lambda_3 = 4,5$  boli stanovené na prístroji Instron 1112. Výsledky sú uvedené v Table 4.

## Diskusia

Zvláknenie všetkých vláken bolo vykonané pri rovnakej teplote, dávkovaní i rýchlosťi zvlákňovania. Chladenie vzduchom bolo možné použiť len pre vzorky s obsahom 10 hm.% kopolyamidov v PA 6. Index toku tavenín modifikovaného PA 6 bol takmer rovnaký (14,1–14,2 g·min<sup>-1</sup>) ako u nemodifikovaného PA 6 (13,95 g·min<sup>-1</sup>). Z uvedeného vyplýva, že podmienky zvlákňovania boli pre všetky vzorky rovnaké.

Hodnotenie elektrických vlastností modifikovaných vláken vyžaduje pre reálne zhodnotenie tejto oblasti, uvážiť všetky tri získané hodnoty –  $U_{max}$ ,  $t_{1/2}$  i  $t_{0v}$ . Všeobecná tendencia je taká, že vyšší obsah kopolyamidu zlepšuje elektrické vlastnosti. Vyššia koncentrácia nylonovej soli IN2 nie je rozhodujúca a kopolyamidy IN2 I a IN2 II sú približne rovnako účinné. Lepšie elektrické vlastnosti sa získajú u PA 6 vláken modifikovaných kopolyamidom INB, hoci koncentrácia nylonovej soli INB nie je podstatne vyššia ako koncentrácia nylonovej soli IN2 v kopolyamide IN2 I (t.j. 16,8 hm.% INB a 14 hm.% IN2). Podstatné zlepšenie elektrických vlastností možno dosiahnuť modifikáciou s 30 hm.% IN2 I aj IN2 II kopolyamidu a s 10 hm.% kopolyamidu INB (Table 1).

Hydrofilita modifikovaných vláken je pozitívne ovplynená použitím neextrahovaných kopolyamidov. Je to spôsobené najmä prítomnosťou nízkomolekulových látok (LMC) ako to vidno z Table 2 a potvrdené rozdielmi v hydrofilite neextrahovaných a extrahovaných modifikovaných PA 6 vláken. Zmesi PA 6 s IN2 I aj IN2 II sú charakteristické vysokým obsahom LMC. Koncentrácie LMC pre príslušné kopolyamidy [8] (IN2 I – 14,2 hm.%, IN2 II – 55 hm.% a INB – 21,5 hm.%) sa prejavujú i vysokým obsahom extrahovateľných frakcií v modifikovaných PA 6 vláknach (hodnoty EA). Extrahovateľný podiel dosahuje 40–55 % z pôvodného obsa-

hu nylonovej soli IN2 v kopolyamidoch IN2 I a IN2 II. Počítané na hmotnosť modifikovaného vlákna (EF) je to 4–14 hm.%. V prípade INB je situácia lepšia a podiel extrahovaných frakcií EA je 22–35 hm.% a EF hodnoty sú v rozsahu 3–7 hm.%(Table 2).

Pevnosť TS modifikovaných PA 6 vláken je negatívne ovplyvnená. Nižšia môlevá hmotnosť kopolyamidov, vyšší obsah LMC a vyšší obsah kopolyamidu v PA 6 spôsobuje zníženie pevnosti u PA 6 vláken modifikovaných všetkými tromi aditívmi. Pridanie 10 a 20 hm.%. IN2 I či IN2 II kopolyamidu do PA 6 spôsobí zníženie pevnosti na 82–86 % pevnosti nemodifikovaného PA 6 vláken. 30 hm.% spôsobí zníženie pevnosti na 74–75 %.

Pridanie 10 hm.% kopolyamidu INB vedie k zníženiu pevnosti na 91%, zatiaľ čo 20 a 30 hm.% tohto kopolyamidu spôsobí jej zníženie na 72–73 % pôvodnej hodnoty.

Ťažnosť E sa prakticky nemení, hodnoty stupňa pružnosti  $\varepsilon^0$  a orientačného faktora f modifikovaných PA 6 vláken sú vyššie. Možno to vysvetliť vplyvom nízkomolekulových zlúčení prítomných v systéme, ktoré pravdepodobne fungujú ako vnútorné mazadlo uľahčujúce orientáciu makromolekúl v priebehu zvlákňovania a dízenia.

## 4. Závery

1. Spracovateľnosť PA 6 vláken modifikovaných 10–30 hm.% kopolyamidov na báze  $\varepsilon$ -kaprolaktámu, kyseliny izoftalovej a 1-(2-aminoetyl)piperazínu (IN2) alebo 1,4-bis(3-aminopropyl)piperazínu (INB) je dobrá.
2. Elektrické vlastnosti modifikovaných PA 6 vláken sú lepšie, najmä v prípade kopolyamidu INB.
3. Hydrofilita je podstatne zlepšená len v prípade neextrahovaných PA 6 vláken.
4. Ťažnosť modifikovaných PA 6 vláken sa nemení.
5. Pevnosť je negatívne ovplyvnená.
6. Stupeň pružnosti a orientačný faktor modifikovaných PA 6 vláken majú vyššie hodnoty v porovnaní s nemodifikovanými PA 6 vláknami.

# THE INFLUENCE OF PET FIBRES CROSS-SECTION GEOMETRY ON DYEING

Murárová, A., Krištofič, M., Jambrich, M.

*Department of Fibres and Textile Chemistry, Faculty of Chemical and Food Technology,  
Slovak University of Technology in Bratislava, Radlinského 9, 812 37 Bratislava, Slovak Republic  
e-mail: murarova@chelin.ctf.stuba.sk*

**Summary:** Light dispersion conditions on geometrically modified fibres are various and this phenomenon is related to optical and color properties of dyed fibres. The paper evaluates the influence of geometric modification of PET fibres on their color strength. The fibres were geometrically modified during spinning using profiled spinning nozzles with Y, (–),  $\wedge$  openings. Linear density, ramification degree, forming factor and fibres measuring surface are the properties defining geometric modification – change of cross-section profile of fibres. These properties of profiled fibres with different profile differ and they significantly influence color strength.

**Key words:** PET fibres, cross-section profile, measuring surface, forming factor, ramification degree, color strength

## 1. Introduction

One of possible physical modifications is changing fibres geometry in cross-section profile through media of profiled spinning nozzles with a profile other than circular. Considering rheology and fibre profile reproductivity, the process of spinning of profiled fibres is very demanding. The advantage of physical fibres modification by changing cross-section geometry of fibres profiles during their preparation using profiled spinning nozzles is the lack of requirements throughout production ecology when compared with typical spinning. Profiled fibres report changes in physical properties when compared to typical circular fibres. It is caused by change of fibre macrostructure and related properties. Influence of fibres macrostructure is significantly manifested on optical properties and in case of dyed fibres on color perception.

## 2. Theory

After meeting criteria of fibres creation, fibres are obtained having diversified geometry depending on shape of profiled spinning nozzle. Using this process of modification, profile of elementary fibres in cross-section and longitudinal direction preserves the same geometry. In order to express geometry of cross-section profile of fibres, different indicators and their equivalents are used which more or less express differences from typical circular profile, [1,2,3].

The method of cross-section fibres profile picture analysis is used to evaluate geometric properties. Apart from real and equivalent perimeter and cross-section cut surface there are other criteria such as measuring surface  $a$ , ramification degree  $R$ , forming factor  $q$  ac-

cording to Malinowska and many more. The ramification degree  $R$  is defined by quotient of perimeter square and cross-section profile surface. The forming factor  $q$ , according to Malinowska, is defined as follows (1):

$$q = (O/\pi d) - 1 \quad (1)$$

$O$  – cross-section fibre profile perimeter,  $\pi d$  – equivalent circle perimeter.

The  $q = 0-0,07$  is for circular fibre profile. All higher values of  $q$  at the same fineness of fibres express differences from circular profile in direction of fighter level of configuration.

Measuring surface  $a$ , defined as (2):

$$a = 2p^{1/2}(1+q)/(\rho \cdot T)^{1/2} \quad (2)$$

$q$  – forming factor,  $\rho$  – PET fibres density,  $T$  – unit linear density.

Mutual arrangements of elementary fibres inside of band profiled fibres is random and the profile of such band of fibres has diversified geometry in cross-section and longitudinal direction contrary to elementary fibre profile related with level of filling. Elementary fibres create conditions for creation of capillaries of different sizes and subsequently related demonstrations of surface and transport properties, [4,5]. Shape of cross-section fibre profile and size of surfaces of elementary fibres influence optic environment related to dyeing properties of profiled and dyed fibres, [6,7]. Color strength is determined by Kubelka-Munk equation (3):

$$K/S = (1 - \beta)^2/2\beta \quad (3)$$

$K$  – absorption coefficient,  $S$  – scattering coefficient,  $\beta$  – reflectance value.

Absorption coefficient  $K$  is a function of spectral properties and dye concentration inside of fibre. Scattering coefficient  $S$  is a function of structure and geo-

metry of fibre. Among structural influences are mainly molecular structure of fibres and dye structure. Linear density, geometry of cross-section and longitudinal profile are among geometric influences.

During light impact on dyed fibre surface, part of light is absorbed and part of it is reflected. The bigger the diffraction index at fibre – air border the more light is being reflected and less absorbed inside of fibre. The result of less light being absorbed is a lighter dyeing effect of the fibre. Such light reflection can be repressed by special treatment of surface that makes the dye perception of the dyed fibre darker.

Arkan and East expressed relation between fibre fineness and scattering coefficient S (4):

$$S = a + b \cdot \text{tex}^{-1/2} \quad (4)$$

a – scattering constant, b – fibres surface properties constant.

According to the relation (4) less light penetrates to molecules of dye inside of finer fibres and more light is being reflected back by so-called noncolorful reflection, [8].

The color strength, fibres thickness and fibres measuring surface are related as follows (5):

$$(K/S)_1 / (K/S)_2 = d_1 / d_2 = a_2 / a_1 \quad (5)$$

K/S – color strength, d – fibre diameter, a – fibres measuring surface.

Related relations are valid for fibres with circular profile and same structural properties. These requirements for fibres are very different to obtain in real life conditions and that is why the related relations are only approximately valid during their usage, [8]. Dye concentration needed to reach color saturation is proportional to square-root of linear densities (6):

$$c_1 = c_2 (T_2 / T_1)^{1/2} \quad (6)$$

$c_1, c_2$  – dye concentration on fibres,  $T_1, T_2$  – linear density of fibres. In other words, finer dyed fibres with same dye concentration as thicker fibres are seen lighter by human eye. Logically, profiled fibres create better conditions for diffraction than circular fibres.

**Table 1** Geometric properties of smooth textured PET fibres determined by the method of picture analysis

Fibres profile	Equivalent perimeter of picture of fibre, cm	Equivalent surface of picture of fibre, $\text{cm}^2$	Forming factor q
84 dtex f 36 Y	29,5	50,0	0,182
84 dtex f 24 Y	36,0	76,0	0,173
84 dtex f 24 A	36,0	74,0	0,190
84 dtex f 24 (-)	46,5	77,5	0,495
110 dtex f 24 A	32,0	62,0	0,147
110 dtex f 24 (-)	70,0	130	0,725
110 dtex f 36 Y	39,0	86,0	0,182

Scattering coefficient increases by transferring to more segmented fibre profiles. Because there must be more criteria in order to evaluate a complex cross-section profile, there is not a simple relation that would generally express influence of size, shape and configuration of profiled fibres to their optical and color properties. The goal of the paper is to evaluate influence of some PET fibre profiles to their color strength.

### 3. EXPERIMENTAL

The experimental is divided to:

- determining geometric parameters of PET fibre profiles
- dyeing of profiled PET fibres
- determining color strength of profiled PET fibres.

#### 3.1 Determining geometric parameters of PET fibre profiles

Geometric parameters, forming factor q according to Malinowska R-ramification degree were assed in a set of seven samples of PET fibres with a unit linear density  $T_d = (2,3; 3,0; 3,5; 4,6 \text{ dtex})$  and cross-section profile (Y, (-), A). The analysis of cross-section profile picture was used to determine them. The picture was caught by electron microscope. Picture 1 shows three types of cross-section fibre profiles from the set of seven samples of PET fibres, that were analyzed by proper method of picture analysis. Measuring surface of fibres a [ $\text{kg}/\text{m}^2$ ] was calculated according to the relation (2).

#### 3.2 Dyeing fibres

All samples of profiled PET fibres were dyed using the same dyeing process – dye exhaust method. The Terasil Blau 3RL made by Ciba Geigy – disperse dye was used containing 1,5 % of dye in bath related to fibre density. The temperature of dyeing bath during fibre dyeing was 100 °C. The dyeing process was made in presence of dye carrier. All remaining conditions during the dyeing were conformed with formulas for dyeing PET fibres with disperse dyes. In order to avoid influence of other factors while evaluating dyeing, the same time-temperature dyeing regime was used for all samples.

#### 3.3 Determining fibre color strength

K/S color strength of all dyed samples of profiled PET fibres was set by spectrophotometer Datacolor 3890 using standard light resource  $D_{65}/10\text{deg}$ .

### 4. Results and discussion

Figure 1 shows the main types of cross-section fibre profiles. Their geometry was analyzed by method of

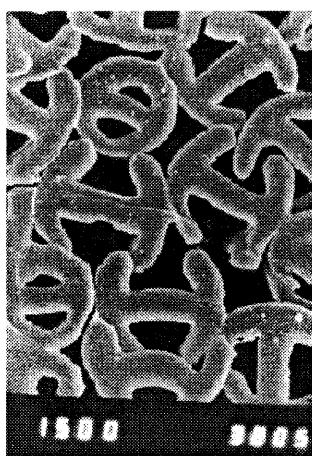
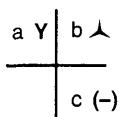
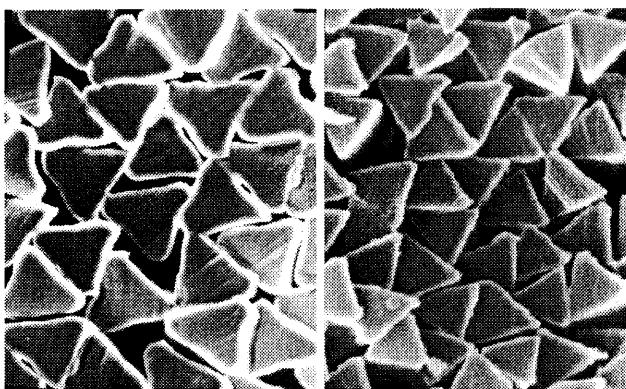


Fig. 1 Cross-section profiles of fibres

cross-section profile picture analysis based on REM photographs. Table 1 evaluates geometric properties of analyzed pictures of smooth textured fibres.

The geometric properties stated in table 1 were used to calculate R – ramification degree of fibres and a – measuring surface of fibre.

Figures 2–5 show graphic dependencies of K/S color strength from geometric parameters

- unit linear density,  $Td_j$
- ramification degree, R
- forming factor, q
- measuring surface of fibre, a.

#### 4.1 Influence of fineness on color strength

The influence of fineness of elementary profiled fibres on K/S color strength manifests in interaction with shape of cross-section profile expressed by forming factor. Even though the fibres with profile prepared on Y shaped spinning nozzle report lower linear densities in the set of profiled fibres they report the highest K/S value, according to picture 2, table 1. Diffraction on surfaces of fibres with profile type illustrated on picture 1a) table 1 is relatively lower and that corresponds with lower forming factor of these fibres. Type of fibres on picture 1c) report high forming factor and related high diffraction on their surfaces. These are the reasons why thick fibres with (-) profile show low color strength.

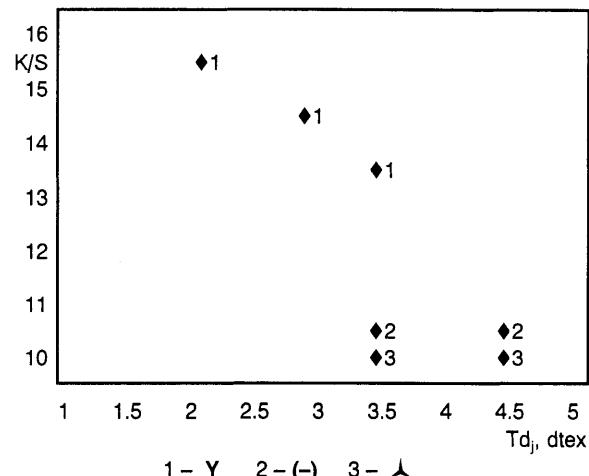


Fig. 2 Dependence of color strength K/S on unit linear density  $Td_j$  of different cross-section profiles,  $c = 1,5$  g of dye/100g of fibre

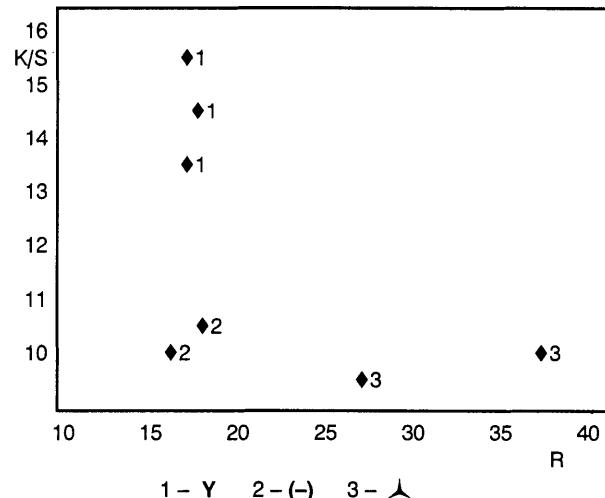


Fig. 3 Dependence of color strength K/S on ramification degree R of different cross-section profiles,  $c = 1,5$  g of dye/100g of fibre

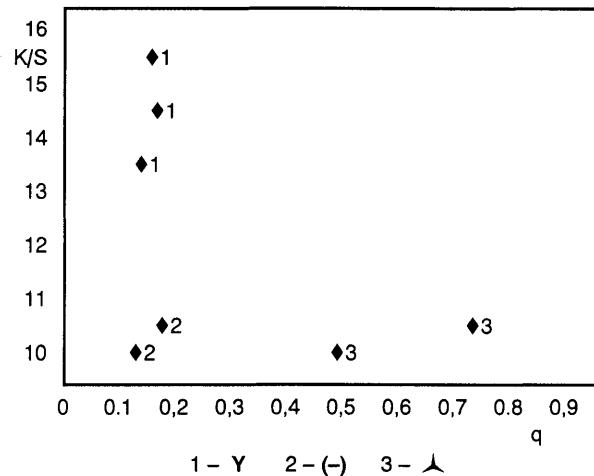


Fig. 4 Dependence of color strength K/S on forming factor q of different cross-section profiles,  $c = 1,5$  g of dye/100g of fibre

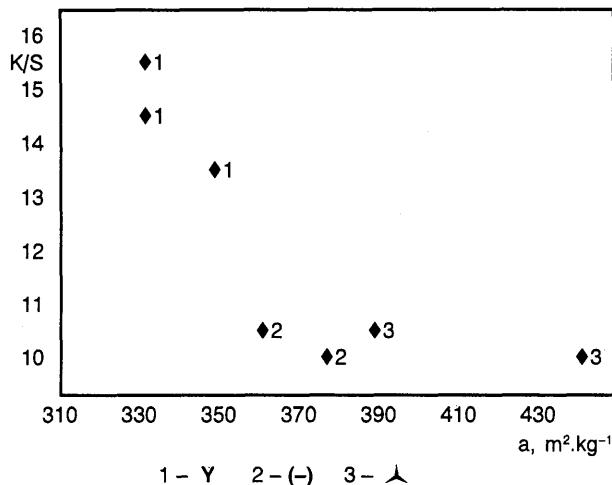


Fig. 5 Dependence of color strength K/S on measuring surface a of different cross-section profiles,  $c = 1,5 \text{ g}$  of dye/100g of fibre

#### 4.2 Influence of ramification degree on color strength

Profiled fibres prepared on spinning nozzles with Y and  $\Delta$  profiled openings have a very close ramification degree. Fibres were prepared with almost double the ramification degree on profiled spinning nozzle of ( $\rightarrow$ ) type. When evaluating influence of ramification degree on color strength, figure 3, interaction of influences must be considered because on one hand fibres on same ramification degree level (Y and  $\Delta$ ) have different color strength on the other hand fibres on different ramification degree level have close color strength ( $\Delta$  and  $\rightarrow$ ). Supposedly, in this case as with linear density, the same reasons lead ramification degree to interact with forming factor.

#### 4.3 Influence of forming factor on color strength

Forming factor q is significant when it comes to the influence on color strength. It highly influences diffraction on fibre profile. When values of forming factor are low, diffraction on fibres surface is low and dyed fibre reports high value of color strength and vice versa. Picture 4 lists K/S values in dependence of q. Fibres with Y and  $\Delta$  profile have close forming factors and their color strength decreases with increasing linear density, table1. This contradiction in theory of colorfulness of fine

and thick fibres with profiled and circular profile dwells in interaction of influence of forming factor and linear density on color strength.

#### 4.4 Influence of measuring surface on color strength

Value of color strength K/S decreases with increase of fibre measuring surface. Fibre measuring surface can be increased during geometric modification either by decrease of linear density of basic fibres or by fibres profilating – changing cross-section geometry of fibres. In the set of evaluated profiled fibres on picture, measuring surface is increased in direction from Y  $\rightarrow$   $\Delta$   $\rightarrow$  ( $\rightarrow$ ). Color strength decreases in this direction in accordance with measuring surface of profiled fibres.

#### 5. Conclusion

Based on results reached after evaluating influence of geometric parameters of profiled fibres on their color strength we can say that they highly influence diffraction and according to Kubelka-Munk equation color strength. Influences of interactions between linear density of profiled fibres and criteria forming cross-section profile – forming factor and ramification degree.

#### 6. References

- [1] Blažej, A., Šutá, Š.: *Vlastnosti textilných vláken*, Alfa, Bratislava, SR (1982)
- [2] Neckář, B.: *Příze*, SNTL, Praha, CZ (1990)
- [3] Revíšková, J., Jambrich, M., Murárová, A.: *Vlákna a textil* 1 (2) 92–96 (1994)
- [4] Murárová, A., Jambrich, M., Zamboj, I., Revíšková, J.: *Chem. Papers* 47 (6) 356–358 (1993)
- [5] Murárová, A., Jambrich, M.: *Textil* 48 (5–6) 83–85 (1993)
- [6] Murárová, A., Hodul, P., Jambrich, M.: *Fibre-Grade Polymers, Chemical Fibres and Special Textiles*, CEC Monograph Series 1, 133–143, Lodž, PL (2001)
- [7] Murárová, A., Krištofič, M., Hodul, P., Jambrich, M.: *Fibre-Grade Polymers, Chemical Fibres and Special Textiles*, CEC Monograph Series 2, 260–263, Bratislava, SR (2001)
- [8] Kryštúfek, J., Wiener, J.: In zborník „Struktura a strukturní mechanika textilií“, 8. Národná konferencia Strutex, 351–356, Liberec, CZ (2001)

*Acknowledgement:* The present work was sponsored by the research grant VEGA 1/9147/02.

Received: November 2002

# VPLYV GEOMETRIE PRIEČNEHO PROFILU PET VLÁKIEV NA VYFARBENIE

Translation of article:  
**The influence of cross-section of PET fibres on dyeing**

**Súhrn:** Rozptylové podmienky svetla na geometricky modifikovaných vláknach sú rozdielne a s tým súvisia optické a koloristické vlastnosti vyfarbených vlákien. V príspevku sa hodnotí vplyv geometrickej modifikácie PET vlákien na ich silu vyfarbenia. Vlákna sa geometricky modifikovali pri zvláňovaní s využitím profilovaných zvlákňovacích hubíc s otvormi Y, (-), L. Charakteristiky vyjadrujúce geometrickú modifikáciu – zmenu priečneho profilu vlákien sú dĺžková hmotnosť, stupeň rozvetvenia, tvarový faktor a merný povrch vlákien. Tieto charakteristiky u profilovaných vlákien s rôznym profilom sú rozdielne a ich vplyv na silu vyfarbenia je významný.

**Kľúčové slová:** PET vlákna, priečny profil, tvarový faktor, stupeň rozvetvenia, merný povrch, sila vyfarbenia

## 1. Úvod

Jednou z možných fyzikálnych modifikácií je zmena geometrie vlákien v priečnom profile cestou využitia profilovaných zvlákňovacích hubíc, ktoré majú profil iný než kruhový. Proces zvlákňovania profilovaných vlákien je náročný z hľadiska reológie a reprodukovateľnosti profilov vlákien. Prednostaťou fyzikálnej modifikácie vlákien zmenou priečnej geometrie profilov vlákien pri ich tvorbe využitím profilovaných zvlákňovacích hubíc je, že nevyžaduje ďalšie nároky pri výrobnej ekológii v porovnaní s klasickým zvlákňovaním. Profilované vlákna vyzkazujú zmeny vo fyzikálnych vlastnostiach v porovnaní s klasickými kruhovými vláknami. Je to spôsobené zmenenou makroštruktúrou vlákien a s ňou súvisiacimi vlastnosťami. Vplyv makroštruktúry vlákien sa všeobecne významne prejavuje na optické vlastnosti a v prípade vyfarbených vlákien na farebný vnem.

## 2. Teoretická časť

Po zvládnutí podmienok pri tvorbe vlákien sa získajú vlákna s najrozmanitejšou geometriou v závislosti od tvaru použitej profilovej zvlákňovacej hubice. Profil elementárneho vlákna v priečnom aj v pozdĺžnom smere si zachováva pri tomto spôsobe modifikácie rovnomenosť. Na vyjadrenie geometrie priečneho profilu vlákien sa používajú rôzne veličiny a ich ekvivalenty, ktoré viac-menej vyjadrujú odlišnosti od klasického kruhového profilu, [1,2,3]. Na stanovenie geometrických charakteristík sa využíva metóda analýza obrazu priečneho profilu vlákien. Okrem skutočného a ekvivalentného obvodu a plochy priečneho rezu sa využívajú ďalšie kritéria, ako sú merný povrch vlákien a, stupeň rozvetvenia R, tvarový faktor q podľa Malinowskej a iné. Stupeň rozvetvenia R je daný podielom štvorca obvodu a plochy priečneho profilu. Tvarový faktor q podľa Malinowskej je definovaný podľa vzťahu (1):

$$q = (O/\pi d) - 1 \quad (1)$$

kde O je obvod priečneho profilu vlákna,  $\pi d$  je obvod ekvivalentného kruhového profilu vlákna.

Pre kruhový profil vlákna je  $q = 0-0,07$ . Všetky vyššie hodnoty q pri rovnakej jemnosti vlákien vyjadrujú odlišnosti od kruhového profilu smerom k vyššiemu stupňu členitosti.

Merný povrch vlákien je definovaný podľa vzťahu (2):

$$a = 2\pi^{1/2}(1 + q)/(\rho \cdot T)^{1/2} \quad (2)$$

kde q je tvarový faktor,  $\rho$  je hustota PET vlákna, T je dĺžková hmotnosť vlákna.

Vo zväzku profilovaných vlákien je vzájomné usporiadanie elementárnych vlákien náhodné a profil takého zväzku vlákien na rozdiel od profilu elementárneho vlákna má v priečnom a pozdĺžnom smere nerovnakú geometriu, čo súvisí so stupňom zaplnenia vlákien. Medzi elementárnymi vláknami sa totiž vytvárajú predpoklady pre vznik kapilár rôznej veľkosti a následne s nimi súvisiace rôzne prejavy povrchových a transpozných vlastností, [4,5].

Tvar priečneho profilu vlákien a veľkosť povrchov elementárnych vlákien ovplyvňujú optické prostredie, čo korešponduje s koloristickými vlastnosťami profilovaných a vyfarbených vlákien, [6,7].

Sila vyfarbenia sa vyjadruje podľa Kubelka-Munkovej rovnice (3):

$$K/S = (1 - \beta)^2/2\beta \quad (3)$$

kde K je koeficient absorpcie svetla, S je koeficient rozptylu svetla,  $\beta$  je stupeň remisie.

Koeficient absorpcie K je funkciou spektrálnych charakteristík a koncentrácie farbiva vo vlákne. Koeficient rozptylu S je funkciou štruktúry a geometrie vlákna. K štruktúrnym vplyvom patrí najmä nadmolekulová štruktúra vlákien a štruktúra farbiva. Ku geometrickým vplyvom patrí najmä dĺžková hmotnosť, geometria priečneho a pozdĺžneho profilu.

Pri dopade svetla na povrch vyfarbeného vlákna sa časť svetla odrazí a časť pohltí. Čím je index lomu svetla na rozhraní vlácko-vzduch väčší, tým väčšia časť svetla sa odrazí a menšia časť svetla sa pohltí vo vlákne. V dôsledku menšieho podielu pohlteneho svetla sa javí vyfarbenie vlákna svetlejšie. Odraz svetla na povrchu vlákna ovplyvňuje významne geometria povrchu vlákna. Takýto odraz svetla sa môže potlačiť špeciálnou povrchovou úpravou, čím sa dosiahne tmavší farebný vnem vyfarbeného vlákna.

Závislosť jemnosti vlákna a rozptylového koeficientu S vyjadrili Akar a East vzťahom (4):

$$S = a + b \cdot tex^{-1/2} \quad (4)$$

kde a je konštantá charakterizujúca rozptyl vo vlákne, b je konštantá charakterizujúca vlastnosť povrchu vlákna.

Podľa vzťahu (4) k molekulám farbiva v jemnejších vláknach sa dostáva menšie množstvo svetla a väčšia časť svetla sa odrazí späť od vlákna tzv. nefarebnou reflexiou, [8].

Medzi silou vyfarbenia, hrúbkou vlákna a merným povrhom vlákna platí vzťah (5):

$$(K/S)_1 / (K/S)_2 = d_1 / d_2 = a_2 / a_1 \quad (5)$$

kde  $(K/S)$  je sila vyfarbenia,  $d$  je priemer vlákna, a je merný povrch vlákna.

Odvodené vzťahy platia pre vlákna s kruhovým profilom a rovnakými štruktúrnymi vlastnosťami. V reálnych podmienkach sa tieto požiadavky na vlákna dosahujú obtiažne, a preto majú odvodené vzťahy iba približnú platnosť pri používaní, [8].

Koncentrácia farbiva potrebná na dosiahnutie určitej farebnej sýtosti je nepriamoúmerná druhej odmocnine dĺžkových hmotností podľa vzťahu (6):

$$c_1 = c_2 (T_2 / T_1)^{1/2} \quad (6)$$

kde  $c_1, c_2$  sú koncentrácie farbiva vo vláknach,  $T_1, T_2$  sú dĺžkové hmotnosti vláken. Inými slovami vyjadrené, vyfarbené vlákna jemnejšie s rovnakou koncentráciou farbiva ako majú vlákna hrubšie sa javia oku svetlejšie.

Je logické, že profilované vlákna vytvárajú lepšie podmienky pre rozptyl svetla než kruhové vlákna. Rozptylový koeficient vzrástá s prechodom k členitejším profilom vláken. Vzhľadom k tomu, že na komplexnejšie vyjadrenie priečného profilu vlákna sa vyžaduje viac kritérií, neexistuje jednoduchý vzťah, ktorý by obecne vyjadroval vplyv velkosti, tvaru a členitosti profilov vláken na ich optické a koloristické vlastnosti.

Cieľom predkladanej práce je zhodnotiť vplyv niektorých profilov PET vláken na ich silu vyfarbenia.

### 3. Experimentálna časť

Experimentálne riešenie tematického zamerania sa delí na:

- stanovenie geometrických parametrov profilovaných PET vláken
- farbenie profilovaných PET vláken
- stanovenie sily vyfarbenia profilovaných PET vláken.

#### 3.1 Stanovenie geometrických parametrov vláken

V súbore siedmich vzoriek PET vláken s jednotkovou dĺžkovou hmotnosťou  $T_d = (2,3; 3,0; 3,5; 4,6 \text{ dtex})$  a priečnym profilom ( $\text{Y}$ ,  $(-)$ ,  $\Delta$ ) sa stanovili geometrické bezrozmerové parametre tvarový faktor  $q$  podľa Malinowskej a stupeň rozvetvenia  $R$ . Na ich stanovenie sa použila metóda analýzy obrazu priečneho profilu vlákna, ktorý sa získal zaznamenaním na rastrovacom elektrónovom mikroskopu. Na obr. 1. sú zaznamenané tri druhy priečnych profilov vláken zo súboru siedmich vzoriek PET vláken, ktoré boli analyzované podľa vlastnej metódy analýzy obrazu. Merný povrch vláken a,  $[\text{kg}/\text{m}^2]$  sa vypočítal podľa vzťahu (2).

#### 3.2 Farbenie geometricky modifikovaných vláken

Všetky vzorky profilovaných PET vláken boli farbené rovnakým farbiacim postupom – vyťahovacím postupom farbiva z farbiaceho kúpeľa. Na farbenie sa použilo disperzné farbivo Terasil Blau 3RL od firmy Ciba Geigy s obsahom 1,5 % farbiva vo farbiacom kúpeľi vyťahovaného na hmotnosť farbeného vlákna. Teplota farbiaceho kúpeľa pri farbení vláken bola 100 °C. Farbilo sa v prítomnosti prenášača farbiva. Ďalšie podmienky pri farbení boli obvyklé podľa receptúr pri farbení PET vláken disperznými farbivami. Pre všetky vzorky bol časovo-teplotný režim farbenia rovnaký, aby sa vylúčil vplyv ďalších faktorov pri hodnotení vyfarbenia.

#### 3.3 Stanovenie sily vyfarbenia vláken

Spektrofotometrom Datacolor 3890 sa stanovila farebná sila K/S všetkých vyfarbených vzoriek profilovaných PET vláken pri štandardnom zdroji osvetlenia D<sub>65</sub>/10deg.

#### 4. Výsledky a diskusia

Hlavné druhy priečnych profilov vláken, ktorých geometria bola analyzovaná metódou analýzy obrazu priečnych profilov na podklade REM obrázkov sú zobrazené na obr. 1. Stanovené geometrické charakteristiky analyzovaných obrazov hladkých dĺžených vláken sú uvedené v tabuľke 1.

Geometrické charakteristiky uvedené v tabuľke 1 sa použili pre vypočítanie stupňa rozvetvenia R vláken a merného povrchu vláken a,  $[\text{m}^2/\text{kg}]$ .

Na obr. 2–5 sú uvedené grafické závislosti farebnej sily K/S od geometrických parametrov

- jednotkovej dĺžkovej hmotnosti,  $T_d$
- stupňa rozvetvenia,  $R$
- tvarového faktora,  $q$
- merného povrchu vláken,  $a$ .

#### 4.1 Vplyv jemnosti na silu vyfarbenia

Vplyv jemnosti elementárnych profilovaných vláken na silu vyfarbenia K/S sa prejavuje v interakcii s tvarom priečneho profilu, ktorý vyjadruje tvarový faktor. Najvyššiu hodnotu K/S podľa obr. 2. majú vlákna s profilom, ktoré boli pripravené na zvláčňovacej hubici tvaru Y, hoci majú tieto vlákna v súbore profilovaných vláken nižšie dĺžkové hmotnosti, tab. 1. Rozptyl svetla na povrchoch vláken s profilom typu, ktorý je na obr. 1a), tab. 1 je relatívne nižší, čo korešponduje s nižším tvarovým faktorom týchto vláken. Vlákna typu, ktorý je uvedený na obr. 1c), majú vysoký tvarový faktor a s ním súvisiaci vysoký rozptyl svetla na ich povrchu. Z týchto dôvodov vykazujú aj hrubé vlákna s profilom (–) nízku silu vyfarbenia.

#### 4.2 Vplyv stupňa rozvetvenia na silu vyfarbenia

Profilované vlákna pripravené na zvláčňovacích hubiciach s profilovanými otvormi Y a ▲ majú veľmi blízky stupeň rozvetvenia. Na zvláčňovacích profilovaných hubiciach typu (–) sa pripravili vlákna takmer s dvakrát vyšším stupňom rozvetvenia. Pri posudzovaní vplyvu stupňa rozvetvenia na silu vyfarbenia, obr. 3, treba brat do úvahy interakcie vplyvov, pretože na jednej strane vlákna na rovnakej úrovni stupňa rozvetvenia (Y a ▲) majú rôznu silu vyfarbenia, na druhej strane vlákna na rôznej úrovni stupňa rozvetvenia majú blízku hodnotu sily vyfarbenia (–) a ▲). Pravdepodobne i v tomto prípade ako pri dĺžkovej hmotnosti z rovnakých dôvodov vstupuje do interakcie so stupňom rozvetvenia tvarový faktor.

#### 4.3 Vplyv tvarového faktora na silu vyfarbenia

Tvarový faktor  $q$  je z hľadiska vplyvu na silu vyfarbenia významný. Vysoko ovplyvňuje rozptyl svetla na povrchu vláken. Pri nízkych hodnotách tvarového faktora je rozptyl dopadajúceho svetla na povrchu vláken nízky a vyfarbené vlákno má vysokú hodnotu sily vyfarbenia a naopak. Na obr. 4 sú uvedené hodnoty K/S v závislosti od  $q$ . Vlákna s profilom Y a ▲ majú blízke tvarové faktory a ich sila vyfarbenia klesá so vzrástajúcim dĺžkovou hmotnosťou, tab. 1. Tento rozpor v zmysle teórie o farebnosti jemných a hrubých vláken s profilovaným a kruhovým profilom spočíva v interakcii vplyvu tvarového faktora a dĺžkovej hmotnosti na silu vyfarbenia.

#### 4.4 Vplyv merného povrchu na silu vyfarbenia

So zvyšovaním merného povrchu vláken sa znižuje hodnota sily vyfarbenia K/S. Merný povrch vláken sa môže zvýšiť pri geometrickej modifikácii bud' znižovaním dĺžkovej hmotnosti elementárnych vláken, bud' profilovaním vláken zmenou priečnej geometrie vláken. V súbore hodnotených profilovaných vláken, obr. 5, sa zvyšuje merný povrch smerom od profilu Y → ▲ → (–). Týmto smerom klesá sila vyfarbenia v dobrej zhode s merným povrhom profilovaných vláken.

### 5. Záver

Na základe dosiahnutých výsledkov pri posudzovaní vplyvu geometrických charakteristík profilovaných vláken na ich silu vyfarbenia môžeme konštatovať, že vysoko ovplyvňujú rozptyl svetla a v zmysle Kubelka-Munkovej rovnice silu vyfarbenia. Významné sú vplyvy interakcií medzi dĺžkou hmotnosťou profilovaných vláken a kritériami vyjadrujúcimi tvar priečneho profilu – tvarovým faktorom, stupňom rozvetvenia a merným povrhom.

# CONNECTION BETWEEN STRUCTURE, SYMMETRY AND ANISOTROPY OF MECHANICAL PROPERTIES OF WOVEN FABRICS

Sodomka, L., Vargová, H.

TU Liberec

In the paper the connection between structure, symmetry and anisotropy of mechanical properties especially the Young modulus and drape of the woven cotton fabrics of the three main bonds plain, twist a satin are being presented. The anisotropy of the structure is represented through the new quantity linear density of the bond points putting in the polar diagrams. The polar diagrams are being plotted for the structure, Young modulus, for the coefficient of drape and their anisotropy are being compared.

**Key words:** Structure, symmetry, anisotropy, elastic modulus, drape, drapemeter

## 1. Introduction

It is the effort of the theory and of the experiment to explain the complicated and complex properties of the textile fabrics through the basic textile components as the fibres is. From the linear, planar as well as volume distribution of the fibres the yarns and planar structure are being created. In the static structure the positions of the individual fibres are being described, in the dynamical one the movement of the fibres in the textile fabrics is being considered also. The planar structure of textiles is being carried out as the woven, knitting and web fabrics. The knowledge of the textile fabric structure is very important for the technology of the production of the textiles of the requested properties. In the textile fabrics properties the very important role are being played in the interaction forces between fibres and their aggregates. There are the friction forces that are being held the fibres together as in the yarns as well as in the woven, knitting and nonwoven textiles. In the knitting and woven fabrics the distribution of the fibres is periodic, in the web fabrics aperiodic one. The object of our research there are the woven fabrics that have also the periodic distribution of the bonding forces represented through the bond points in the woven fabrics. The bonding points are being created the bond of the woven and they can be used also as the structure elements of the woven fabric. When these bond points are being represented through the geometrical points, the complicated woven structure is being represented through the planar point lattice. For the structure representation and description of this lattice the two-dimensional crystal lattice can be applied and with it the all mathematical apparatus. All this will be done in the following paper. Thus supposed the textiles structure is inducing the basis of the anisotropy of the properties of the woven fabrics as for instance the mechanical moduli

and strength of the textiles are. The further properties, which are being expected the anisotropy from, the friction coefficient and drape are [1], [2]. All this presented problems are being solved in this paper.

## 2. The objects of research interest, the structure anisotropy

In the paper the object of the study there are the cotton of the woven fabrics of the three bonds, the plain, the twill and the satin. The basic parameters of the studied woven fabrics are following ones summarised in the table 1.

In the table the full square are being represented the warp bond point and the white one are not the bond points. It can be recognised the warp and weft bond points.

Table 1 Fundamental properties of the studied cotton woven fabrics

	plane	twill	satin
textile bond	P $\frac{1}{1}$	K $\frac{1}{6}$ S A $\frac{1}{6}/4$	
textile bond diagram			
area mass ( $\text{g}/\text{m}^2$ )	120,5	122	116
thickness (mm)	0,38	0,52	0,5
warp thread density ( $\text{n}/\text{m}$ )	2900	2900	2900
weft thread density ( $\text{n}/\text{m}$ )	2600	3000	2700
warp thread shortening (%)	16	7,8	8
weft thread shortening (%)	10	12	10

### 3.The description and relation in the ideal structure of the woven fabrics

When they are joining the centres of the bond squares in the woven scheme it is being obtained the geometrical lattice. These are being represented the same general properties of the woven as the symmetry and anisotropy are. Thus constructed textile lattice is isomorphic with planar crystallographic lattices and all their properties especially the symmetry can be transferred to the textile lattice. Let us construct the geometrical lattice from the woven of the plain, twill and satin bonds shown in the table 1. These three lattices are on the fig. 1 a, b, c.

From these figures together with the lattice theory it can be deduced the structure characteristics and the symmetry of the textile lattices. Generally it can be shown that each lattice point can be expressed through the following relation

$$\mathbf{r} = u \mathbf{a} + v \mathbf{b} \quad (1)$$

$\mathbf{r}$  is the position vector of the lattice point,  $\mathbf{a}$ ,  $\mathbf{b}$  are the lattice cell parameter (see fig. 1) and  $u$ ,  $v$  are the integer number. Because the  $\mathbf{a}$ ,  $\mathbf{b}$  are for the defined woven constant, it is possible to use for the designation of lattice point the symbol  $[(uv)]$  and  $[(00)]$  is the origin of the lattice. In the textile lattice it can be distinguished also the lattice direction. Each of them is determined through the two points; one is the origin and second is the general point  $[(uv)]$ . The often-used lattice directions are being denoted simply  $[uv]$ .

After the planar lattice theory, the periodic structures are having the elements of the macro- and/or microsymmetry. Through these the five type of the planar lattices [1, 2] are being induced. There are the simple parallelogram, squared, triangle, simple and centred rectangle (oblong) (fig. 2). Because the textile planar structure are being in the most causes orthotropic, the

The bond (geometrical) point density  $H(uv)$  in the orthotropic lattice is being defined as the number of bond points in the length unit. If the closed bond point

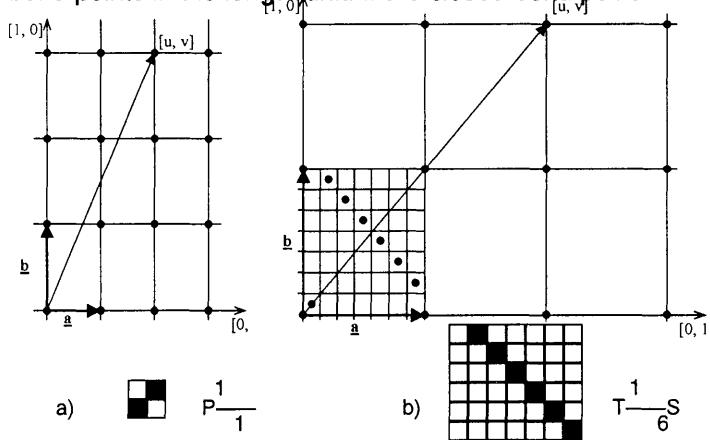


Fig. 1 Lattices of a) plain, b) twill and c) satin structures respectively

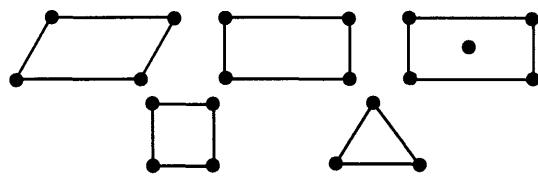


Fig. 2 The form of five different textile planar elementary unit cell: parallelogram, rectangle (oblong), centred rectangle, square ( $a = b$ ) and triangle

is in the distance  $L(uv)$ , then for the density  $H(uv)$  can be written

$$H(uv) = 1/L(uv) = n_o n_u / \sqrt{(n_o^2 u^2 + n_u^2 v^2)}, \\ n_o = 1/a, n_u = 1/b \quad (2)$$

$n_o$  is the linear warp thread density and  $n_u$  is the weft one.

For the polar diagram plotting there is very important to know also the angle between the direction  $[01]$  and general lattice direction  $[uv]$ ,  $\theta$ . This can be calculated after using the following formula

$$\cos([01],[uv]) = v n_u / \sqrt{(n_o^2 u^2 + n_u^2 v^2)}, \\ \theta = \cos^{-1}(vn_u / \sqrt{(n_o^2 u^2 + n_u^2 v^2)}) \quad (3)$$

For the simplifying the construction of the structure polar diagram the square unit lattice cell is being supposed,  $a = b$  and  $H(uv) = n / \sqrt{(u^2 + v^2)}$ , where  $n = n_o = n_u$ ,

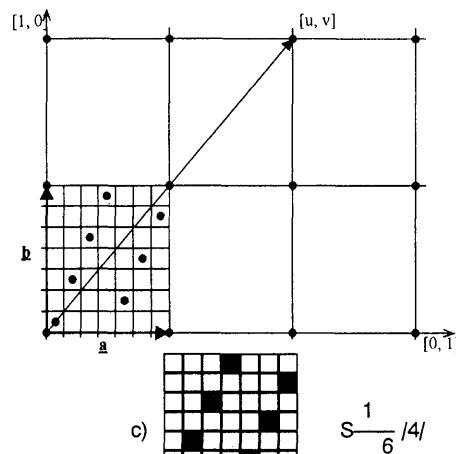
$$\theta = \cos^{-1}(vn_u / \sqrt{(n_o^2 u^2 + n_u^2 v^2)}) \quad (4).$$

In the fig. 3, 4, 5 the structure polar diagram are being presented.

From the fig. 3, 4, 5 it is seen that there are existing four primary and four secondary peaks in bond point density and the point density is being anisotropic. The measure of the anisotropy is defined as the coefficient of the anisotropy  $S(A)$

$$S(A) = (P_{\max} - P_{\min}) / (P_{\max} + P_{\min}) \quad (5)$$

Using the (5) it is possible to calculate the anisotropy coefficient for the structure anisotropy presented in the polar diagram on fig. 3, 4, 5.



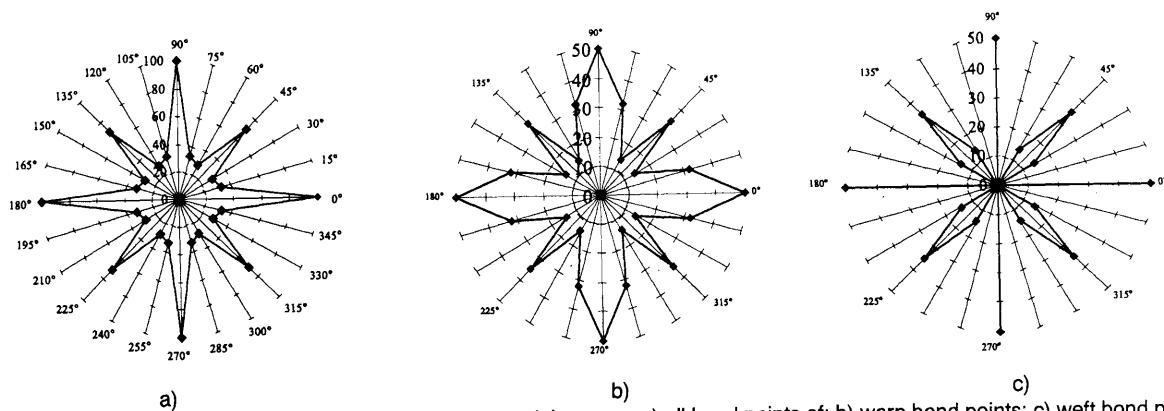


Fig. 3 The polar structure diagram  $H(uv) = H(q)$  for the plain woven a) all bond points of; b) warp bond points; c) weft bond points

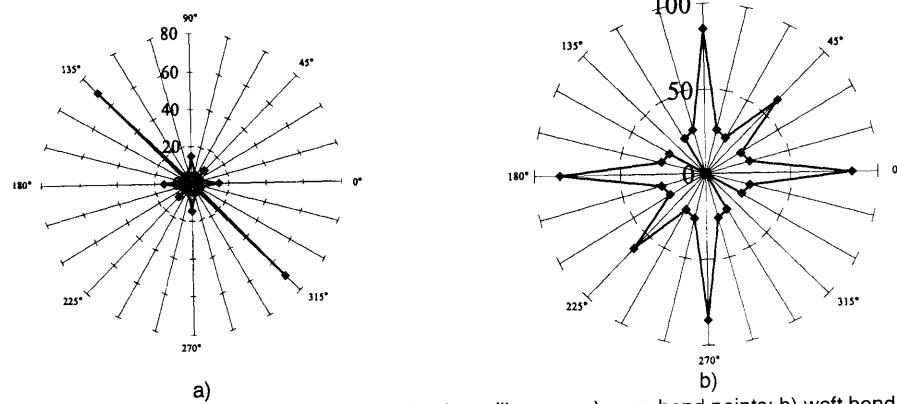


Fig. 4 The polar structure diagram  $H(uv) = H(q)$  for the twill woven a) warp bond points; b) weft bond points

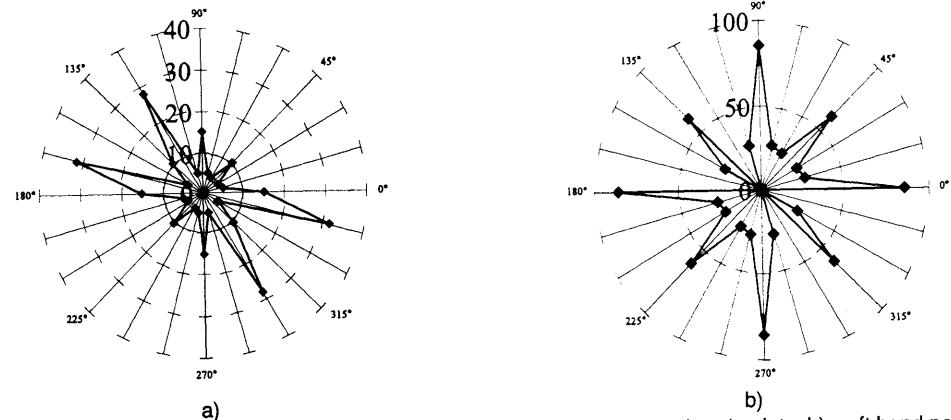


Fig. 5 The polar structure diagram  $H(uv) = H(q)$  for the satin woven a) warp bond points; b) weft bond points

	plain	woven bond	satin	
S(A)	warp	0,56	0,89	0,79
	weft	1	1	1

All bond points: 0,56.

#### 4. Anisotropy of elastic modulus of woven fabrics

The structure anisotropy of textiles is being implied the anisotropy of the textile properties especially of the mechanical ones. The most important property from the mechanical ones is the elastic (Young) modulus show-

ing the in general 3D anisotropy. For the mathematical description of the anisotropy the tensors are using. The tensor for the elastic modulus has the forth order and in general 81 components. These are being lowered with symmetry and 2D dimension for the orthotropic symmetry to the three components [3],[4]. Thus such an elasticity tensor  $E_{ij}$  can be expressed in the matrix form as

$$\| E_{ij} \| = \begin{pmatrix} E_{11} & E_{12} \\ E_{21} & E_{22} \end{pmatrix}, E_{12} = E_{21} \quad (6)$$

From (6) it is seen that for the orthotropy planar textile fabrics it is necessary to know only three tensor components. For the construction of the polar diagram,

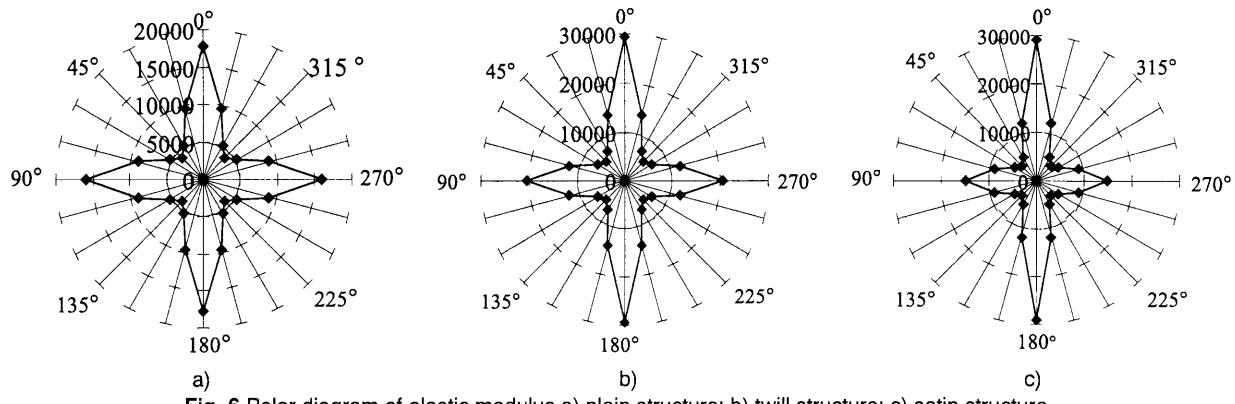


Fig. 6 Polar diagram of elastic modulus a) plain structure; b) twill structure; c) satin structure

the dependence of the elastic modulus  $E$  on the polar angle  $\theta$ ,  $E(\theta)$ , it is necessary to transform the tensor expression (6) to the more advantageous form with the following result [5,6]:

$$1/E(\theta) = (\cos^4\theta/E_o) + (\sin^4\theta/E_u) + (E_{45} + 1/4E_o - 1/4E_u)\sin^2\theta \quad (7)$$

From the relation (7) it is seen that for the construction of the whole polar diagram there are necessary to know the three value of the elastic modulus  $E_o$  is the modulus in warp direction  $E_u$  is the modulus in the weft direction and  $E_{45}$  is the modulus in the 45 degree direction in polar diagram. The three experimental obtained modulus values are sufficient to calculate after (7) values of elastic modulus in all directions in the polar diagram. This will be made for the plain bond in the fig. 6 a), for the twill bond in the fig. 6 b) and for the satin bond in the fig. 6 c).

From these figures it is being observed that only maximal values in the axis direction have been shown and the secondary peaks appearing in the structure anisotropy have been lost. Considering this fact it is possible to introduce the new quantity, the orthotropy coefficient  $S(O)$  through the following definition

$$S(O) = (E[10] - E[01])/(E[10] + E[01]) \quad (8)$$

where  $E[10]$  is denoting the elastic modulus in the direction of warp [10] and  $E[01]$  in weft [01] threads.

The values of the  $S(O)$  can achieve the values from

the interval  $<0,1>$ . The value 1 is reserved for the square orthotropy and the value 1 for the linear orthotropy, when the textile fabrics are created only trough the parallel threads. The  $S(O)$  values for the three types of the woven fabrics are being calculated and are as follows : for plain structure 0,04, for twill structure 0,14 and for satin woven fabrics 0,33.

## 5. Anisotropy of the drape of woven fabrics

The drape is defined as the deformation of the textile fabrics made through the gravitational force. Therefore for the drape measurements the different set up and technique can be used. In the first technique (1950) the circle textile sample of the known radius  $R$  is being coaxially situated on the solid circle base of the radius  $r$ . The action of the gravitational force is deforming the textile circle. The projection of the deformed textile fabrics trough the parallel light beam in the symmetry axis direction of the set up is leading the creation on the bed area  $A$ . The drape coefficient  $S(S)$  is defined as

$$S(S) = (A - \pi r^2)/(\pi R^2 - \pi r^2) \quad (9)$$

Now the area measurement is being made used the video camera and Lucia program for the evaluating of the  $S(S)$ . This method has been carried out for the drape measurements in [5],[6]. The measurements of the drape of the three woven structure are presented on the fig. 7.

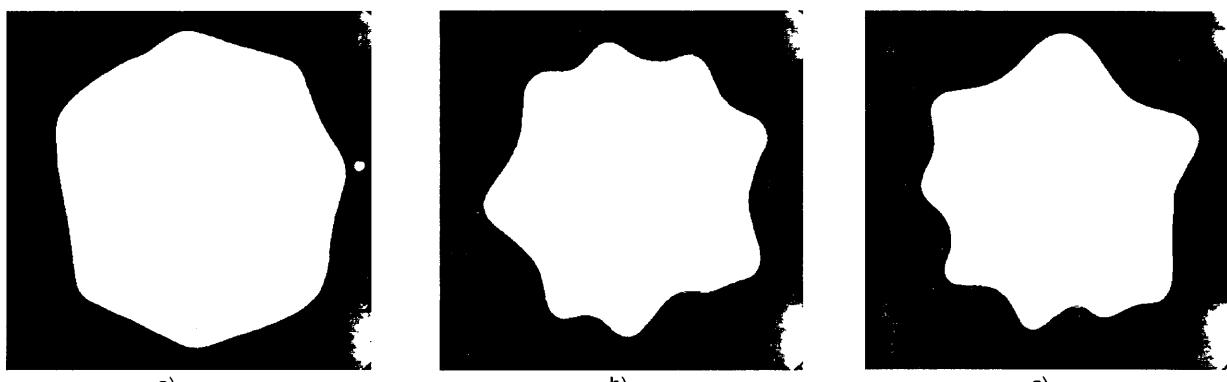


Fig. 7 The projection area in drape measurement of the a) plain structure; b) twill structure; c) satin structure.

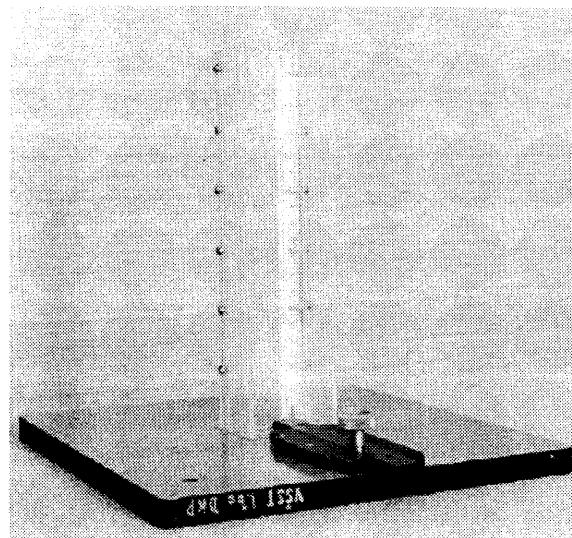
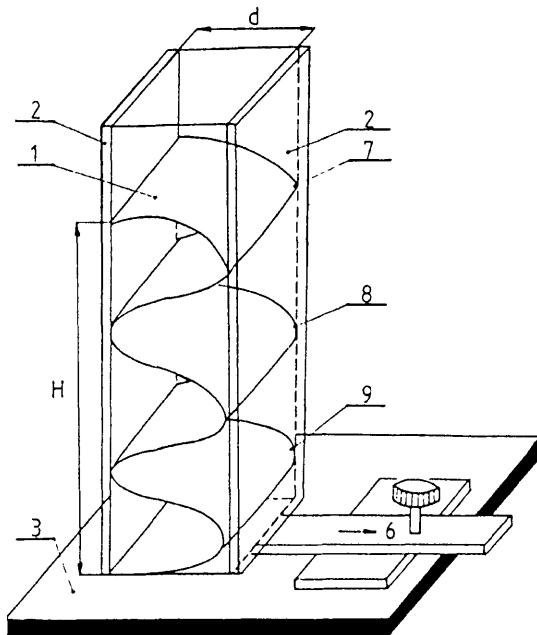


Fig. 8 The set up of the drapemeter after Sodomka [7], [8]

On the border of this projected area the so called waves are being observed. This is the expression of the drape anisotropy. Also their number is its characteristic. In the fig. 7 b) and 7 c), the 8 wave number is being shown; on the fig. 7 a) only 7 waves are being observed. Number 8 can be probably cohered with the structure anisotropy.

By the first author one fast and simple method of drape measuring (drapemeter) has been proposed. Its principle is being explained using the fig. 8. The textile fabric band of the length L (200mm) and the breath B (50mm) is putting between two planar wall and letting to create the waves. The textile fabric is in the contact with the walls at the heights  $L_1, L_2, L_3, \dots, L_i, \dots, L_n$ . The drape coefficient is defined as  $L/L$  or/and  $S (L/nL)$  where n is the number of the waves. The theory of this deformation type is in the beginning.

Another drapemeter is being based on the measuring of the sag of the textile fabric bend. The drape anisotropy

is measured in dependence of the band axis direction in the textile fabrics. The anisotropy measurements of the drape for the all three bond types through the textile bending are being presented on the fig. 9. These two last types of the dynamometers are in the development. The some details

## 6. Review, conclusions and further development

In the paper the connection between structure and anisotropy of the mechanical properties of woven textiles has been studied. For the structure description the crystallographic analogy between the 2D crystal lattice and 2D woven textile has been borrowed. The lattice points in woven textiles are the bonding points. On these suppositions the structure anisotropy of the three types of woven textiles have been designed on the fig. 3, 4, 5. These can be compared with the measured

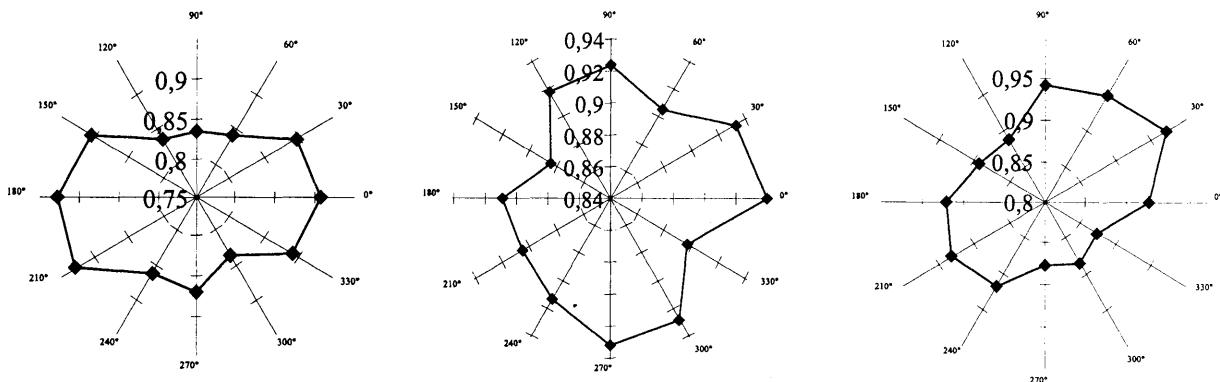


Fig. 9 Anisotropy of the drapeability measured through the textile bending of the sample preparation and measurements can the reader find in [9] and [10].

anisotropy of the Young modulus of woven textiles on fig. 6. From this comparison it is evident, that only orthotropy symmetry is being conserved. The subsidiary bonding point directions on the mechanical polar diagrams have not been observed.

In the paper it is being also shown that all mechanical properties have been shown anisotropy. The drapeability of woven textiles measured with classical method cannot be directly measured. For these purposes the two new methods have been proposed and applied.

The connection between structure and mechanical properties of woven textiles is not being easy to solve and this paper can be understood as the first step, because only the geometry of the bonding points has been considered and the forces between them can be neglected.

*This publication is being granted from the GACR under the grant number 106/01/0387.*

## References

- [1] Sodomka, L., et al.: Struktura tkanin a její vztah k anizotropii modulu pružnosti a splývavosti. Strutex 2001 TU Liberec CR p. 147
- [2] Sodomka, L., et al.: Anizotropie součinitele tření základních vazeb bavlněných tkanin. Strutex 2001 TU Liberec p. 141
- [3] Lonsdale, K.: International table for X-ray crystallography. Kynoch Press Birmingham England 1952, p. 50–60
- [4] Kelly, A., Groves, G. W.: Crystallography and crystal defects. Longman, London 1970, p. 20–30
- [5] Agarval , B. D., Broutman, L. J.: Analysis and performance of fiber composites. Wiley New York 1980, p. 124
- [6] Sodomka, L.: in Teorie netkaných textilií. Cvičení. VSST Liberec 198 p. 112
- [7] Sodomka, L., Kůš, Z.: Poznámky k některým charakteristikám textilií. Strutex 1999 TU Liberec p. 269
- [8] Richterová, A.: Anizotropie mechanických vlastností tkanin. Diplomová práce FTTU Liberec 1996, p. 84
- [9] Stará, K.: Diplomová práce FTTU Liberec, 2001, p 36–45
- [10] Sodomka, L., Stará, K., Vargová, H.: Struktura tkanin a její vztah k anizotropii modulu pružnosti a splývavosti. Strutex 2001 TU Liberec p. 147

Received: March 2002

# SOUVISLOST STRUKTURY S ANIZOTROPIÍ MECHANICKÝCH VLASTNOSTÍ TKANÍ

Transtation of article:

**Connection between structure, symmetry and anisotropy of mechanical properties of woven fabrics**

V článku je pojednáno o vztahu struktury, souměrnosti a anizotropie mechanických vlastností zvláště modulu v tahu, tření a splývavosti bavlnených tkanin tří základních vazeb: plátnové, keprové a atlasové. Anozotropie struktury tkanin je kvantifikována soustavou vazbových bodů, které tvoří dvojrozměrnou mřížku. Z ní je tak vytvořen souměrný útvar pro vazné body osnovní a útkové. Ty vytvářejí polární diagramy ve tvaru růžice s výraznými osmi maximy se čtyřčetnou osou souměrnosti, se stejnou osou souměrnosti jakou mají polární diagramy modulů v tahu. Všechny zavedené charakteristiky uvažovaných textilií vykazují anizotropii.

**Klíčová slova:** Struktura, souměrnost a anizotropie tkanin, elastický modul v tahu, splývavost.

## Úvod

Je snahou, jak teorie tak experimentu, vytvořit strukturu textilií z jejich základních prvků, jako jsou vlákna a vytváření plošných textilií z lineárních žádaných vlastností. Orientace a rozložení vláken a jejich orientace vytvářejí v tkaninách statickou periodickou stavbu tkanin, jejich geometrickou strukturu. Vazbové síly, které drží vlákna pohromadě vytvářejí pak jejich fyzikální strukturu. Je snahou jak experimentu, tak i teorie odvodit ze struktury vlastnosti textilií pro jejich technologii výroby. Z výchozí geometrické a fyzikální struktury tkanin vyplývají jako důsledek všechny vlastnosti textilií, jako jsou pružnost, pevnost, součinitel tření a splývavost. Je proto snahou textilního výzkumu objevovat vztahy mezi strukturou a vlastnostmi. Všechny tyto vlastnosti sdružuje anizotropie textilií. Předmětem článku je hledat tyto souvislosti.

## Strukturní anizotropie

Jako předmět výzkumu byly vybrány bavlnené tkani-

ny základních vazeb: plátnové, keprové a atlasové. Jejich základní textilní charakteristiky jsou shrnutы v tabulce a jejich strukturní zobrazení je na obr. 1. Textilie jsou chápány jako dvojrozměrné periodické struktury, které tvoří pět elementárních dvojrozměrných buněk uvedených na obr. 2. Jako strukturní charakteristika byla zvolena hustota vazbových bodů  $H(uv)$ , definovaná vztahem (2). Jejím užitím byly zkonztruovány polární strukturní diagramy pro základní vazby plátnovou, keprovou a atlasovou. Polární diagramy těchto struktur  $H(uv) = H(\check{c})$  mají čtyřčetnou nebo dvojčetnou osu souměrnosti a jsou uvedeny pro líc a rub na obr. 3, 4 a 5. Jím příslušné polární diagramy modulů v tahu jsou na obr. 6. Anizotropii jeví také splývavost všech tří typů tkanin, jak ji znázorňuje obr. 7. Práce ukázala na souvislost struktury a vlastností tří typů tkanin, plátnové, keprové a atlasové. V článku je rozlišena celková (všesměrová) a jednosměrová splývavost a uvedena jednoduchá metoda k hodnocení jednosměrové splývavosti spolu s jednoduchým měřicím přístrojem jednosměrové splývavosti.

# OBJECTIVE EVALUATION OF THERMAL EFFICIENCY OF PROTECTIVE GARMENTS CONTAINING PCM PARTICLES

Luboš Hes, L., Balcaříková, V.

Technical University of Liberec, e-mail: luboshes@hotmail.com

This paper brings concise explanation of the function of fabrics and clothes which provide increased thermal protection (insulation) on principle of dynamic thermal resistance given by accumulation of heat in PCM particles integrated into protective textile layer. Besides description of structure of the fabrics, a simplified thermo-mechanical model of their thermo-protective function is given.

In the second part of the paper, new method of thermal efficiency evaluation of the protection layers in time course time is described. This method is based on "time of at least twofold thermal protection" and an original device for application of this easy method is introduced. In the end, first findings found by the new method which emphasize necessity of relatively high amount of the PCM elements for sufficiently good protection effect are given.

## 1. Introduction

Several companies in the world offer sport clothes with higher thermal capacity, which provide temporary protection against overheating whether caused by stay in hot surroundings or by higher production of metabolic heat during high sport or work strain. Protective function of those products is based on heat absorption during phase change in so called "phase change materials" (PCM) which are put inside protection layer of the special clothes.

Due to intensive marketing, these clothes are known to public and they found their customers. However, producers of the fabrics are not able to characterize the effect of the proclaimed heat protection in simple manner. There is growing suspicion among textile specialists that the protection is not necessarily proportional to high price of these "performance" fabrics and garments.

Objective of this paper is a simplified analysis of thermoprotective mechanism of fabrics containing PCM elements and a proposal of new method and related devices which allow easy evaluation of thermal efficiency of the thermoprotective clothes of the "outlast" type.

## 2. Dynamics of fabric heating

While dressing especially of underwear with temperature different from body temperature we feel effect of heat accumulation in the clothes, which is given by area related thermal capacity of clothing  $C$  [ $J/m^2$ ] calculated as a product of specific heat  $c$  [ $J/kg$ ] and surface density of the fabric  $M$  [ $kg/m^2$ ]. Thermal conductivity of textile material takes share on the overall thermal-contact perception of the fabric. Well known Prof. Kawabata first pointed out the importance of dynamics of thermal-contact perception as a part of feel or hand [1]. Resulting

parameter called thermal absorbtivity  $b$  [ $Ws^{1/2}/m^2K$ ] introduced by Hes in [2] can be determined with commercial apparatus ALAMBETA described in [3].

Thermal capacity of clothes has to defend the body from sudden temperature changes in the environment, for example when leaving air-conditioned space and entering to tropical atmosphere.

In fact, this balancing effect is weak and short. Wool clothes provide much higher "buffer" effect due to vaporization heat of absorbed water, but only in case if high temperature of surrounding air comes with low humidity. Yet this is not a usual case. That is why fabrics based on heat accumulation by means of phase change appeared on the market.

This principle was first used in civil engineering - under roofs of "intelligent" houses there were put closed containers with PCM materials. The heat accumulated during hot days warmed the whole house during cold nights. Dr Barbara Pause published this principle first – see in [4] after the suitable way of application of these materials in fabrics was solved. The mostly used materials – alkens – are products of organic chemistry and their melting temperature lies usually between 15 and 40 °C. As an example eicosan can be used, with melting temperature 36,1 °C.

## 3. A theory of using of phase change materials in thermo-protective garments

These wax-like materials are enclosed in small capsules of diameter 5 to 15 micrometers and can be input and fixed inside any textile structure (e.g. in non-woven fabric) or on the surface of textile fabric by means of a resin. Recently, the PCM elements were successfully built inside acrylic fibres. These PCM elements are characterized by relatively high phase change heat  $L$  [cca 250 J/kg] which is taken off the fab-

ric during its heating-up in consequence of higher exterior temperature  $t_E$ , or when cooling it down from melted state. In both cases in the course of phase change  $t_{PC}$  [sec], PCM elements keep respective textile layer with thermal resistance  $R_{PC}$  at the phase change temperature  $t_{PC}$  for time of fractions to multiples of minutes.

If the user of the protection clothes is exposed to high exterior temperature  $t_E$ , then protective clothes consisting of two textile layers with inner and exterior thermal resistance  $R_{PROT}$  a  $R_E$ , and PCM layer which is laid between the textile layers, should guarantee that the skin temperature  $t_s$  of the wearer does not exceed at least for certain time the temperature limit level which brings thermal comfort feeling. With certain simplification and for  $R_{PROT} \gg R_E$  the above mentioned mechanisms can be quantified in the following way:

Heat flow  $q_o$  [ $\text{W/m}^2$ ] to the skin ( $t_s \approx 33^\circ\text{C}$ ) without protection:

$$q_o = (t_E - t_s) / (R_E + R_{PC} + R_{PROT}) \quad (1)$$

Heat flow  $q_p$  [ $\text{W/m}^2$ ] to the skin with protection ( $t_{PC} \approx 35\text{--}38^\circ\text{C}$ ):

$$q_p = (t_E - t_s) / (0.5R_{PC} + R_{PROT}) \quad (2)$$

If PCM protection appears, then  $q_p \ll q_o$ ,

Heat flow to PCM layer during the time of protection  $t_{OCH}$ :

$$q_{PCM} = (t_E - t_{PC}) / (0.5R_{PC} + R_E) \quad (3)$$

Total heat  $L$  [ $\text{J/m}^2$ ] necessary for complete melting of PCM layer:

$$L = q_{PCM} \cdot t_{PC} \quad (4)$$

Time of thermal protection provided e. g. by protection glove determined under precondition (in the practice only hardly feasible) that temperature of PCM layer is for certain time in the whole PCM layer constant:

$$t_{PC} = L / q_{PCM} = L \cdot R_E / (t_E - t_{PC}) \quad (5)$$

From this simplified analysis follows that level of protective function of PCM is strongly affected by the level

of phase change temperature and the level of thermal resistance, and that the most important factor is mass of PCM elements inserted into active layer of clothes. If their weight portion is low (lower than 30%), the outside penetrates through the PCM layer to inside layers which are in contact with skin and the second part of the equation is invalid. To get really effective PCM heat protection, we have to use thick textile layers, which are less flexible and consequently less comfortable.

#### 4. New method for evaluation of thermal efficiency of PCM protection

New instrument called PC Tester is based on commercial equipment ALAMBETA for the measurement of thermal-contact and thermal-isolation characteristic of flat textiles. The scheme of this equipment is shown on Fig. 1.

The instrument consists of two blocks – boxes with different temperatures. The temperature of the first one, so called SKINBOX, is kept on skin temperature  $t_{sk}$  by means of classical circulation thermostat 2. The second one is HOTBOX 3; it is heated or cooled electrically. The temperature in this case is kept by digital regulator or computer 4 on different level  $t_E$ . Tested fabric 5 containing PCM elements is located between sensing areas of both boxes, and in the course of the testing process it is surrounded by two flat textiles 6 and 7 which simulate both effect of thermal resistance of underwear with respective air gaps  $R_{PROT}$  and effect of total thermal resistance  $R_E$  between PCM layer and the environment with temperature  $t_E$ .

When evaluating effect of PCM layers it is necessary to prepare the PCM layer with thermal resistance  $R_{PC}$  as well as the simulation layer with the same thermal resistance  $R_{SIM}$ , but without PCM elements.

Evaluation of the efficiency is started by allocation of layers 4, 5 (SIM) and 6 between sensing surfaces of both boxes and their bringing into mutual thermal contact. The computer begins to register level of heat flow  $q$  [ $\text{W/m}^2$ ] passing through sensing surface of the SKINBOX. As it is evident from fig. No 2., the heat flow reaches its maximum  $q_{max}$  in short time  $t_0$  not exceeding several seconds, because effective surface thermal capacity of fabrics, given by product of specific heat  $c$  [ $\text{J/kg}$ ] and surface density of fabric [ $\text{kg/m}^2$ ] is very low. The final value of thermal resistance is then given by the relation (1).

In next step the textile fabric 5(SIM) replaces protective layer 5(PCM) in the measured assembly and measurement is repeated. In this case the increase of the level of heat flow is slower, because of the effect of heat accumulation needed to accomplishing of the phase change. In theory, the above mentioned accumulation of heat should be constant for some time and consequently, the heat flow should not change in the mean-

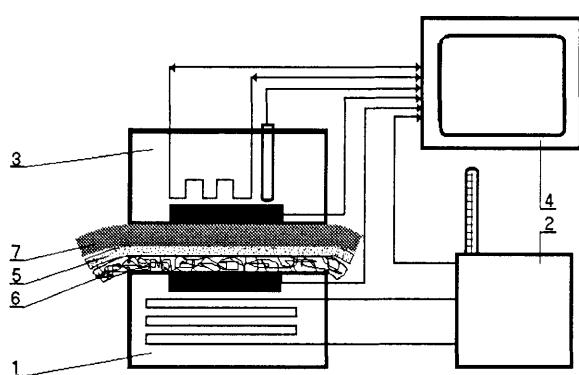


Fig. 1 Scheme of the PC Tester instrument for evaluation of efficiency of thermal protective fabrics

ing of the relation (3). Time of protection should be characterized by the time of protection according to the relation (5). In reality, there is no "plateau" with constant value  $q$  at the registration of the heat flow going through the system with PCM layers, because PCM layer is not continuous in usual application in textiles. A non reduced heat flow penetrates between fibres from outside layer, and as a result of it the curve of heat flow is smooth and continuous and reminds again an exponential one. How can we then simply evaluate time of protection?

In physics, the exponential curves characterize a lot of natural processes, as e.g. radioactive isotope decay. For simple expression of the radiation intensity drop, the radioactive half time was introduced, which is given by time necessary for drop of radiate level intensity to half. This parameter is useful, because it is clear for understanding. Similarly, analogy of this parameter will be used for evaluation of the thermal protective efficiency of fabrics containing PCM elements.

As the time of protection  $t_{PC}$  will be appointed the time in which heat flow will be lower or equal to one half of the maximum rate of heat flow  $q_{max,o}$  achieved when measuring the fabric simulating the protective layer, but without PCM elements.

Because thermal resistance  $R$  of fabrics is given by the known relation

$$R = (t_E - t_{ask})/q \quad (6)$$

then the time of protection means in reality also the time for what effective thermal resistance of protective fabric is at least twofold in comparison with the same layer without PCM elements.

## 5. Experimental results

First prototype of the equipment was made in cooperation with Prof. R. Gomes at the University of Minho.

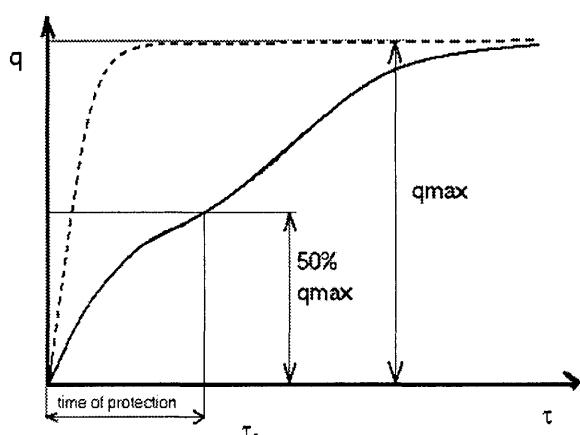


Fig. 2 Time course of heat flow passing through the simulated skin during the evaluation of thermal efficiency of the PCM fabrics in the PC Tester

The results were published at a conference in Portugal in 2001, but there was no detailed description of the device and method given [5]. During the preliminary tests the PCM layer (melting point 28 °C) was surrounded by textiles with the same thermal resistance  $R$  (about 0,1m<sup>2</sup>K/W) and the quantity of PCM elements was raised from 0 to 50% of the sample weight. Time necessary to reach the 50% level of  $q_{max,o}$  with raising proportion of PCM was increasing almost linearly to 620 sec, which in some extend proves the validity of relation (5).

Another prototype of the device PCM tester was build recently in the Textile Research Institute in Taipei, Taiwan, and the method was once more verified, by providing similar results. A priority of the described method of evaluation of thermal efficiency of PCM fabrics is covered by a patent application since 2001. The theoretical analysis of heat transfer in protective textile was completed at the Technical University of Liberec in 2002.

## 6. Conclusion

Function of thermo-protective fabrics containing PCM elements was analysed theoretically in this work and a new method for evaluation of thermo-protective function of these fabrics was proposed. This method provides the simulation of real boundary conditions at wearing of these fabrics and enables to characterize thermal efficiency of the PCM fabrics by the only parameter which is the time of at least twofold rise in thermal resistance. Preliminary tests carried out on the first prototype of the related instrument showed, that in order to reach the meaningful time of thermal protection, it is necessary to apply relatively high amount of PCM elements, when severe boundary conditions (in practice frequently occurring) of wearing of the protective clothes are set on the device.

## 7. Literature

- [1] Yoneda M., Kawabata S.: Analysis of Transient Heat Conduction in Textiles and Its Applications, Part II, *Journal of Textile Machinery Society of Japan* **31**, 73–81 (1983)
- [2] Hes L.: Thermal Properties of Nonwovens, in: Congress INDEX 87, Geneva 1987
- [3] Hes L., Doležal I.: New Method and Equipment for Measuring Thermal Properties of Textiles, *J. Text. Machinery Soc. of Japan* **42**, T124–128 (1989)
- [4] Pause B.: Development of the first protective clothing with microencapsulated PCM, in: Textextil Symposium, Francfort 1995
- [5] Gomes, J.N., Lima, C. J.: Application of the PCM Microcapsules to Textiles for Thermal Insulation. In: 1st AUTEX Technical Textiles Conference, Povoa de Varzim, Portugal 2001

*Acknowledgements:* Research work presented in this paper as partially supported by the grant No. LN00B090 offered by the Czech Ministry of Education.

Received: November 2002

# OBJEKTIVNÍ HODNOCENÍ ÚČINNOSTI TEPELNĚ OCHRANNÝCH TEXTILIÍ OBSAHUJÍCÍ PCM ČÁSTICE

Translation of article:

## Objective evaluation of thermal efficiency of protective garments containing PCM particles

V práci je stručně vysvětlena funkce textilií a oděvů poskytující zvýšenou tepelnou ochranu (izolaci) na principu dynamického tepelného odporu vytvořeného akumulací tepla v tzv. PCM částicích, které jsou integrovány do ochranné textilní vrstvy. Kromě popisu struktury těchto textilií je též uveden zjednodušený termomechanický model jejich tepelně-ochranné funkce.

Ve druhé části příspěvku je popsána nová metoda hodnocení tepelné účinnosti těchto ochranných vrstev pomocí tzv. doby nejméně dvojnásobné tepelné ochrany a je uveden i původní přístroj pro aplikaci této jednoduché metody. V závěru jsou zmíněny i první výsledky získané novou metodou, které zdůrazňují nezbytnost aplikace relativně vysokého množství PCM částic, aby ochranný efekt byl dostatečně výrazný.

### 1. Úvod

Několik firem na světě v poslední době nabízí sportovní oděvy se zvýšenou tepelnou kapacitou, které poskytují dočasnou tepelnou ochranu proti přehřátí, ať již způsobeného pobytom v horkém prostředí, nebo zvýšenou produkcí metabolického tepla při vysoké sportovní nebo pracovní zátěži. Tyto oděvy se díky intensivnímu marketingu staly známé veřejnosti a našly své zákazníky. Nicméně, výrobci těchto oděvů nejsou schopni jednoduchým způsobem charakterizovat účinnost proklamované tepelné ochrany. Mezi textilními odborníky proto klíčí podezření, že tato ochrana nemusí být vždy úměrná vysoké ceně těchto "performance" textilií a z nich zhotovených oděvů, založených na pohlcování tepla při fázové změně tzv. „phase change“ materiálů (PCM) uložených uvnitř ochranné vrstvy těchto speciálních oděvů.

Cílem tohoto příspěvku je zjednodušená analýza tepelně ochranného mechanismu textilií obsahujících PCM částice, a návrh nové metody a souvisejícího zařízení, které by umožnily jednoduché hodnocení tepelné účinnosti tepelně ochranných oděvů typu „outlast“.

### 2. Dynamika ohřevu textilií

Při oblékání oděvu, zejména pak spodního prádla o teplotě odlišné od teploty pokožky vnímáme vliv akumulace tepla v oděvu, daný plošnou tepelnou kapacitou oděvu  $C [J/m^2]$  danou součinem měrného tepla  $c [J/kg]$  a plošné hmotnosti textilie  $M [kg/m^2]$ . Na celkovém tepelně-kontaktním vjemu se pak podílí i tepelná vodivost textilie. Na důležitost dynamiky tepelně-kontaktního vjemu coby součásti omaku jako první upozornil známý Prof. Kawabata [1]. Výsledný parametr zvaný tepelná jímvost  $b [Ws^{1/2}/m^2K]$  zavedený Hesem v [2] lze pak měřit pomocí komerčního přístroje ALAMBETA popsaného např. v [3]. Tepelná kapacita oděvu pak by nás do jisté míry měla chránit před náhlými změnami teploty

okolí, např. když opouštíme klimatizovaný prostor a vstupujeme do tropického prostředí.

Ve skutečnosti je však tento kompenzační efekt slabý a krátkodobý. Daleko vyšší tzv. „buffer“ efekty poskytuje díky výparnému teplu sorbované vody vlněné oděvy, avšak jen tehdy, je-li vnější vysoká teplota okolního vzduchu doprovázena jeho nízkou vlhkostí. Toto však není běžný případ. Proto se na trhu objevily textilie založené na akumulaci tepla pomocí fázové změny. Tento princip byl nejdříve používán ve stavebnictví – pod střechami „inteligentních“ domů byly umístěny rozlehlé uzavřené nádoby obsahující PCM materiály. Teplota akumulovaná během horkého dne pak ohřívala celý dům během chladné noci. Jako první publikovala tento princip Dr. Barbara Pause - viz [4] poté, co bylo vyřešena vhodná forma aplikace těchto materiálů v textiliích. Nejčastěji používané materiály – alkeny jsou produkty organické chemie, a jejich tavná teplota běžně leží mezi 15 až 40 °C. Jako příklad uvedeme eicosan, s teplotou fázové změny 36,1 °C.

### 3. Teorie použití fázové změny materiálu v tepelně ochranných oděvech

Tyto vosku podobající se materiály jsou zapouzdřeny v malých kapslích o průměru 5–15 mikrometrů a tyto mohou být uloženy a zafixovány uvnitř jakékoli textilní struktury (např. v netkané textilii) nebo povrchu látky textilie pomocí pryskyřice. V poslední době se podařilo zabudovat PCM částice přímo do hmoty akrylátových vláken. Tyto PCM jsou charakterizovány relativně vysokou fázovou změnu tepla  $L$  [asi 250 J/kg] odebíranou z textilie při jejím ohřevu v důsledku vyšší teploty okolí  $t_E$ , nebo když dochází k chladnutí z roztaveného stavu. V obou případech, během času fázové změny  $t_{PC}$  [sec], PCM částice udržují příslušnou textilní vrstvu s tepelným odporem  $R_{PC}$  na teplotě fázové změny  $t_{PC}$  po dobu zlomků až násobků minut.

Je-li např. nositel ochranného oděvu vystaven vysoké teplotě okolí  $t_E$ , pak ochranný oděv, sestávající ze dvou textilních vrstev o vnitřním a vnějším tepelném odporu  $R_p$  a  $R_E$ , a z PCM vrstvy, umístěné mezi těmito vrstvami, má zajistit, aby teplota pokožky nositele  $t_s$  tohoto oděvu alespoň po nějakou dobu neprestoupila mezní úroveň, která poskytuje pocit tepelného komfortu. Po jistém zjednodušení a pro  $R_p \gg R_E$  lze výše popsané mechanismy kvantifikovat následovně:

Tok tepla  $q_o$  [ $\text{W/m}^2$ ] do pokožky ( $t_s \approx 33^\circ\text{C}$ ) bez ochrany:

$$q_o = (t_E - t_s)/(R_E + R_{PC} + R_{OCH}) \quad (1)$$

tok tepla  $q_P$  do pokožky s ochranou ( $t_{PC} \approx 35\text{--}38^\circ\text{C}$ ):

$$q_P = (t_{PC} - t_s)/(0,5R_{PC} + R_{OCH}) \quad (2)$$

Jestliže se PCM ochrana projevuje, pak  $q_P \ll q_o$ , tok tepla  $q_{PC}$  do PCM vrstvy během doby ochrany  $t_{OCH}$ :

$$q_{PCM} = (t_E - t_{PC})/(0,5R_{PC} + R_E) \quad (3)$$

celkové teplo  $L$  [ $\text{J/m}^2$ ] nutné pro úplné roztavení PCM vrstvy:

$$L = q_{PCM} \cdot t_{PC} \quad (4)$$

Čas tepelné ochrany poskytnutý ochrannou rukavicí stanovený za (v praxi obtížně realizovatelného) předpokladu, že teplota PCM vrstvy je skutečně po jistou dobu v celé PCM vrstvě konstatní:

$$t_{PC} = L/q_{PCM} = L \cdot R_E / (t_E - t_{PC}) \quad (5)$$

Jak vyplývá z této jednoduché analýzy, úroveň ochranné funkce PCM je silně ovlivněna zvolenými teplotami fázové změny a hladinou tepelného odporu, nejdůležitějším faktorem je pak hmotnost PCM částic vložených do aktivní vrstvy oděvu. Jestliže je jejich hmotnost nízká (nižší než 30 %), teplo přiváděné zvenčí proniká skrz PCM vrstvu do vnitřních vrstev dotýkajících se pokožky, a druhá rovnice této analýzy je neplatná. Následně, při požadavcích na účinnou tepelnou ochranu pomocí PCM částic je nutno používat tlusté textilní vrstvy, které jsou méně flexibilní, tudíž také méně komfortní.

#### 4. Nová metoda pro hodnocení tepelné účinnosti PCM ochrany

Nový přístroj PC Tester je do jisté míry založen na komerčním přístroji ALAMBETA pro měření tepelně-kontaktních a tepelně-izolačních vlastností plošných textilií. Schema přístroje je uvedeno na obr. 1.

Přístroj sestává ze dvou teplotně se odlišujících bloků – boxů, z nichž první tzv. SKINBOX, posice 1, je pomocí klasického oběhového termostatu 2 udržován na kožní teplotě  $t_{SK}$ . Druhý tzv. HOTBOX 3 je vytápěn resp. chlazen elektricky. Teplota je udržována digitálním regulátorem, resp. počítačem 4 na odlišné teplotě  $t_E$ .

Zkoušená textilie 5 obsahující PCM částice se pak při měření nachází mezi snímacími plochami obou boxů, avšak při testování je obklopena dvěma plošnými textiliemi 6 a 7, které simulují jak vliv tepelného odporu spodního prádla a souvisejících vzduchových mezer  $R_{OCH}$ , tak celkového tepelného odporu  $R_E$  mezi PCM vrstvou a vnějším prostředím o teplotě  $t_E$ .

Při měření účinnosti PCM vrstev je zapotřebí mít k dispozici jak vlastní PCM vrstvu o tepelném odporu  $R_{PC}$ , tak tzv. simulační vrstvu 5(SIM) se stejným tepelným odporem  $R_{SIM}$ , avšak bez PCM částic.

Hodnocení účinnosti pak začíná umístěním vrstev 4, 5(SIM) a 6 mezi snímacími plochami obou boxů a jejich uvedením do vzájemného tepelného kontaktu. Počítač pak začne registrovat úroveň tepelného toku  $q$  [ $\text{W/m}^2$ ] procházejícího měřící plochou SKINBOXU. Jak je patrné z obr. 2, tepelný tok dosáhne svého maxima  $q_{max,0}$  během krátké doby  $t_0$  nepřevyšující několik sekund, protože efektivní plošná tepelná kapacita textilií daná součinem měrného tepla  $c$  [ $\text{J/kg}$ ] a plošné hmotnosti textilie [ $\text{kg/m}^2$ ] je velmi nízká. Konečná hodnota tepelného odporu je pak dáná vztahem [1].

V dalším kroku se textilie 5(SIM) v proměřovaném souboru nahradí ochrannou vrstvou 5(PCM) a měření se zopakuje. V tomto případě však úroveň tepelného toku vzniká pomaleji, neboť se projevuje akumulace tepla potřebná k dosažení fázové změny. Teoreticky by zmíněná akumulace tepla měla být po jistou dobu konstantní, a následně i tepelný tok by se ve smyslu rovnice (3) neměl měnit. Doba ochrany by pak byla jednoznačně charakterizována časem ochrany dle vztahu (5). Ve skutečnosti však při registraci tepelného toku procházejícího systémem s PCM vrstvou praktické žádné „plato“ s konstantní hodnotou  $q$  nevzniká, a to proto, že PCM vrstva při běžné aplikaci v textiliích není souvislá. Mezi vlákny proniká neomezovaný tepelný tok z vnější vrstvy, důsledkem čehož je křivka tepelného toku hladká a spojitá a připomíná opět exponenciál. Jak tedy jednoduše hodnotit dobu ochrany?

Ve fyzice charakterizují exponenciální křivky mnoho přírodních dějů, jakým je i např. rozpad radioaktivních izotopů. Pro jednoduché vyjádření poklesu úrovně intenzity záření byl zaveden tzv. poločas rozpadu, daný dobou potřebnou k poklesu intenzity radioaktivního záření na polovinu. Tento parametr se vžil, protože je snadno pochopitelný. Proto bude analogie tohoto parametru použita i k hodnocení účinnosti tepelně ochranných textilií obsahujících PCM částice.

Průběh tepelného toku simulovanou pokožkou při ověřování účinnosti tepelně-ochranných textilií v přístroji PC Tester je na obr. 2.

Jako doba ochrany  $t_{PC}$  bude stanovena doba, po kterou tepelný tok  $q_{PCM}$  bude nižší nebo roven polovině maximální hodnoty tepelného toku  $q_{max,0}$  dosažené při proměření textilie simulující ochrannou vrstvu, avšak bez PCM částic. Protože tepelný odpor  $R$  textilií je dán známým vztahem

$$R = (t_E - t_{SK})/q \quad (6)$$

znamená doba ochrany ve skutečnosti také dobu, po kterou je efektivní tepelný odpor ochranné textilie nejméně dvojnásobný ve srovnání s stejnou vrstvou bez PCM částic.

## 5. Experimentální výsledky

První prototyp přístroje byl realizován na MINHO universitě v Portugalsku, a to ve spolupráci s Prof. R. Gomesem. Výsledky byly publikovány na konferenci v Portugalsku v r. 2001, avšak bez podrobného popisu přístroje a metody [5]. Při prvních předběžných testech byla PCM vrstva o tavné teplotě 28°C obklopena textiliemi o shodných tepelných odporech  $R$  (přibližně) = 0,1 m<sup>2</sup>K/W, přičemž množství PCM částic se z nulového podílu postupně zvyšovalo až na 50% hmotnosti PCM vzorku. Doba náběhu na 50%  $q_{max}$  se zvyšujícím se podílem PCM zhruba lineárně rostla až na 620 s, což potvrzuje platnost vztahu (5).

Podobných výsledků bylo dosaženo ve Výzkumném ústavu textilním v Taipei na Tajvanu, kde byl sestaven druhý prototyp PCM testeru a kde nová metoda byla

podruhé ověřena. Popsaná metoda měření a hodnocení tepelné účinnosti PCM byla v roce 2001 navržena k patentování. Teoretická analýza přenosu tepla v ochranné textilii byla dokončena na Technické univerzitě v Liberci v r. 2002.

## 6. Závěr

V práci byla teoreticky analyzována funkce tepelně ochranných textilií obsahujících PCM částice, a byla navržena i nová metoda měření a hodnocení tepelně-ochranné funkce těchto textilií. Nová metoda umožňuje simulovat reálné okrajové podmínky při nošení těchto textilií a charakterizovat účinnost těchto textilií pomocí jediného parametru, kterým je doba zvýšení efektivního tepelného odporu na nejméně dvojnásobek. Na prvním prototypu přístroje bylo ověřeno, že k dosažení doby významné doby ochrany je zapotřebí aplikovat relativně vysoká množství PCM částic, pokud na přístroji nastavíme nepříznivé (avšak v praxi se vyskytující) okrajové podmínky jejich nošení.

*Poděkování: Tato publikace částečně vznikla za podpory grantu MŠMT č. LN00B090.*

# THE PLASMA SURFACE ACTIVATION OF ARAMIDE REINFORCEMENT MATERIALS FOR RUBBER INDUSTRY

Janycka, P., Šuriová, V.

Rubber Research Institute of Matador, a.s., Púchov, Slovakia  
[peter.janycka@matador.sk](mailto:peter.janycka@matador.sk)

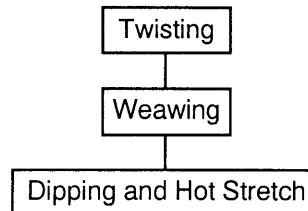
The adhesion properties of reinforcement materials for rubber industry treated in nitrogen plasma was measured. The plasma was generated by a pulsed electric voltage on the yarn surface. The adhesion between rubber blends and aramide tire cord was evaluated and compared with standard chemical treatment (RFL coated) materials. The experimental measurements were done on the standard tire cords materials with static and dynamic adhesion test methods.

## 1. INTRODUCTION

The textile reinforcing materials for the rubber industry like rayon and nylon possess polar surface resulting in strong physical or even chemical bonding to resorcinol-formaldehyde resin. The RF component promotes adhesion to the textile fabric via polar covalent interactions, while the dried latex rubber (L) covulcanizes with the rubber matrix ensuring adhesion to that material [1]. The optimization of treating process was published by many authors, because the treatment of advanced polyester tyre cord, which is used as conventional carcass materials for radial passenger tyres and also for all other rubber applications [2,3]. The influence of prolonged periods of storage can have detrimental effect on the adhesion characteristics of dipped cord [4] and also the influence of temperature and time on cord stiffness is studied in [5]. All these influences on the adhesion of layers aramide fibres-RFL – rubber are reduced using

the alternative way for surface activation of aramide tyre cord by the low temperature nitrogen plasma at atmospheric pressure.

In the rubber industry, the "conventional technology" activation of surface textile reinforcement materials is used most of all, in which the chemical treatment of greige material is the last operation of dipping process. The standard process of manufacturing textile tyre cord fabric consists of the following steps:



For the aramide and polyester tyre cord, as the widely used materials for radial passenger tyres, the "conventional technology" double dipped process is used during the final step of the production of tyre cord fabric. The chemical treatment consists of the predipped and dipped process for bonding with rubber matrix (Fig. 1).

The comparison of adhesion between rubber blends and standard aramide tyre cord chemically treated and surface activated by atmospheric – pressure plasma is evaluated in this paper by static and dynamic testing methods.

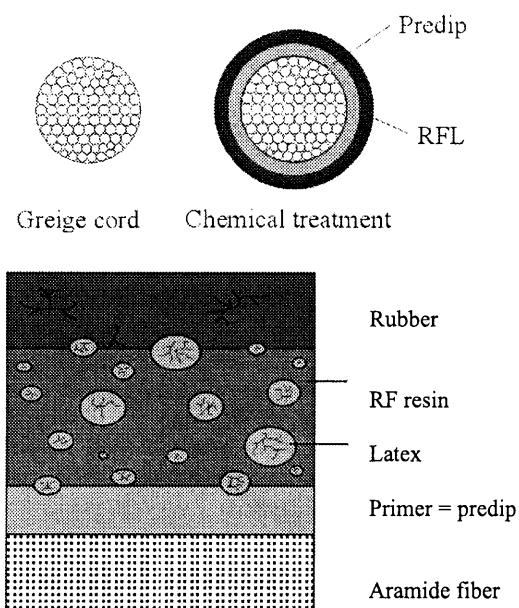


Fig. 1 The principle and systems of adhesion of reinforcement materials for the rubber industry – "conventional technology"

## 2. EXPERIMENTAL

### FIBRES AND RAW MATERIALS USED

The properties of commercial types of aramide cord 1100 D tex 1x2 twist 420/460 used as reinforcing materials in car tyres were evaluated during the experiment.

The first type of aramide cord was treated by chemical surface treatment based on RFL and the second type was without any chemical surface treatment.

The rubber compound A was used for fabric coating of all tested reinforcing materials contained natural rubber, SBR and polybutadiene rubber.

**Table 1** The physical-mechanical properties of aramide tyre cord  
1100 Dtex 1x2

Specification of aramide cord	Breaking Strength [N]	Elongation at Break [%]	Elongation at tension 45 N [%]	Elongation at tension 90N [%]	Thickness [mm]
1100Dtex x1x2	350	4,7	0,9	1,5	0,56

## TEST METHODS

The static adhesion of the tested cords to rubber was characterised in the standard H-pull test (ASTM D 2138-83) by the force required to draw out the filament bundle of a rubber block.

The adhesion between aramide cords and rubber blend after dynamic strain was characterised by dynamic adhesion (Henley test method) according to STN 62 1464. The principle and conditions of stress using the Henley Test Method:

The testing method is used to evaluate adhesion properties of textile reinforcing materials and those of metal reinforcing materials cured in a rubber compound test sample of cylindrical shape. The test sample is stressed in its central part applying dynamic pressure and bending force in the Henley testing apparatus. The sample is compressed between two anvil stakes in a speed of 450 cycles per minute (Fig. 2). Consequently, the adhesion of cord to rubber is measured in the central (deformed) and in the edge (non-deformed) parts of the test sample. The frequency of anvil stakes is 7.5 Hz. The standard conditions of measuring various kinds of cords are given in Table 2.

**Table 2** Standard Conditions of Measuring for Henley Test

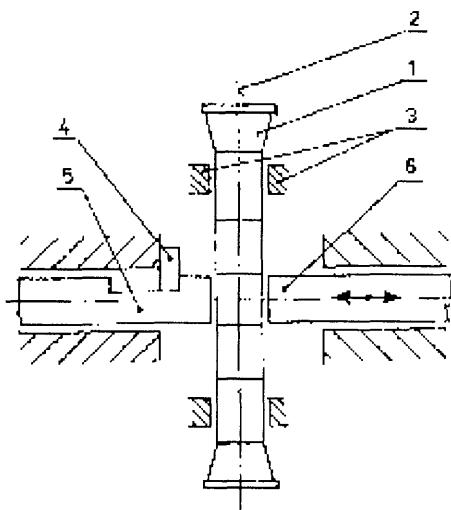
Kind of Tyre Cord	Time [hours]	Deformation [%]
Rayon Cord	12	37,41,45
Nylon Cord	12	35,43,51
Polyester Cord	12	35,39,43
Aramid Cord	12	35,43,51

Note: Conditions apply to constant temperature of 80 °C

The changes in the chemical structure of the fiber surface were investigated by infrared spectroscopy using an attenuated total reflection (ATR-IR) method. Absorption spectra were obtained by FTIR spectrometer MATSON with KRS-5 crystal.

The changes in the surface morphology of reinforcing aramide fibres after surface activation by low temperature nitrogen plasma at atmospheric pressure were analysed by scanning electron microscopy. The samples were sputtered with Au layer using a Sputter Coater of Balzers-SCD 050. The surface morphology was evaluated by scanning electron microscope Tesla BS-300 with attached digital unit Tescan.

The total volume between fibres in the cords, eventually of pores on the surface of treated cords and the distribution of size of the pores were analysed by the



**Fig. 2** The principle of Henley Test Method. 1 – Compound, 2 – Tyre Cord, 3 – Clamps, 4 – Positioning of Deformation, 5 – Fixed Anvil, 6 – Moved Anvil

method of the mercury porosimetry. Measurements were performed on the apparatus Porozimetro 1500, of Carlo Erba, Milan with attached evaluated unit CVT 960. With the maximum used pressure of the mercury 150 Mpa, we can achieve pores of 5 nm in size.

## TEST DEVICE

Our patented device was used for this surface treatment [6] and the information about it was published in more articles on reinforcing materials [7–11]. The device simplifies the surface treatment of reinforcing materials to required improved adhesion levels without RFL. Actually, one from the most widely applied techniques for the surface activation of polymers is the plasma treatment in which the polymeric surface is exposed to low-temperature plasma. The vast majority of applications were made at reduced pressures within  $10^{-5}$ –10 Torr [12–15], where the plasma can easily be generated and brought into direct contact with the fiber surface. High power consumption, long processing times and difficulty to scale-up of an experimental set-up to a large production reactor are disadvantages of the techniques.

The plasma reactor (Fig. 3) consisted of two on-axis arranged electrodes housed in a glass chamber. Nitrogen of a technical purity was introduced into the chamber with a flow rate on the order of  $1 \text{ cm}^3$  per second. The grounded stainless-steel tubular anode (Fig. 3 – 1) was 1 mm in inner diameter. The cathode (Fig. 3 – 2) was a 15 mm diameter hemispherically capped brass rod with a 2 mm diameter hole in its axis. The treated cords (Fig. 3 – 3) moved on the axis of the electrode system with a speed from 1.5 to 60 m per minute. The distance between electrodes was adjusted to 15 mm. The cathode was connected with a tyatron source of pulsed high voltage. The HV pulse rate was maintained at 100 Hz and the peak voltage was approximately 25 kV.

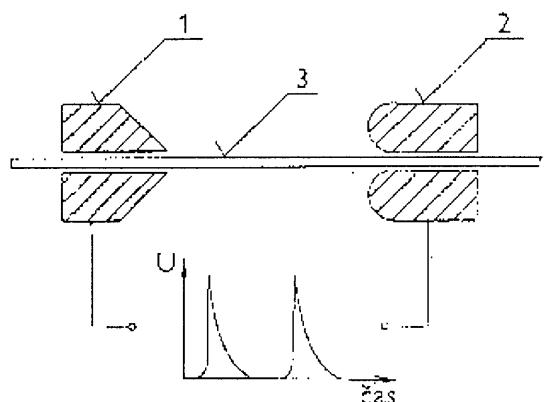


Fig. 3 The Principle of surface activation in Plasma reactor; 1 – steel anode, 2 – brass cathode, 3 – treated cord /time/

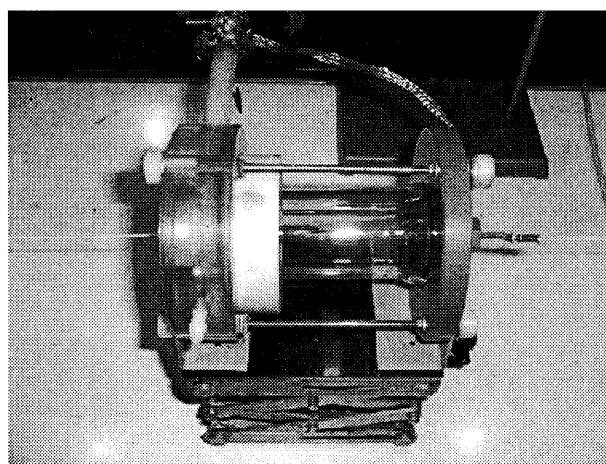


Fig. 4 Plasma reactor

### 3. RESULTS

The experimental was concentrated on the following areas:

Table 3 The influence of surface treatment on the structural properties of aramide cords 1100 Dtex 1x2

Specification of aramide cord	Total porosity [%]	Total volume of pores ( $V_t$ ), [ $\text{cm}^3/\text{g}$ ]	Volume of pores ( $V_{10}$ ) with diameter 10 $\mu\text{m}$ , [ $\text{cm}^3/\text{g}$ ]	Ratio $V_{10} / V_t$ , [%]
Untreated cord	44,08	0,538	0,198	36,8
Untreated cord + N <sub>2</sub> plasma	39,66	0,452	0,176	38,9
Cord treated by RFL	24,01	0,229	0,067	29,3
Hot rubberized cord treated by RFL	9,01	0,084	0,014	16,6

Table 4 The influence of surface treatment on the static and dynamic adhesion of aramide cord to rubber blend (compound A)

Specification of aramide cord	Method of surface treatment		Adhesion by HENLEY test STN 62 1464	
	wash activation in acetone	by plasma	Static, [N]	Dynamic, [N]
Untreated cord	–	–	69 ± 2,5	55 ± 6,0
Untreated cord	–	+	108 ± 8,5	86 ± 2,2
Untreated cord	+	–	74 ± 7,1	60 ± 9,3
Untreated cord	+	+	117 ± 4,2	83 ± 3,1
Treated cord by RFL	–	–	126 ± 4,2	135 ± 6,5

- the influence of plasma treatment on the structural properties of aramide tyre cord
- evaluation of adhesion between the N<sub>2</sub> plasma and RFL treated aramide cord.

The results of the influence of the aramide cords surface treatment obtained by mercury porosimetry are summarized in Table 3.

From the comparison of the value of the volume pores of untreated aramide cord and aramide cord treated by RFL is evident decreasing of total volume pores from 0,538  $\text{cm}^3/\text{g}$  to 0,229  $\text{cm}^3/\text{g}$ . After application of plasma treatment the value of total volume of pores is 0,452  $\text{cm}^3/\text{g}$ . The volume of the pores was reduced in the case of application of chemical treatment by RFL, because the pores were filled with RFL resin. The results confirm that the aramide cord after chemical surface treatment has reduced the volume of pores, which are available for rubber compound penetration (the pores of size greater than 10  $\mu\text{m}$ ).

The results of dynamic adhesion of aramide cords to rubber compound measured by a method of Henley test are shown in Table 4.

In the case of untreated aramide cord, adhesion was measured also after washing of acetone which the preadhesion surface treatment applied by the producer of cords was removed from the surface of cords. From results in table 4 is evident that the valued of static and dynamic adhesion to rubber compound increased after surface activation.

In the case of treated aramide cord by low temperature nitrogen plasma at atmospheric pressure, the 90 % level of static adhesion and 60 % level of dynamic adhesion in comparison with surface treated cord by RFL was obtained. These changes in adhesion of aramide are connected not only with chemical changes of the cord surface, but also with changes of morphology of the cord surface, which is illustrated in Fig. 5.

**Table 5** The influence of surface treatment on the adhesion of reinforcing materials to rubber blends

Type of cord	Method of surface treatment	Static adhesion H-test, [N]	Adhesion by HENLEY-test (STN 62 1464)
			Static, [N] dynamic [N]
Aramid cord	untreated	35 ± 1,9	69 ± 2,5 55 ± 6,0
	N <sub>2</sub> plasma treated	52 ± 1,7	118 ± 5,0 93 ± 7,4
	treated by RFL	102 ± 3,8	130 ± 3,1 138 ± 8,3

In the experimental work, it was also interesting to compare the level of dynamic adhesion and static adhesion to rubber compound after nitrogen plasma treatment or chemical treatment by RFL. The results are summarized in table 5.

Results in table 5 demonstrated positive influence of surface treatment by nitrogen plasma on the adhesion of aramide cord to rubber.

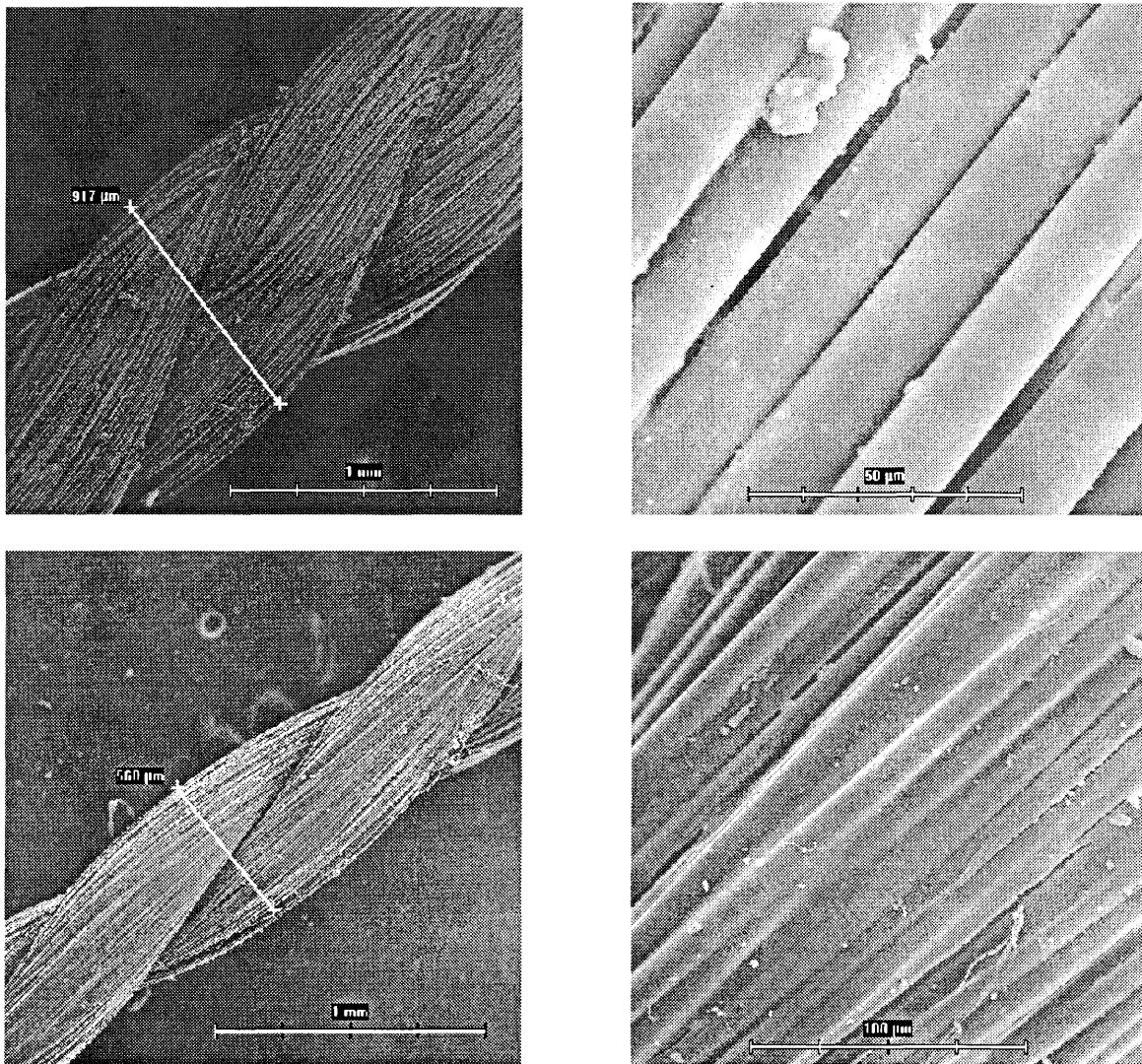
#### 4. DISCUSSION

The results presented in the paper confirmed that the application of low temperature nitrogen plasma at atmospheric pressure on the surface of aramide cords improves adhesion between cord and rubber compound in comparison with untreated cord.

The values of the volume of pores, which are available for rubber penetration (pore sizes greater than 10 µm) obtained by mercury porosimetry are different for individual surface treatments used.

The plasma surface treatment of aramide cord, based on these obtained results, is more advantageous for fabric coating in practical use than the chemical surface treatment.

The changes in the surface of aramide cord after surface treatment were evaluated by scanning electron microscopy. The obtained figures of chemical treated cords demonstrate unevenness of the RFL coat created by the treatment in comparison with the surface of plasma treated aramide cord.



**Fig. 5** The morphology of surface of the aramide cord; a – treated cord by the nitrogen plasma; b – chemical surface treatment by RFL

The values of the static and dynamic adhesion of untreated aramide cords and the nitrogen plasma treated cords demonstrate positive influence of plasma surface treatment on the adhesion of aramide cord to rubber blend. The static adhesion (by Henley test) after plasma surface treatment of aramide cords is at 90 % level of the chemical surface treatment in this time and the static adhesion (by H-test) after plasma surface treatment is at the 50 % level of the chemical surface treatment in this time..

In the next measurements we want to achieve the comparable level of adhesion with the level of adhesion after chemical surface treatment and simultaneously to eliminate the imperfections of the chemical surface treatment (the pores volume reduction, which are available for penetration of rubber compound, the unevenness of the RFL coat, the low value of adhesion between the cord and the RFL coating layer, etc.). It will be also necessary to study the influence of the low temperature plasma application at atmospheric pressure on the dimensional and stiffness characteristics of aramide tyre cords in more detail.

## 5. CONCLUSION

The obtained results of the surface treatment by low temperature nitrogen plasma at atmospheric pressure demonstrate that this method of the surface treatment of aramide cord introduces a suitable and technologically applicable system for the improvement of adhesion of aramide reinforcing materials to rubber.

By optimising the conditions of the plasma surface treatment we can improve the dynamic adhesion three times in comparison with untreated cord in the case of aramide cord.

The hydrophilicity and basic groups density on the surface of treated cord were improved by plasma treat-

ment and also the surface coating of plasma treated cord by rubber compound was more uniform.

## 6. LITERATURE

- [1] M. A., Doherty – B. Rijpkema-W. Weening: Promoting aramid – Rubber adhesion without epoxies-an alternative approach, Rubber World, September, 1995
- [2] F. J., Van der Pol – P. E., Papegaai-J. De Vos: Aramid fibers and adhesion to elastomers: Application and performance, Rubber World, November 1996
- [3] H. Janssen: Interfacial Aspects Relating to the Adhesion of Polyester and Aramid to EPDM and HNBR Rubber, Kautschuk Gummi Kunststoffe, 9/95
- [4] A. Vatansaver-M. Z. Efes: Ageing of RFL dipped cord fabrics, Tyre Technology International, 1998
- [5] T. Craig-F. Pomés, Treatment optimisation of advanced polyester tyre cord, Tyre Technology International, June 1998, p. 30–34
- [6] M. Černák, K. Fusek, J. Starigazda, I. Hudec, P. Janypka: SK Patent, Appl.174–98, (1998)
- [7] M. Štefečka, J. Ráhel', M. Černák, I. Hudec, M. Mikula, M. Mazúr, J. Mater. Sci. Letters, 18, (1999), p. 2007–2008
- [8] M. Štefečka, J. Ráhel', I. Hudec, P. Janypka, M. Černák, M. Kando, J. Mater. Sci. Letters, 19, (2000), p. 1869–1871
- [9] I. Hudec, P. Janypka, M. Černák, M. Štefečka, J. Ráhel': Surface Treatment of Reinforcing Materials by Atmospheric-Pressure Plasma Proceedings SRC'99, Púchov, (1999), p. 112–115
- [10] I. Hudec, H. Krump, P. Janypka, V. Reksová, M. Černák, M. Šimor, Plasty a kaučuk, 37, (2000), p. 260–263
- [11] P. Janypka, V. Reksová, I. Hudec, H. Krump, J. Ráhel', M. Černák: Surface Treatment of Reinforcing Materials for Tyre Construction by Atmospheric – pressure Plasma, Proceedings 13<sup>th</sup> Symposium on Application of Plasma Processes, January 15–21, Tále, Low Tatras, 2001, p. 23–26
- [12] F. Poncin – Epailard, B. Chevet, J. C. Brosse, J. Appl. Polym. Sci., 52, (1994), p.1047
- [13] S. Carlotti, A. Mas, J. Appl. Polym. Sci., 69, (1998), p.2321
- [14] F. Maneng, S. Carlotti, A. Mas, Ang. Makromol. Chem., 271, (1999), p.11
- [15] D. Bechter, R. St Berndt, W. Oppermann, Tech. Text., 42, No 1, (1999), p. E2

Received: October 2002

# AKTIVÁCIA POVRCHOV ARAMIDOVÝCH VÝSTUŽNÝCH MATERIÁLOV PLAZMOU PRE GUMÁRENSKÝ PRIEMYSEL

Abstract of article:

**The plasma surface activation of aramide reinforcement materials for rubber industry**

Článok sa zaoberá hodnotením adhezívnych vlastností aramidových kordov povrchovo upravených dusíkovou plazmou ku gumárskej zmesi používaných pre gumársky priemysel. Plazma bola na povrch vlákna generovaná striedavým elektrickým napäťom. Adhézia medzi gumovou matricou a aramidovým kordom upraveným dusíkovou plazmou bola porovnávaná s adhéziou medzi gumovou matricou a aramidovým kordom upraveným bežnou chemickou úpravou (RFL impregnáciou). Experimentálne merania boli prevedené dynamickými a statickými metódami pre meranie adhézie textilných výstužných materiálov ku gumárskej zmesi na štandardnom aramidovom korde.

# DETERMINATION OF HAZARDOUS ARYLAMINES IN TEXTILES AND TEXTILE PRODUCTS

Húšťavová, M., Pollák, M.

VÚTCH-CHEMITEK spol. s r. o., Žilina, Slovak Republic  
Authorized Body SKTC-119

## 1. Introduction

Safety of textile products and other consumer goods is an important factor influencing possibility of increasing export of the articles to EU-countries. Only manufacturers comparable with the most advanced ones in EU-countries have a guaranteed success. Protection of consumer, living and working environment plays at least the same role as fashion in textile manufacture. Today there are many environmental labels trying to present health safe products to consumers. A class of so-called „green“ textiles or eco-textiles was created as well. Labels ÖKO-TEX Standard 100, TOXPROOF and eco-tex belong undoubtely among the most important environmental labels in Germany but also in Europe. The European eco-label well-known as the European flower should be mentioned in this connection as well. It will cut down the immense number of environmental labels in the textile sector.

## 2. Arylamines

New regulations are being adopted in the frame of EU on the basis of new scientific knowledge about demonstrable hazardous properties of certain chemical substances. Azodyes used for dyeing of textile products and consumer goods are the most frequently discussed and the best regulated substances. They have the capacity to release certain arylamines by reductive cleavage and in the course of physiological processes. The arylamines were defined as demonstrable hazardous substances which may pose cancer risk. Azodyes are released from a textile surface on human skin by perspiration.

Findings of tests demonstrate that the aromatic amines can be subsequently resorbed through the skin into human body. Considerable risk of cancer exists when contact with the human skin is repeated. Observation of the prohibition against use the dyes can be testified simply by a declaration, however analytical verification is necessary as well to inspect compliance with the regulation on the market.

The Council Directive 76/769/EEC relating to restrictions on the marketing and use of certain hazardous substances and preparations (azodyes) was amended for the nineteenth time and adopted as Directive 2002/61/EC on a session of the European Parlia-

ment and Council of the European Union on July 19, 2002. Arylamines released by reductive cleavage are classified into two groups designated as:

MAK – III A1 – arylamines demonstrably carcinogenic for a man

MAK – III A2 – arylamines suspected to be carcinogenic for a man on the base of demonstrable carcinogenic effect on animals.

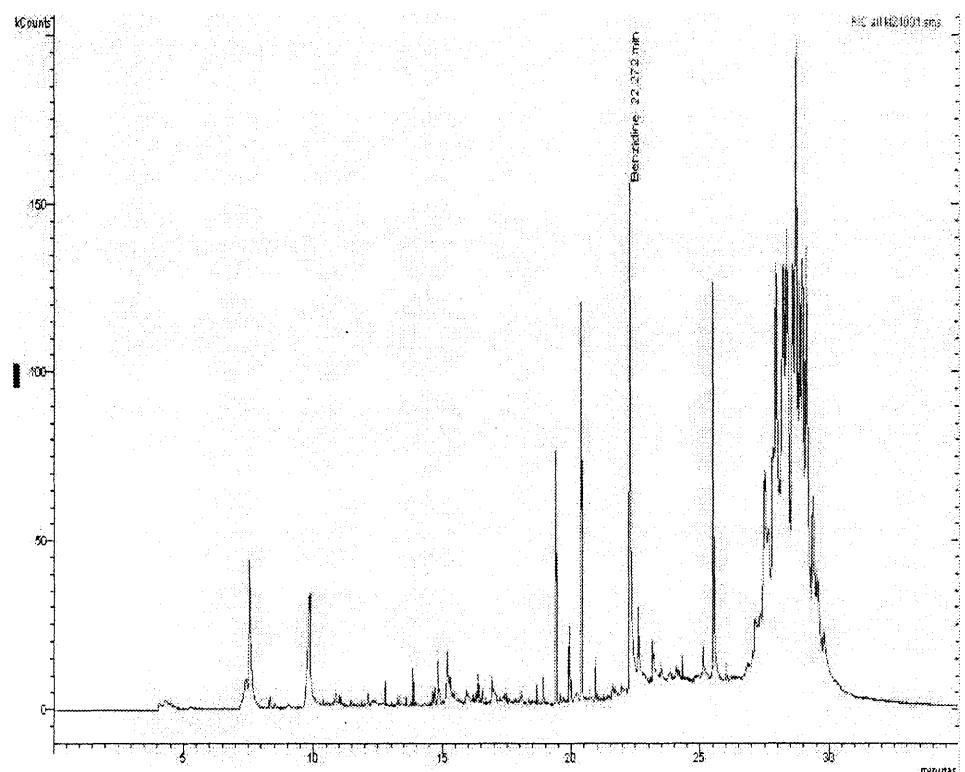
### List of arylamines prohibited in EU

No.	Arylamine	CAS number
1	4-aminobiphenyl	92-67-1
2	benzidine	92-87-5
3	4-chloro-o-toluidine	95-69-2
4	2-naphthylamine	91-59-8
5	4-chloroaniline	106-47-8
6	2,4-diaminoanisol	615-05-4
7	4,4'-diaminodiphenylmethane	101-77-9
8	3,3'-dichlorobenzidine	91-94-1
9	3,3'-dimethoxybenzidine	119-90-4
10	3,3'-dimethylbenzidine	119-93-7
11	3,3'-dimethyl-4,4'-diaminodiphenylmethane	838-88-0
12	p-cresidine (2-methoxy-5-methylaniline)	120-71-8
13	4,4'-methylene-bis-(2-chloroaniline)	101-14-4
14	4,4'-oxydianiline	101-80-4
15	4,4'-thiodianiline	139-65-1
16	o-toluidine	95-53-4
17	2,4-diaminotoluene	95-80-7
18	2,4,5-trimethylaniline	137-17-7
19	2-amino-4-nitrotoluene	99-55-8
20	o-aminoazotoluene	97-56-3
21	o-anisidine (2-methoxyaniline)	90-04-0
22	4-amino azobenzene	60-09-3
23	2,4-xylidine (2,4-dimethylaniline)	95-68-1
24	2,6-xylidine (2,6-dimethylaniline)	87-62-7

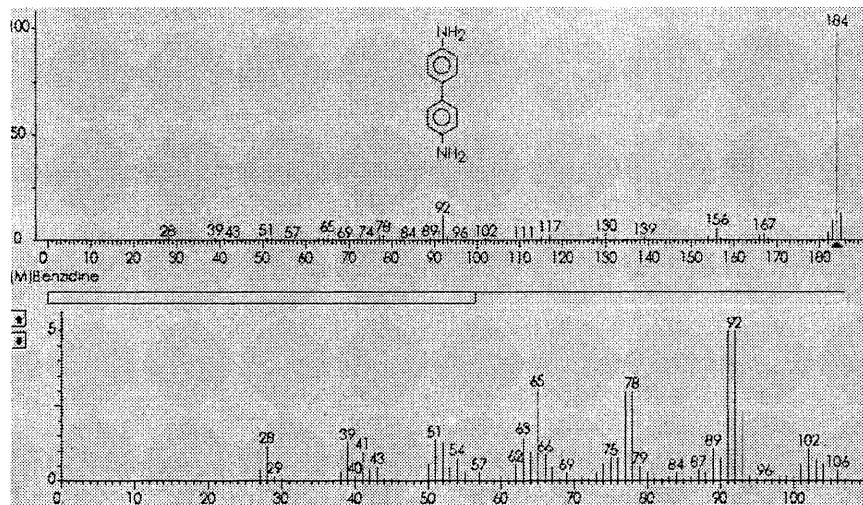
## 3. Analytical methods for evaluation of arylamines according to the Directive 76/769/EEC

Use of azodyes which may release one or more aromatic amines listed above in detectable concentrations i.e. above 30 ppm ( $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ) in final products or in the dyed parts thereof must not be used in textile and leather articles which may come into direct and prolonged contact with the human skin or oral cavity (e.g. toys).

A maximum concentration of 70 ppm is allowed for textile articles made of recycled fibres if the amines are



**Fig. 1** A sample containing benzidine from the international round test



**Fig. 2** Typical mass spectrum and structural formula of benzidine

released by residua deriving from the previous dyeing of the textiles. This is the case for a transitional period until January 1, 2005. This provision will enable to recycle textiles. The measure is beneficial to the environment.

A prerequisite to implementation of this Directive is harmonization of test methods for determination of the substances. The tests will be developed by the European Committee for Standardization (CEN) preferentially on the European level. Member States shall adopt and publish laws, regulations and administrative provisions necessary to comply with this Directive not later than September 11, 2003.

The most stringent and thoroughly elaborated criteria for use of certain azodyes in textile manufacture are valid in Germany at present. A test method for proof of prohibited azodyes has been worked out by the German Federal Institute for Protecting Consumer Health and Veterinary Medicine. It was published in the Federal Gazette of test methods in accordance with § 35 of the German Law relating to foodstuffs and consumer goods. Publication of the above-mentioned methods enables to prove results of analyses in all testing laboratories under the same conditions and in the same manner in spite of the existence of a number of applications (TLC,

HPLC, GC/MS). This method is used also in the frame of ÖKO-TEX Standard 100. Practical proof limit is 30 ppm. The limit must not be confused with the absolute proof limit of aromatic amines which can be even 1 ppm. The aim of the limit set up this way is to prevent false positive findings.

Test results are expressed as follows:

- if content of an amine is  $\leq 30 \text{ mg.kg}^{-1}$  (ppm), then no prohibited azo dyes have been determined in the sample tested under given conditions
- if content of an amine is  $> 30 \text{ mg.kg}^{-1}$  (ppm), then prohibited dyes have been used in manufacture and finishing the textile test sample

A positive result must be confirmed by another alternative method for determination of arylamines. Prohibited azo dyes which have the capacity to release by cleavage of their azo groups amines: o-aminoazotoluene and 2-amino-4-nitrotoluene are proved by this method as o-toluidine and 2,4-diaminotoluene. When concentration of 2-naphthylamine  $> 30 \text{ ppm}$  is found, further information (e.g. about chemical structure of the dyes etc.) is necessary to be obtained.

Process of determination of arylamines consists of steps as follows:

1. Sample preparation
2. Extraction – method depending on material composition of the sample
3. Reductive cleavage of azo dyes
4. Separation and concentration of amines
5. Detection and determination (TLC, GC/MS).

Methods for determination of arylamines in textiles by thin-layer chromatography and gas chromatography with FID detector were tested and adopted by the accredited testing laboratories of VÚTCH-CHEMITEK, spol. s r. o., SKTC-119, Žilina already in 1999. Presence of the health harmful arylamines was tested and proved in textile samples dyed in the laboratory for coloristics of SKTC-119 and subsequently also in textile samples obtained in the frame of round tests organized on an international level. The substances were proved also in a sample of Midlon Red. Arylamines: 3,3-dimethoxybenzidine; benzidine; 3,3-dimethylbenzidine were involved.

A gas chromatograph with mass detector was added to instrumentation of the analytical laboratories as pre-

cise and clear analytical results are required increasingly. Thus, possibilities of analysis of arylamines in textiles have been extended considerably.

Capability to determine arylamines by GC/MS was checked in the frame of international round tests organized by the International Association ÖKO-TEX in the first quarter of the year 2002. Twenty European testing laboratories participated in the tests. Benzidine was proved and determined in a textile sample. Result of the international round tests confirmed clearly that the testing laboratories of SKTC-119 have managed successfully procedures for analysis of arylamines in textiles. The results can be seen in Figures as follows:

#### 4. Conclusion

Prohibited dyes are used for dyeing of textile products imported mostly from countries with cheap labour force and cheap raw materials. Low price of the products is often a result of non-consistent quality control and low level of environmental standards. Manufacturers and importers are aware that environmental safety of products is an inevitable condition of successful export today.

An indirect proof through amines is the only possible and correct way regarding great number of azo dyes capable of decomposing by potential cleavage into arylamines that are known or suspected carcinogens. Occurrence of 123 dyes, coupling ingredients and developers is still anticipated on the market. An authorized testing laboratory with an appropriately qualified staff and proper equipment is able to carry out successful determination of all hazardous arylamines in the applied azo dyes using a suitable time-undemanding analytical method without need to have all reference samples of azo dyes at disposal.

#### 5. Literature

- [1] Directive 76/769/EEC
- [2] Directive 2002/61/EC
- [3] ÖKO-TEX Standard 100

Received: October 2002

# SLEDOVANIE NEBEZPEČNÝCH ARYLAMÍNOV V TEXTÍLIÁCH A TEXTILNÝCH VÝROBKOV

Translation of article:  
**Determination of hazardous arylamines in textiles and textile products**

## 1. Úvod

Bezpečnosť textilných výrobkov a ostatných spotrebnych predmetov je dôležitým faktorom pre zvýšenie ich exportuschopnosti do krajín EÚ. Zaručený úspech majú len výrobcovia porovnatelní s najvyspelejšími výrobcami v štátoch EÚ. Ochrana spotrebiteľa, ochrana životného a pracovného prostredia hrajú pri výrobe textilií minimálne takú dôležitú rolu ako móda. V súčasnosti je k dispozícii veľké množstvo ekoznačiek, ktoré sa snažia spotrebiteľom prezentovať tzv. zdravotne neškodné výrobky. Bola vytvorená aj tzv. trieda textilií pomenovaných ako „zelené“ textilie alebo ekotextilie. K najdôležitejším ekologickým značkám v Nemecku a aj v Európe patria určite značky ÖKO-TEX Standard 100, TOX-PROOF a eco-tex. V tejto súvislosti treba spomenúť aj európsku ekoznačku známu ako európsky kvet, ktorá obmedzí neprehľadne veľké množstvo ekologických označení v textilnom sektore.

## 2. Arylamíny

Vďaka novým informáciám o preukázateľne zistených nebezpečných vlastnostiach niektorých chemických látok sa v rámci EÚ pristupuje k schvaľovaniu nových legislatívnych opatrení. Jednou z najviac diskutovaných a legislatívne najviac „ošetrených“ látok sú azofarbívá, používané pri farbení textilných výrobkov a spotrebnych predmetov. Redukčným štiepením azofarbív a v priebehu fyziologických pochodov môžu vznikať arylamíny, ktoré boli preukázateľne definované ako nebezpečné látky. Pôsobením potu dochádza k uvolňovaniu azofarbív z povrchu textiliu na povrch ľudskej pokožky.

Skúšky ukázali, že následne sa aromatické amíny môžu resorbovať cez pokožku do vnútra ľudského tela. Pri opakovanom kontakte s pokožkou existuje nezanedbateľné nebezpečenstvo vzniku rakoviny. Dodržiavanie zákazu ich používania je sice možné splniť jednoduchou deklaráciou, ale je nevyhnutná aj možnosť analytického preverenia v rámci kontroly plnenia legislatívneho opatrenia na trhu uvedených výrobkov.

Na zasadnutí európskeho parlamentu a rady dňa 19. júla 2002 bola opäťovne novelizovaná Smernica Rady 76/769/EHS o obmedzeniach predaja a používania niektorých nebezpečných látok a prípravkov (azofarbív) ako Smernica č. 2002/61/ES. Arylamíny, ktoré vznikajú ich redukčným štiepením sú rozdelené do dvoch skupín, označených ako:

MAK III A1 – arylamíny preukázateľne rakovinotvorné pre človeka

MAK III A2 – arylamíny, u ktorých sa predpokladá rakovinotvorný účinok na človeka na základe preukázateľného karcinogénneho účinku na zvieratách

## 3. Analytické metódy na hodnotenie arylamínov podľa Smernice č. 76/769/EHS

Azofarbívá, ktoré môžu uvolňovať 1 alebo viac aromatických amínov, ktorých zoznam je uvedený v predchádzajúcej časti príspevku, v zistiteľných koncentráciách, t.j. nad 30 ppm ( $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ) vo finálnych výrobkoch alebo v ich farbených častiach sa nesmú používať v textilných a kožených výrobkoch, ktoré môžu prichádzať do priameho a dlhodobého kontaktu s ľudskou pokožkou alebo s ústrou dutinou (napr. hračky).

Na textilné výrobky vyrobené z recyklovaných vlákien je povolená maximálna koncentrácia amínov 70 ppm dočasne do 1. 1. 2005, ak sa amíny uvolňujú zo zvyškov z predchádzajúceho farbenia týchto textilií. Tým sa umožní recyklácia textilií, čo je prospešné pre životné prostredie.

Podmienkou implementácie tejto Smernice je harmonizácia skúšobných metód pre ich stanovenie, ktoré vypracuje Európsky normalizačný výbor (CEN), najlepšie na európskej úrovni. Členské štáty sú povinné do 11. 9. 2003 schváliť a zverejniť zákony, nariadenia a administratívne opatrenia zabezpečujúce súlad národnej legislatívy s touto Smernicou.

Najprísnejšie ale aj najdôslednejšie prepracované kritéria na používanie vybraných druhov azofarbív pre výrobu textilií majú v súčasnej dobe v Nemecku. Nemeckým spolkovým ústavom pre ochranu zdravia spotrebiteľov a veterinárnu medicínu bola vypracovaná testovacia metóda určená na dôkaz zakázaných azofarbív. Bola zverejnená v Úradnej zbierke skúšobných metód podľa § 35 Nemeckého zákona o potravinách a spotrebnych predmetoch. Zverejnenie uvedenej metódy umožňuje preveriť výsledky analýz vo všetkých skúšobných laboratóriách pri rovnakých podmienkach a rovnakým spôsobom napriek existencii viacerých aplikácií (TLC, HPLC, GC/MS). Ide o metódu používanú aj v rámci normy ÖKO-TEX Standard 100. Praktická hranica dôkazu je 30 ppm. Tá sa nesmie zamieňať s absolútou hranicou dôkazu aromatických amínov, ktorá môže byť aj na úrovni hodnoty 1 ppm. Cieľom takto sta-

novenej hranice je zabrániť chybným pozitívnym nálezom.

Výsledky skúšky sa vyjadrujú nasledovným spôsobom:

- ak je obsah jednotlivého amínu  $\leq 30 \text{ mg.kg}^{-1}$  (ppm), potom pri daných podmienkach skúšania neboli v skúšanej vzorke výrobku stanovené zakázané azofarbív.
- ak je obsah  $> 30 \text{ mg.kg}^{-1}$  (ppm) jednotlivého amínu, potom pri výrobe alebo úprave skúšanej textilnej vzorky boli použité zakázané azofarbívá.

Pozitívny výsledok je potrebné potvrdiť prostredníctvom ďalšej alternatívnej metódy

stanovenia arylamínov. Zakázané azofarbívá, ktoré by mohli pri štiepení svojich azoskupín vytvárať amíny: o-amínoazotoluén a 2-amíno-4-nitrotoluén sa dokážu touto metódou ako o-toluidín a 2,4-toluyléndiamín. Pri zistení 2-naftylamínu v koncentrácií  $> 30 \text{ ppm}$  je potrebné získať ďalšie doplnkové informácie (napr. o chemickej štruktúre použitých farbív a pod.).

Postup stanovenia arylamínov pozostáva z nasledovných krokov:

1. Príprava vzorky
2. Extrakcia – spôsob podľa materiálového zloženia vzorky
3. Redukčné štiepenie azofarbív
4. Separácia a koncentrácia aminov
5. Detekcia a stanovenie (TLC, GC/MS)

V akreditovaných skúšobných laboratóriách VÚTCH-CHEMTEX, spol. s r.o., SKTC-119, Žilina boli už v r. 1999 odskúšané a zavedené metódy na stanovenie arylamínov v textiliach tenkovrstvovou chromatografiou a plynnou chromatografiou s FID detektorom. Prítomnosť zdraviu nebezpečných arylamínov bola odskúšaná a následne dokázaná v textilných vzorkách modelovo vyfarbených v laboratóriu koloristiky SKTC-119, následne aj v textilných vzorkách získaných v rámci medzilaboratórnych porovnávacích skúšok realizovaných na medzinárodnej úrovni, ako aj vo vzorke farbiva Midlonova červená. Šlo o tieto arylamíny: 3,3-dimetoxybenzidín; benzidín; 3,3-dimetylbenzidín.

Vzhľadom na zvyšujúce sa nároky na presnosť a jednoznačnosť analytickej výsledkov, bolo prístrojové vybavenie analytickej laboratórií doplnené o plynový chromatograf s hmotnostným detektorom, čím sa možnosti analýzy arylamínov v textiliach podstatne rozšírili.

Schopnosť stanovovať arylamíny pomocou GC/MS bola preverená v rámci medzinárodných porovnávacích testov, ktoré organizovalo medzinárodné združenie ÖKO-TEX v prvom štvrtroku r. 2002 a ktorého sa zúčastnilo 20 európskych skúšobných laboratórií. V textilnej vzorke bol dokázany a stanovený benzidín. Výsledok MPS jednoznačne potvrdil, že metodiky analýzy arylamínov v textiliach boli vfašobných laboratóriách SKTC-119 úspešne zvládnuté. Výsledky sú znázornené na nasledujúcich obrázkoch 1 a 2.

#### 4. Záver

Problematika používania zakázaných farbív je v súčasnosti zameraná na textilné výrobky, ktoré sú importované z krajín s lacnou pracovnou silou a využívaním lacných surovinových vstupov, vých je nízka cena často výsledkom nedôslednej kontroly kvality a nízkej úrovne environmentálnych noriem. Environmentálna vhodnosť výrobkov je v súčasnej dobe pre výrobcov a importérov nevyhnutným predpokladom úspešnej realizácie exportu.

Vzhľadom na veľký počet azofarbív, ktorých potenciálom štiepením môžu vznikať rakovinotvorné a podozrivé arylamíny (ide o 132 farbív, kopulačných zložiek a vyvíjačov, o ktorých sa predpokladá, že sa ešte vyskytujú na trhu) je ich nepriamy dôkaz cez amíny jediný možný a správny spôsob. Pri zvolení vhodnej analytickej metódy, pri ktorej nie je potrebné mať k dispozícii všetky referenčné vzorky azofarbív a ktorá je naviac časovo nenáročná, sa v rámci kompetentného, vhodného personálne a technicky vybaveného skúšobného laboratória, zabezpečiť úspešné stanovenie všetkých nebezpečných arylamínov v použitých azofarbivách.

# IMPLEMENTATION OF THE ECO-LABEL “ENVIRONMENTALLY FRIENDLY PRODUCT” IN CONDITIONS OF THE SLOVAK REPUBLIC

Dubnická, A., Sládek, D.

VÚTCH-CHEMITEK, spol. s r. o., Žilina, Slovak Republic

Protection of the environment plays an increasingly important role in developed countries and it becomes a decisive condition of sustainable development of the society. Systems of environmental management of industrial and manufacturing activities are being introduced, enhanced attention is paid to the influence of products on the environment and on human health, principles of prevention and principles of voluntariness with participation of public are being implemented increasingly.

Tendencies of propagation of indirect tools are apparent in the environmental policy besides the national legislation. They are based to considerable extent on voluntary activities of manufacturers and increasing environmental awareness of citizens. Systems of environmental evaluation and labelling are being implemented. They declare that a product meets in conformity with present stage of knowledge selected parameters reducing or even eliminating adverse effects on the environment and/or human health. At the same time, there is apparent an effort to assess product in the whole life cycle, i.e. from raw materials, through manufacture, application up to its disposal or recycling. Introduction of the systems follows not only from the effort and requirements of state environmental bodies, but also from interests of manufacturers and customers.

Labelling of environmentally friendly products with a guaranteed eco-label is a recognized and motivating indirect tool of the environmental policy. Thus, customers obtain positive information about “cleaner” products acceptable from the environmental point of view.

Some countries, carrying out environmental evaluation and eco-labelling of products, implement a unified system according to the Directive of the European Union EEC 880/92 as amended by the Directive of the European Union No. 1980/2000 and No. 761/2001/EC concerning a scheme for awarding eco-label of the Community. The Slovak Programme of environmental labelling follows from the scheme. The Programme was adopted by the Governmental Ordinance of the Slovak Republic on February 6, 1996 as a National Programme of Environmental Assessment and Labelling of Products in the Slovak Republic (further Programme) with validity from April 15, 1997. The label “Environmentally Friendly Product” (EFP) becomes an important informative tool of environmental and customer-oriented policy as a result of implementation of the Programme.

**Basic documents** for environmental assessment and labelling of a product group are a technical report and a directive. The technical report justifies selection of a given group of products from environmental point of view and it is a basis for working out a draft directive. The directive is a technical document for assessment of the group of products. It includes definition of terms, exact specification of the group of products subject to the directive, basic and specific requirements as well as way of verification.

**Basic requirements** refer to environmental properties and performance characteristics of a product. They are to ensure that the product is comparable regarding its performance characteristics with competitive products designed for the same purpose (environmental properties have not been achieved at the expense of quality).

**Specific requirements** are higher than that contained in general binding regulations and technical standards. They are set up with regard to present level of science and technique and they must be achievable for a manufacturer. Method of verification of properties including test methods is given in a separate part of the Directive. Test methods according to STN, EN and ISO standards are used preferentially.

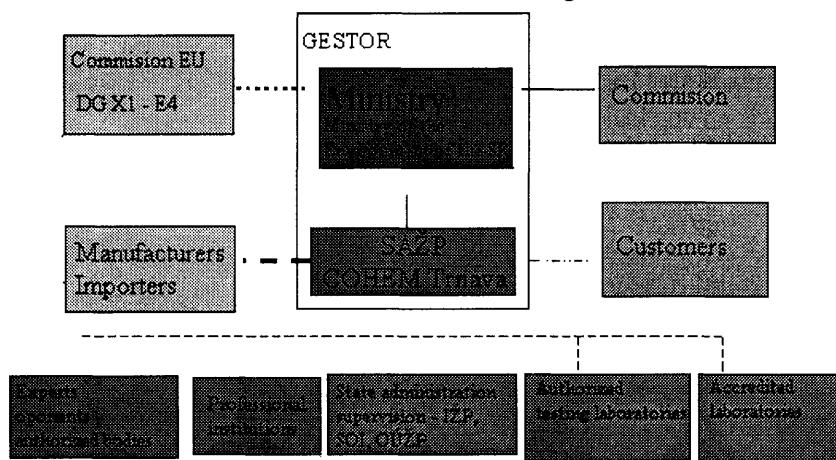
Coordinator of the Programme is Ministry of the Environment of the Slovak Republic. Minister of the Environment approves directives, awards and withdraws the applicants authorization to use the label on the base of recommendation of the Commission for environmental assessment and product labelling.

The Commission for environmental assessment and product labelling is a collective authority. Its members and representatives of industry, trade, customer organizations, environmental organizations on level of governmental bodies and voluntary non-state organizations. The Commission is established by Minister of the Environment and it is bound to follow the Organizational Manual and Rule of Procedure.

The Commission inspects fairness of the activities connected with implementation of the Programme, sets up course of works concerning preparation and revision of the directives and recommends their final wording for approval by the Minister of the Environment. It prepares proposals for authorization to use the label “Environmentally Friendly Product” for the Minister.

The Programme is safeguarded organizationally by the Slovak Environmental Agency – Centre for waste

### Institutional Elements of the Programme



and environmental management (SAŽP – COHEM) , Department of environmental management in Trnava.

Fees paid for awarding and use of the label "Environmentally friendly product" depend also on the output. They are not too high and belong to the lowest ones among neighbouring countries. They are destined mainly for publicity campaign in support of the label.

annual output mil. Sk	year 1998		from the year 1999	
	rate %	max. fee thousand Sk	rate %	max. fee thousand Sk
up to 15,0	0,01	1,5	0,02	3,0
15,0–50,0	0,01	5,0	0,02	up to 0,0
50,0–100,0	0,01	10,0	0,02	up to 20,0
100,0 and more	0,01	15,0	0,02	up to 30,0

Nineteen directives have been adopted in the frame of implementation of the Programme up to now. The first directive was adopted for bed linen. The label "Environmentally Friendly Product" was awarded for several times only to the company BZ Texicom a.s. for a Set of

bed linen made from 100% cotton – Ty & Ja and Sheets – Ty & Ja with authorization to use the label from 1997 to 2003.

A decisive stage of bed linen is that of manufacture and that of use – direct long-term contact with a man – from viewpoint of its influence on the environment. Bed linen Ty & Ja is offered in a wide gamut of colours in spite of the fact that use of suitable auxiliaries and dye-stuffs for its manufacture was rather limited to meet requirements for protecting the environment and human health (content of heavy metals, formaldehyde etc. in the product). Application of biologically non-degradable agents containing chlorine, formaldehyde, volatile organic substances in amounts exceeding the limits, dye-stuffs and pigments cleaving carcinogenic aromatic amines and heavy metals in amounts exceeding the limits is banned.

The Directive No. 0001 Bed linen, valid until now, is being amended on the base of EU Direction No. 1999/178/EC (setting up environmental criteria for awarding eco-label EC for textile products). The evaluating criteria concern particular kinds of textile fibres and chemicals used in their manufacture. The European Directive

#### Steps for awarding authorization to use the label "Environmentally Friendly Product"

Step	Participant	Activity	Result
1. Manufacturer/ importer applicant		Application Obtaining information materials and/or consultations in the Centre for waste and environmental management Sending complete application, payment of registration fee	Registered application
2. Centre for waste and environment management + qualified corporate bodies and natural persons		Assessment of conformity of the products with requirements of the Directive	Report about results of conformity assessment
3. Commission		Clearance of the report about results of conformity assessment	Proposal to award or not to award authorization to use the label EFP
4. Ministry of Environment of the Slovak Republic		Authorization to use the label EFP	Decision of Minister of the Environment
5. Ministry of Environment of the Slovak Republic		Agreement about conditions of the contract and about authorization to use the label EFP	Contract and acceptance of the authorization to label the product

**A list of directives on environmental assessment of products approved up to now**

Name of the directive	Number	Validity
Bed linen	0001	April 1997–April 1999
	0001/2000	September 2000–September 2003
Toilet paper from 100% recycled fibres	0002	April 1997–April 1999
	0002/2000	September 2000–September 2003
Paper handkerchieves from recycled fibres	0003	April 1997–April 1999
	0003/2000	September 2000–September 2003
Plastic products containing recycled plastics manufactured by intrusion and extrusion for outdoor application	0004	April 1997–April 1999 Directive was held up temporary
Water dilutable paints	0005	April 1997–April 1999
	0005/2000	September 2000–September 2003
Water dilutable adhesives and putties	0006	April 1997–April 1999
	0006/2000	September 2000–September 2003
Electric automatic washing machines for household	0007	April 1997–April 1999 Directive under revision
Radial tyres for passenger cars	0008	February 1998–February 2000 Directive under revision
Electric refrigerators and freezers for household	0009	September 1999–September 2001
Heating boilers for gas fuels with atmospheric burner	0010	September 1999–September 2001
Heating boilers for gas fuels with overpressure burner	0011	September 1999–September 2001
Means for winter service	0012	September 1999–September 2001
Biodegradable plastic packaging materials	0013/2000	September 2000–September 2002
Washing agents for textiles	0014/2000	September 2000–September 2002

will be taken over before the end of 2002 on the base of recommendation of the authorized bodies. The environmental criteria are expected to be extended using the method of life cycle assessment (LCA, e.g. according to ISO 14040 series) similarly as when awarding eco-label EU with the flower.

Although the Programme of Environmentally Firendly Product goes already on for over 5 years, it is not possible to evaluate it as very successful one because only 32 products from 9 manufacturers have been awarded the label until now. Only two textile products have been labelled. Lower economic efficiency of the Slovak enterprises is given as the main reason. However, the reason is more likely on the side of manufacturers and partly also on the side of public in our opinion because there are also economically stronger enterprises than BZ Texicom which did not show interest in the label for the present. On the other side it is necessary to emphasize that particular directives have not been adopted for many groups of products yet and besides sufficient professional capacities are not available to establish a valuation commission due to complexity of the matter (e.g. life cycle assessment).

Intensive communication between testing laboratories, research institutes and environmental organizations and associations, self-administration and state administration is aimed at extension of technical possibilities and information sources. The above-mentioned Programme is not self-funding one and it is not promoted sufficiently for the present. The situation might improve in the near future due to legislation adopted lately (mainly the Act No. 469/2002 Coll. on environmental product labelling with validity from December 1, 2002). It anticipates also accession of the Slovak Republic to the European Union and possibility of certification and eco-labelling with EU flower.



**A list of products authorized to bear the label "Environmentally friendly product"**

Product name/ Manufacturer	Directive No.	Validity
Set – Ty & Ja bed linen made from 100% cotton Bavlnárske závody – TEXICOM, s. r. o Ružomberok	0001 0001/2000	1997–1999 2000–2003
Sheets – Ty & Ja bed linen made from 100% cotton Bavlnárske závody – TEXICOM, s. r. o Ružomberok	0001 0001/2000	1997–1999 2000–2003
EKOKRYL-MAT V 2045 disperse acrylate paint, matt Chemolak, a.s. Smolenice	0005 0005/2000	1997–1999 2000–2003
EKOKRYL-LESK V 2062 disperse acrylate paint, lustre, Chemolak, a.s. Smolenice	0005 0005/2000	1997–1999 2000–2003
FARMAL V 2073 interior paint Chemolak, a.s. Smolenice	0005	1997–1999
PAMAKRYL IN disperse acrylate paint PAM, s.r.o. Bratislava	0005	1999–2002
SADAKRIN disperse acrylate paint for plaster cardboard PAM, s.r.o. Bratislava	0005	1999–2002
DUVILAX LP, disperse adhesive for parquets and cork, Duslo, a.s. Šaľa	0006/2000	2000–2003
DUVILAX LS-50, disperse adhesive for wood, Duslo, a.s. Šaľa	0006/2000	2000–2003
DUVILAX L-58, disperse adhesive for wall tiles and flooring, Duslo, a.s. Šaľa	0006/2000	2000–2003
TENTO ECO, 3-ply paper handkerchiefs from recycled fibres, Tento, a.s. Žilina	0003	1998–2001
TENTO – BUTTERFLY, toilet paper up to 25 g/m <sup>2</sup> , Tento, a.s. Žilina	0002	1998–2001
TENTO – LUXUS, toilet paper up to 25 g/m <sup>2</sup> , Tento, a.s. Žilina	0002	1998–2001
TENTO – STANDARD, toilet paper up to 25 g/m <sup>2</sup> , Tento, a.s. Žilina	0002	1998–2001
TENTO – MAXI, toilet paper up to 25 g/m <sup>2</sup> , Tento, a.s. Žilina	0002	1998–2001
TENTO – ECONOMY, toilet paper up to 25 g/m <sup>2</sup> , Tento, a.s. Žilina	0002	1998–2001
TENTO – Július Meinl, toilet paper up to 25 g/m <sup>2</sup> , Tento, a.s. Žilina	0002	1998–2001
TENTO – EKO, toilet paper up to 25 g/m <sup>2</sup> , Tento, a.s. Žilina	0002	1998–2001
TENTO – JOKER, toilet paper over 25 g/m <sup>2</sup> , Tento, a.s. Žilina	0002	1998–2001
HARMASAN – SOLO SOFT, toilet paper over 25g/m <sup>2</sup> "Z" Harmanecké papierné, a.s. Harmanec	0002	1997–1999
HARMASAN – MÝVAL, toilet paper over 25 g/m <sup>2</sup> "Z" Harmanecké papierné, a.s. Harmanec	0002	1997–1999
HARMASAN – ENCIÁN, toilet paper over 25 g/m <sup>2</sup> "Z" Harmanecké papierné, a.s. Harmanec	0002	1997–1999
HARMASAN – DIVÝ MAK, toilet paper over 25 g/m <sup>2</sup> "Z" Harmanecké papierné, a.s. Harmanec	0002	1997–1999
HARMASAN – LEKNO, toilet paper up to do 25 g/m <sup>2</sup> "Z", Harmanecké papierné, a.s. Harmanec	0002	1997–1999
HARMASAN – BREČTAN, toilet paper up to 25 g/m <sup>2</sup> "Z" Harmanecké papierné, a.s. Harmanec	0002	1997–1999
Radial tyre for passenger cars 165/70 R 13 ECOFLEX-T, Matador, a.s. Púchov	0008	1998–2001
Water-soluble PVA foil SELEKT VF – H 108808, SELEKT, Výskumný a šľachtiteľský ústav, a.s. Bučany	0013	2001–2004
Steel enamelled shower basin ESTAP, FESTAP, s.r.o. Bratislava	0017	2001–2004

# REALIZÁCIA EKOLOGICKEJ ZNAČKY „ENVIRONMENTÁLNE VHODNÝ VÝROBOK“ V PODMIENKACH SR

Translation of the article:

## Implementation of the eco-label "Environmentally friendly product" in conditions of the Slovak Republic

Ochrana životného prostredia sa vo vyspelých krajinách sveta dynamicky vyvíja a stáva sa rozhodujúcou súčasťou podmienok trvalo udržateľného rozvoja spoločnosti. Realizujú sa systémy environmentálneho riadenia priemyselných a výrobných činností, zvýšená pozornosť sa venuje vplyvu samotných výrobkov na životné prostredie a zdravie ľudí a častejšie sa začínajú uplatňovať zásady preventívnosti a princípy dobrovoľnosti aj s účasťou verejnosti.

V environmentálnej politike sa popri národnej legislatíve prejavujú aj tendencie rozširovania nepriamych nástrojov, založených v nemalej miere na dobrovoľných aktivitách výrobcov a rastúcom environmentálnom poviedomí občanov. Uplatňujú sa systémy environmentálneho hodnotenia a označovania, ktoré deklarujú, že výrobok splňa v súlade s aktuálnym stavom poznania vybrané parametre, minimalizujúce alebo dokonca vylučujúce nepriaznivé účinky na životné prostredie a/alebo zdravie ľudí. Je pritom snaha posudzovať výrobok v celom životnom cykle, t.j. od suroviny, cez výrobu, použitie až po jeho zneškodnenie či recykláciu. Uplatňovanie takýchto systémov vyplýva nielen z úsilia a požiadaviek štátnych orgánov životného prostredia, ale aj zo záujmov na strane výrobcov a spotrebiteľskej verejnosti.

Uznávaným a motivujúcim nepriamym nástrojom environmentálnej politiky je označovanie výrobkov menej znečisťujúcich životné prostredie garantovanou environmentálnou značkou. Spotrebiteľská verejnosť tak dosťáva pozitívne informácie o výrobkoch, používaním ktorých prispieva k ochrane životného prostredia.

Niekteré z krajín, v ktorých prebieha environmentálne hodnotenie a označovanie výrobkov uplatňujú jednotný systém podľa nariadenia Európskej únie EEC 880/92, ktoré bolo revidované nariadením Európskej únie č. 1980/2000 a č. 761/2001/EC o schéme Spoločenstva na udelenie environmentálnej značky. Z neho vychádza aj slovenský program environmentálneho značenia. Ten bol prijatý uznesením vlády Slovenskej republiky dňa 6. februára 1996 a vyhlásený ako Národný program environmentálneho hodnotenia a označovania výrobkov v Slovenskej republike (ďalej program) s účinnosťou od 15. apríla 1997. Realizáciou programu sa značka Environmentálne vhodný výrobok (ďalej EVV) zaraďuje k dôležitým informatívnym nástrojom environmentálnej a spotrebiteľskej politiky.

Základným dokumentom na environmentálne hodnotenie a označovanie určitej výrobkovej skupiny je tech-

nická správa a smernica. Technická správa zdôvodňuje, prečo bola daná skupina výrobkov vybraná z hľadiska vplyvu na životné prostredie a je základom na vypracovanie návrhu smernice. Smernica je technický dokument na posudzovanie príslušnej skupiny výrobkov. Obsahuje definíciu pojmov, presné vymedzenie skupiny výrobkov na ktorú sa smernica vzťahuje, základné a špecifické požiadavky a spôsob overovania.

**Základné požiadavky** sa vzťahujú k environmentálnym a k funkčným vlastnostiam výrobku a majú zabezpečiť, že výrobok je svojimi funkčnými vlastnosťami porovnatelný s konkurenčnými výrobkami slúžiacimi rovnakému účelu (environmentálne vlastnosti neboli dosiahnuté na úkor kvality).

**Špecifické požiadavky** sú vyššie, ako je ich úroveň vo všeobecne záväzných predpisoch a technických normách. Sú stanovené s prihliadnutím na súčasnú úroveň vedy a techniky a musia byť pre výrobcu prakticky dosiahnutelné. Spôsob overovania vlastností výrobkov, vrátane skúšobných metód je uvedený v samostatnej časti smernice. Prednoste sa používajú skúšobné metódy v zmysle norem STN, EN a ISO.

Gestorom programu je Ministerstvo životného prostredia (MŽP SR). Minister ŽP SR schvaľuje smernice, udelauje a odoberá žiadateľom právo používať značku na základe odporúčania Komisie environmentálneho hodnotenia a označovania výrobkov.

Komisia environmentálneho hodnotenia a označovania výrobkov je kolektívna autorita pozostávajúca z členov zastupujúcich zainteresované záujmové skupiny: priemysel, obchod, spotrebiteľské organizácie, organizácie životného prostredia na úrovni vládnych orgánov a dobrovoľných neštátnych organizácií. Zriaďuje ju minister ŽP a riadi sa Organizačným a rokovacím poriadkom.

Komisia kontroluje nestrannosť výkonov spojených s realizáciou programu, odporúča vytvoriť nové skupiny výrobkov, určuje postup pri tvorbe a revízii smerníc a odporúča ich konečné znenie na schválenie ministru ŽP SR. Pripravuje pre ministra návrh rozhodnutia o udelení práva používať značku EVV.

Organizačné zabezpečenie programu realizuje Slovenská agentúra životného prostredia – Centrum odhadového hospodárstva a environmentálneho manažérstva (SAŽP – COHEM) Odbor environmentálneho manažérstva v Trnave.

Za získanie a používanie značky EVV sa platia poplatky závislé aj od objemu realizovanej produkcie. Tie nie

**Postup na udelenie práva používať značku EVV**

Krok	Účastník	Činnosť	Výsledok
1.	Výrobca/dovozca žiadateľ	Podanie žiadosti Získanie informačných materiálov a prípadné konzultácie na COHEM/OEM Zaslanie kompletnej prihlášky, zaplatenie registračného poplatku	Zaregistrovaná prihláška
2.	COHEM/OEM + spôsobilé právnické a fyzické osoby	Posúdenie zhody prihlásených výrobkov s požiadavkami smernice	Správa o výsledkoch posúdenia zhody
3.	Komisia	Prerokovanie správy o výsledkoch posúdenia zhody	Návrh na udelenie alebo neudelenie práva používať značku EVV
4.	MŽP SR	Udelenie práva používať značku EVV	Rozhodnutie ministra ŽP
5.	MŽP SR žiadateľ	Dohodnutie zmluvných podmienok a uzavretie zmluvy o práve používať značku EVV	Zmluva a prevzatie práva označovať výrobok

sú príliš vysoké a v rámci okolitých krajín patria k najnižším. Slúžia predovšetkým na propagáciu značky medzi verejnosťou.

V rámci doterajšej realizácie programu bolo prijatých 19 smerníc. Z nich bola prvá smernica určená pre postelňu bielizeň. Na jej základe bola značka Environmentálne vhodný výrobok viackrát pridelená zatiaľ len spoločnosti BZ Texicom a.s. za **Súpravu postelnej bielizne zo 100% bavlny – Ty & Ja a Prestieradlá – Ty & Ja** s platnosťou oprávnenia používať značku na obdobie od r. 1997 do roku 2003.

Rozhodujúcimi etapami z hľadiska vplyvu na ŽP pri postelnej bielizni je fáza výroby a fáza používania – priamy dlhodobý kontakt s človekom. **Postel'na bielizeň Ty&Ja** je ponúkaná v širokej farebnej škále napriek tomu, že možnosť použitia vhodných pomocných prípravkov a farbív na ich výrobu bola značne obmedzená z hľadiska splnenia požiadaviek na ochranu životného prostredia a zdravia človeka (obsah ľažkých kovov, formaldehydu a pod. vo výrobku). Vylúčené je používanie biologicky nerozložiteľných prípravkov, obsahujúcich chlór, formaldehyd, prchavé organické látky nad stanovené limity, ďalej sú vylúčené farbívá a pigmenty uvoľňujúce karcinogénne aromatické amíny a ľažké kovy prekračujúce stanovené limity.

Doteraz platná smernica č. 0001 Postel'na bielizeň sa rozširuje a dopĺňa na základe rozhodnutia EÚ č. 1999/178/EC (ustanovuje ekologické kritériá pre udelenie environmentálnej značky spoločenstva pre textilné výrobky). Hodnotiace kritériá sú zamerané na jednotlivé druhy textilných vlákien, procesy a chemikálie používané pri ich výrobe. Na základe odporúčania autorizovaných osôb sa európska smernica prevezme do konca roku 2002. Je tiež predpoklad rozšírenia environmentálnych kritérií aplikovaním metódy posudzovania životného cyklu výrobkov (LCA, napr. podľa noriem ra-

du ISO 14040) podobne ako je to pri udelení značky EÚ kvetu.

Hoci program EVV trvá už vyše 5 rokov, nie je možné ho v plnej miere hodnotiť ako úspešný. Predovšetkým z toho dôvodu, že doteraz získalo značku len 32 výrobkov od 9 výrobcov a z toho len 2 na textilné výrobky. Ako dôvod sa uvádzajú predovšetkým nižšia ekonomická výkonnosť slovenských podnikov. Nakolko však o značku ešte neprejavili záujem ani ekonomicky silnejšie podniky od BZ Texicom, vidíme dôvod skôr v nezáujme a nepochopení situácie výrobcami a čiastočne aj verejnosťou. Na druhej strane však treba zdôrazniť, že pre mnohé skupiny výrobkov ešte neexistujú príslušné smernice a dokonca, vzhľadom na zložitosť (napr. posudzovania LCA) ani dostatočné odborné kapacity pre zostavenie hodnotiacej komisie.

V súčasnosti sa zintenzívnuje vzájomná komunikácia medzi skúšobňami, výskumnými ústavmi, podnikmi, environmentálne zameranými organizáciami a združeniami, samosprávou a štátnej správou s cieľom rozšíriť technické možnosti a informačné zdroje. Zatiaľ však uvedený program nie je samofinancovateľný a dostačne spropagovaný. Možno aj z pohľadu nedávno prijatej legislatívy (predovšetkým zákona č. 469/2002 Z. z. o environmentálnom značení výrobkov s účinnosťou od 1. decembra 2002) by sa situácia v blízkej budúcnosti mohla zmeniť k lepšiemu. Tá predpokladá tiež pripojenie Slovenska k EÚ a možnosť certifikácie pod značkou EÚ kvetu.

*Uvedený materiál odznel ako prednáška na medzinárodnej konferencii „ECO-labelling of textiles in Central European Countries in the perspective of integration to EU“, poriadanej v dňoch 15.–16. 10. 2002 v Ustroni, Poľsko*

**Súhrny diplomových prác na  
Katedre chémie a technológie polymérov a textilu, FPT TnU  
so sídlom v Púchove v rámci inžinierskeho štúdia  
v školskom roku 2001/2002**

**Mária Markechová:**

**FARBENIE VLNENÝCH ČESANCOV REAKTÍVNÝMI  
FARBIVAMI**

Budúcnosťou farbenia vlny vo všetkých odtieňoch sú reaktívne farbivá, ktoré by mohli v Merina a.s. nahradíť používané 1:2 kovokomplexné farbivá. Diplomová práca je založená na vykonaní radu skúšok, kde konkrétnie výsledky poukážu na výhody, či nevýhody reaktívnych a 1:2 kovokomplexných farbív.

**DYEING OF THE WOOL LOOSE STOCK WITH A  
REACTIVE DYE**

The future of dyeing wool in all different shades, is with reactive dyes, which could replace the 1:2 metalcomplex dyes currently used in Merina, a.s. Trenčín. The thesis is based on a number of tests and experiments in which the results should point out the advantages and disadvantages of reactive and 1:2 metalcomplex dyes.

**Alena Žoldáková:**

**PRÍPRAVA BIOSURFAKTANTOV KARBOXYMETYL-  
ŠKROBU**

V tejto práci sa študovali fyzikálno-chemické vlastnosti derivátov pripravených chemickou modifikáciou z O-karboxymetylškrobu rôznymi postupmi. Stanovili sa ich povrchovo-aktívne vlastnosti: emulgačná účinnosť, pracia a antiredepozičná účinnosť, povrchové napätie.

**PREPARATION OF BIOSURFACTANTS OF  
CARBOXYMETHYLSTARCH**

In this work physico-chemical properties of O-carboxymethylstarch derivatives performed chemical modification various procedure was studied. The surface-active properties was determine: emulsifying performance, washing performance, antiredeposition performance and surface tension of water.

**Danka Hanečáková:**

**NÁVRH ODEVU A ZODPOVEDAJÚCA KVALITA  
TEXTILNÝCH MATERIÁLOV**

Diplomová práca je zameraná na hodnotenie kvality vybraných druhov textilií určených pre navrhnutý model odevu s konkrétnymi požiadavkami, s ohľadom na oblasť použitia. Zaoberá sa najmä hodnotením tepelnovolhkosného komfortu, ostatnými vlastnosťami úžitkových ukazovateľov a posúdením vhodnosti aplikácie použitých druhov materiálov.

**LAYOUT OF A CLOTHES MEDEL AND RESPOADIG  
QUALITY OF TEXTILE MATERIALS**

The diploma work is aimed at the quality assessment of selected textiles, designated for the proposed model of clothes with evaluation of warmth – humidity comfort, properties of consution qualities and assessment of the employed materials application suitability.

**Anna Juríková:**

**VPLYV MATERIÁLOVÉHO ZLOŽENIA PRIADZE NA  
VLASTNOSTI HRUBÝCH PANČUCHOVÝCH  
VÝROBKOV**

Predložená diplomová práca bola zameraná na prípravu hrubých pančuchových výrobkov zo zmesi vláken PP, ba, vl, In, VSs. a hodnotenie ich fyzikálno – mechanických a úžitkových vlastností. V diplomovej práci je spracovaný prehľad o rozvoji PP vláken a o odevných výrobkoch. Vlastnosti pripravených vláken boli hodnotené pomocou laboratórnych metód a úžitkové vlastnosti pančuchových výrobkov nosením a hodnotením vybranými probantkami. Získané výsledky budú slúžiť ako podklad pre vývoj ďalšieho sortimentu.

**INFLUENCE MATERIAL COMPOUND FILATURE AT  
PROPERTIES ROUGHT STOCKING PRODUCTS**

The diploma work has been aim at preparation roght stocking products of the compound fibres PP, cotton, wool, VSs, flax and evaluation physical – mechanical and using properties. Within the diploma work is number review development PP fibres and clothes product. The properties preparation fibres has been the evaluation laboratory method and using properties wear and evaluation choice a man. Obtain result shall has basic for evolution next assortment.

**Ivana Čmiková:**

**MOŽNOSTI VYUŽITIA VÝPOČTOVEJ TECHNIKY PRI  
TVORBE STRIHOVEJ DOKUMENTÁCIE V ODEV-  
NOM PRIEMYSL**

Diplomová práca sa zaobrá možnosťami využitia výpočtovej techniky pri tvorbe strihovej dokumentácie v odevnom priemysle. Analyzuje v súčasnosti najrozšírenejši software svetových výrobcov CAD/CAM systémov používaných v technickej príprave výroby. Porovnáva možnosti jednotlivých systémov a uvádza výhody oproti príprave výroby klasickým spôsobom. Vyhodnotením možností jednotlivých systémov práca prináša návrhy na komplexné využitie systému Investronica Sistemas v spoločnosti Ozeta, a.s. Trenčín.

## POSSIBLE APPLICATION OF COMPUTER-CONTROLLED TECHNIQUE AT THE CREATION OF CUT DOCUMENTARY EVIDENCE IN CLOTHING INDUSTRY

The submitted diploma work treats the application of computer – controlled technique at the creation of cut documentary evidence in clothing industry, analysing the present most spread software of the world – wide known producer of CAD/CAM systems used in the technical preparation of manufacture. The diploma work is trying to compare the possibilities of the individual systems and introduces the advantages opposite to the preparation of manufacture according to the classical way. By evaluating the possibilities of the respective systems the diploma work is offering suggestions for a complex utilization if the Investronica Systemas system within the Ozeta joint – stock company Trenčín.

### Elena Kimáková:

KVALITATÍVNE HODNOTENIE VÝROBKOV a.s.  
MERINA, Z HLADISKA MECHANICKÝCH VLASTNOSTÍ

Diplomová práca sa zaobráva kvalitatívnym hodnotením vytypovaných vzoriek výrobkov a.s. Merina z pohľadu mechanických vlastností. V teoretickej časti sa nachádza prehľad poznatkov o prírodnom vlákne – vlne a o chemickom vlákne – polyester, ktoré sú spracované u výrobcu do finálnych výrobkov (tkanín). Experimentálna časť obsahuje skúšobné metodiky, popis a výsledky experimentov, ktoré sú spracované tabuľkovou a grafickou formou v obvyklom rozsahu, používanom vo výrobnom procese a.s. Merina.

## QUANTITATIVE EVALUATION PRODUCTS FROM MERINA, a.s. HAVING CONCENTRATED ON THEIR MECHANICAL PROPERTIES

The thesis deals with the quantitative evaluation of selected products samples from Merina, a.s. having concentrated on their mechanical properties. In the theoretical part there is an overview of knowledge of a natural fibre – wool and a chemical fibre – polyester which are worked by the manufacturer into the final products (textiles). The experimental part contains testing procedures, description and experiments results further processed in the form of charts and graphs to the usual extent used in Merina, a.s. manufacturing process.

### Lenka Jancíková:

INOVAČNÉ STRATÉGIE ÚSPEŠNEJ ODEVNEJ FIRMY

Táto diplomová práca sa zaobráva možnosťami aplikácie inovačných zmien v úspešnej odevnej firme. Vysvetluje podstatu pojmov inovácia, sortiment a marketing ako dôležitú súčasť inovačnej stratégie. Cieľom tejto práce je analyzovať inovačné zmeny vo firme Makyta, a.s. Púchov v oblasti výrobkovej, procesnej, organizačnej a navrhnuti inovačnú stratégiu predaja, konkrétnie vytvorenie koncepcie Módneho klubu „Makyta“ na základe prieskumu.

## INNOVATION STRATEGIES OF THE SUCCESSFUL CLOTHING COMPANY

This registered labor deals with abilities of the applications innovations changes in successfull clothing business. Represents the entity of the terms innovation, assortment and marketing as an important component of the innovation strategy. The goal of this labor is to analyse innovation changes at business Makyta, a.s. Púchov in sphere manufactual, procedural, organizational and to vote the sale innovation stategy, concrete creation of the Fashion club „Makyta“ design following marketing inquiry.

### Zuzana Lavorová:

NÁVRH SYSTÉMU SLEDOVANIA KVALITATÍVNYCH UKAZOVATEĽOV PRI SPRACOVANÍ POTNEJ VLNY NA VLNENÝ ČESANEC

Cieľom diplomovej práce je navrhnúť a na vzorke vlny určitej partie odskúšať systém sledovania kvalitatívnych ukazovateľov pri spracovaní potnej vlny na vlnený česanec. Na vzorke vlny partie 43 196 s jemnosťou 66/64 s' sa sledujú parametre v laboratóriu práčovne vlny a v laboratóriu Uster.

## THE CONCEPT OF THE SYSTEM OF THE QUALITY INDICATORS USED WITH WOOL MANUFACTURING EXECUTED ON A SPECIFIC WOOL TOP

The aim of this study is to make conception and undergo the experiment on the system of the quality indicators used with wool manufacturing executed on a specific wool sample. The parameters are examined on the sample of wool (lot 43 196, softness 66/64) in the laboratory of a wool scouring mill and in the Uster laboratory.

### Lucia Vargová:

TEXTILNÉ POMOCNÉ PROSTRIEDKY NA OLEOCHEMICKÉJ BÁZE

Študovali sa fyzikálno – chemické vlastnosti avivážnych a mäkčiacich textilných pomocných prostriedkov, pripravených z produktu OLEO I, ktorý je technicky čistý, svetlofarebný a biodegradabilný. Stanovili sa: čísla kyslosti, viskozita pripravených textilných pomocných prostriedkov, bod samovznenia emulzie Techazil – 31 V.

## TEXTILE AUXILIARIES ON OLEOCHEMICAL BASE

The physico – chemical properties of fabric softeners obtained from the OLEO I product were examined. The product OLEO I is technically clean, light – coloured, and biodegradable. The following indicators were set: the acidity number, viscosity of fabric softeners, the point of spontaneous combustion of the Techazil – 31 V emulsion.

**Zuzana Kužmová:**

VÝBER VHODNEJ PAD STRIŽE PRE KUSOVÉ FARBENIE DÁMSKÝCH PLÁŠŤOV MANIPULOVANÝCH ZO ZMESI VL/PAD

Úlohou diplomovej práce je nájsť a posúdiť vhodnú PAD striž pre kusové farbenie dámskych plášťov manipulovaných zo zmesi vl/PAD pomocou rôznych rezervačných prípravkov. Na základe ekonomickej analýzy farbiacich receptúr s rôznymi rezervačnými prípravkami bude navrhnutá ekonomicky najvýhodnejšia PAD striž.

**THE SELECTION OF SVITABLE PAD STAPLE OF PIECE – DYEING OF WOMENS' OVERCOATS MANIPULATED MADE OF WOOL/PAD BLEND**

The task of the diploma thesis is to find and assess svitable PAD staple for piece- dyeing of womens' overcoats made of wool/PAD blend, with the help of various blocking agents. On the basic of economic analysis of dyeing formulas with various blocking agents, the most svitable PAD stapel is going to be suggested.

**Eva Benková:****VPLYV MATERIÁLOVÉHO ZLOŽENIA PRIADZE NA VLASTNOSTI PONOŽIEK**

Diplomová práca je zameraná na prípravu a hodnotenie úžitkových vlastností tenkých ponožiek pri rôznom materiálovom zložení priadze. Základnou surovinou hodnotených ponožiek je polypropylén v zmesi s prírodnými aj syntetickými vláknam, ako bavlna, ľan, viskózové vlákna a lycra. V experimentálnej časti diplomovej práce sa hodnotia: fyzikálno – mechanické vlastnosti priadzí, úžitkové vlastnosti ponožkových pletenín v laboratórnych podmienkach a nosením.

**THE INFLUENCE OF MATERIAL COMPOSITION YARN ON THE PROPERTIES OF SOCKS**

This work is directed on preparation and valuation of utilitarian qualities of thin socks with various material composition. Basic raw material of tested socks is polypropylene in the mixture by natural and synthetic fibres, such as cotton, flax, viscose yarn and lycra. The experimental part of this registered work there are evaluated: physical and mechanical characteristics of yarn applied for production of socks, evaluation of socks in the laboratory term, evalution of worn socks.

**Miroslava Mozolová:****VPLYV SOLI NA FARBENIE BAVLNENÝCH ÚPLETOV REAKTÍVNymi FARBIVAMI**

Cieľom diplomovej práce bolo skúmať ako sa zmení vyfarbenie bavlnených úpletov predovšetkým z hľadiska posunu odtieňa a stálosťi vyfarbenia, keď sa pomerne radikálne zvýši a zníži doporučené množstvo elektrolytu. Na základe dosiahnutých výsledkov si Slovenka a.s. upraví receptúry, prípradne obmedzí používanie menej výhodných farbív.

**SALT INFLUENCE ON DYEING COTTON TWIST PIECEGOODS BY REACTIVE DYES**

An aim of my task was the research of changes of dyeing cotton twist piecegoods mainly from the colour shade move and fastnes properties, when the recommended electrolyte amount is relative radical raised and reduced. Based on these results Slovenka a.s. should regulate its dyeing procedures or should limit using less suitable dyes.

**Dorota Kocmanová:****ANALÝZA PROCESU PRÍPRAVY VÝROBY ODEVNEJ FIRMY MAKYTA, a.s. PRE PODMIENKY VNÚTORNÉHO TRHU**

Táto diplomová práca pojednáva o procese prípravy výroby odevnej firmy Makyt, a.s. pre podmienky vnútorného trhu. Návrh opatrení na odstránenie nedostatkov vznikol na základe podrobnej analýzy predvýrobného procesu a komunikácie so softwarovými spoločnosťami.

**ANALYSIS PROCESS OF PRODUCTIONS PREPARING OF CLOTHES FIRM MAKYTA, a.s. PUCHOV FOR SLOVAK MARKET CONDITION**

The following work deals with process of productions preparing of clothes firm Makyt, a.s Puchov for Slovak market condition. My improving suggestions stands on concrete analysis of preparing process and communication with software companies.

**Alžbeta Vrábľová:****ESTERIFIKÁCIA XYLÁNOV, CHARAKTERIZÁCIA A ŠTUDIUM ICH VLASTNOSTÍ**

Študovali sa fyzikálno – chemické vlastnosti nových derivátov pripravených parciálnou hydrofobizáciou xylánov s vinylaurátom, s chloridmi vyšších mastných kyselín (stearoylchloridom), a s vinylaurátom za vplyvu ultrazvuku. Stanovili sa povrchovo - aktívne vlastnosti: emulgačná účinnosť, povrchové napätie, kritická micelová koncentrácia, pracia účinnosť, antiredepozičná účinnosť a penivosť.

**ESTERIFICATION OF XYLANS, CHARACTERIZATION AND STUDY OF THEIRS PROPERTIES**

The physico – chemical and performance properties of newly synthesised derivates prepared by partial hydrophobization of xylans with vinylaurate, with chlorides of higher fatty acids (stearoyl chloride), with vinylaurate under influence ultrasound were studied. Emulsifying power, surfacetension, critical micelle concentracion, wasching performance, antiredeposition efficiency and foamability were determined.

**Zuzana Borotová:**

ŠPECIFIKÁ VÝROBY DÁMSKÝCH NOHAVÍC  
V PODMIENKACH TRECOM, s. r. o., TRENČÍN

Táto diplomová práca sa zaoberá špecifikami výroby dámskych nohavíc v podmienkach zadávateľa Trecom, s. r. o., Trenčín. V experimentálnej časti práce sa stanovili mechanické parametre tkanín, priadzí a mikroskopická analýza odevných textílií používaných pre dámsku konfekciu. V ďalšej časti práce rieši technicko – organizačný projekt dámskych nohavíc a jeho vyhodnotenie.

**SPECIAL CHARACTERISTICS OF LADIES PANTS MANUFACTURE IN CONDITION WITH TRECOM, Lmt., TRENCIN**

This thesis analyze special characteristics of ladies pants manufacture, in condition with Trecom, Lmt., Trenčin. In the experiment part are set mechanical parameters of fabric, yarn and microscopical analysis of fabric used for ladies clothing industry. The next part of this thesis deals with technical – organizational design of ladies pants and its evaluation.

**Lucia Petrociová:**

VPLYV GEOMETRIE POLYPROPYLÉNOVÝCH VLÁKIEN NA ÚŽITKOVÉ VLASTNOSTI TEXTÍLIÍ

Diplomová práca bola zameraná na hodnotenie vplyvu zmeny tvarovacieho procesu PP vlákien a na úžitkové vlastnosti ich textílií. Posudzuje vplyv priečnej a pozdĺžnej geometrie a fyzikálno – mechanické vlastnosti PP vlákna na úžitkové vlastnosti ich textilných výrobkov.

**THE INFLUENCE GEOMETRY POLYPROPYLENE FIBRES ON UTILITY QUALITIES OF PRODUCTS**

The thesis analyzes the influence of change of the forming process on utility qualities of textile. It appreciates the effect of cross – section and longitudinal geometry on utility qualities of products and it also evaluates physico – mechanical qualities nature of PP fibres.

**Folvarčíková Katarína:**

ŠTRUKTÚRA A VLASTNOSTI VLÁKNITÝCH MATERIAĽOV Z NOVEJ GENERÁCIE POLYOLEFÍNOV

Diplomová práca je zameraná na prípravu vláken z novej generácie polyolefínov – z metallocenového polyméru. V experimentálnej časti práce sú uvedené postupy prípravy polypropylénových strižových vláken z Zigler – Nattových polymérov a metallocenového polypropylénu, hodnotenie ich štruktúrnych parametrov a fyzikálno – mechanických vlastností a popis metód pri analýze vláken.

**THE STRUCTURE AND PROPERTIES OF FIBRES MATERIALS FROM THE NEW GENERATION POLYOLEFINS**

The purpose of this work is the preparation of fibres from the new generation polyolefins – from metallocene polymers. This work contains process of preparation of

polypropylene fibres from Zigler-Natta and metallocene polypropylene, evaluation of structure parameters and physical-mechanical properties and an experimental apparatus description.

**Ľudmila Balogová:**

SLEDOVANIE VPLYVU VPICHOVACÍCH IHIEL, INTENZITY VPICHOVANIA A ZÁKLADNÝCH PARAMETROV PPs A PESs NA VÝSLEDNÚ ÚČINNOSŤ FILTRÁCIE NETKANÝCH TEXTÍLIÍ

Cieľom tejto diplomovej práce bolo sledovanie vplyvu vpichovacích ihiel, intenzity vpichovania a základných parametrov PPs a PESs na výslednú účinnosť filtrace netkaných textílií. Hlavnou časťou bolo stanovenie priednosti netkaných filtračných materialov v závislosti od druhu použitej ihly, intenzity vpichovania a základných parametrov PPs a PESs vláken.

**OBSERVATION OF INFLUENCE OF NEEDLING, ITS INTENSITY AND BASIC PARAMETERS PPs AND PESs ON THE RESULTING FILTRATION EFFICIENCY OF THE NON – WOVEN TEXTILES**

The intention of my diploma work is to observe the influence of needling, its intensity and basic PPs and PESs fiber parameters on the resulting efficiency of the non – woven textiles. The aim of the main body of my work is to inspect and find out the permeability of the non – woven filtration materials in relation to the kind of needle used, intensity of needling, as well as PPs and PESs fibres parameters.

**Lenka Koristová:**

NÁVRH ZVÝŠENIA PRODUKTIVITY A EFEKTÍVOSTI PRÁCE V ODEVNEJ FIRME M – Š, s. r. o., ŽILINA

Cieľom diplomovej práce bolo rozpracovanie návrhu projektu novej výrobnej haly z technického a technologického hľadiska. Prestaňovaním časti výroby z podlažia na prízemie sa zlepší komunikácia, zníži sa časová náročnosť transformačného procesu a skvalitní sa kontrola.

**THE CONCEPT OF THE INCREASING OF THE PRODUCTIVITY AND EFFECTIVENESS OF WORK IN THE TEXTILE FIRM**

The aim of diploma work was elaborates a suggestion of a new production hall project from the technical and technological standpoint. The moving of a part of production from the floor to the ground floor improves the communication, reduces the time pretension of the transformation process and improves the quality of the control.

**Ingrid Putšková:**

VPLYV TECHNOLOGICKÝCH PARAMETROV TERMICKÉHO SPEVŇOVANIA NETKANÝCH TEXTÍLIÍ NA ICH SEPARAČNÚ ÚČINNOSŤ

Témou diplomovej práce sú netkané textílie používané ako filtračné materiály na separáciu nečistôt v ovzduší. Predmetom skúmania sú zmeny fyzikálno – mechanických vlastností (hrúbka, plošná hmotnosť, pevnosť v ťahu, ľažnosť) a funkčných vlastností (priedušnosť) filtračných materiálov v závislosti od použitého východiskového materiálu a od intenzity jednostranného povrchového natavenia textílie.

## INFLUENCE OF THE TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF THERMIC HARDENING NON-WOVEN FABRIC FOR THEY SEPARATION EFFICIENCY

Theme of diploma work are non – woven fabric applicable as filter material for separation impurities in atmosphere. Object of search are change physico-mechanical properties (roughness, areal weight, tensile strength, elongation at break) and functional properties (air-permeability) at relation of used basic fibrous material and intensity unilateral superficial smelting.

## INSTRUCTIONS FOR AUTHORS

The journal „Vlákna a textil“ is the scientific and professional journal with a view to technology of fibres and textiles, with emphasis to chemical and natural fibres, processes of fibre finishing and dyeing, to fibrous and textile engineering and oriented polymer films. The original contributions and works of background researches, new physico-analytical methodes and papers concerning the development of fibres, textiles and the marketing of these materials as well as review papers will be published in the journal.

### Manuscript

The original research papers are required to be written in English language (maximum 10 type-written pages) with summary (abstract – maximum 10 lines). Text of contribution from Slovak and Czech Republic have to be in Slovak or Czech language as well.

The other parts of the journal will be published in Slovak language, the advertisements will be published in a language according to the mutual agreement.

The first page of the manuscript has to contain:

- The title of the article.
- The initials of the first name (s) and also surnames of all authors.
- The complete address (es) of the working place of the authors, (e-mail if it is possible).

The manuscript has to be type-written at the size A4 in standard form, 30 lines with 65 beates, at a page. The total number of figures and tables would have been less than 10.

All figures, tables, schemes and photos have to have their own number and title.

The figures would have been drawn at the tracing paper or Bristol, drawn round by black ink, numbered by Arabic numerals and titled beneath the figure.

The tables would have been written at an individual piece of paper with number and title above them.

Photos and schemes have to be sufficiently contrastive at a photographic paper or to be drawn at a white paper.

Equations and schemes are stated right in the text.

Numbers of the figures and tables shall be stated in the text at the left margin.

Physical and technical properties have to be quantified in SI units, names and abbreviations of the chemical materials have to be stated according to the IUPAC standards.

References in the text have to be in square brackets and literature cited at the end of the text has to respect the international conventions.

The manuscript together with the tables and figures are demanded as hard copy.

Authors are kindly requested to deliver all papers to be published on PC disks 3,5" in WINWORD and by e-mail.

### Address of the Editor Office:

„Vlákna a textil“  
Doc. Ing. Michal Krištofič, Ph.D.  
FCHPT STU  
Radlinského 9  
812 37 Bratislava, Slovak Republic  
e-mail: murarova@chelin.ctf.stuba.sk  
e-mail: mikristo@chelin.ctf.stuba.sk

## ZO ZAHRANIČNÝCH ČASOPISOV

---

### Polyesterové vlákno s absorpciou schopnosťou porovnatelnou s bavlnou

*ADVANCES IN TEXTILES TECHNOLOGY*, 2002, č. 2, s. 2–3

US Patent 6 258 309 udelený kórejskej firme SAEHAN INDUSTRIES, INC. popisuje polyesterové strižové vlákno, modifikované anorganickými zlúčeninami, s absorpciami schopnosťami porovnatelnými s prírodnými materiálmi. Častice anorganických zlúčenín, napr. oxidu vápenatého, horečnatého, manganičitého, resp. ich zmesí sa pridávajú do taveniny medzi stupňom polymerizácie a zvlákňovania. Ostatné aditíva ako stabilizátory, antioxidanty, absorbéry UV–žiarenia sa pridávajú bezprostredne po esterifikácii alebo počas polykondenzácie. Úprava nezvyšuje výrazne výrobné náklady. Ostatné fyzikálne vlastnosti vlákna zostávajú v podstate nezmenené. Nový materiál môže plne nahradíť bavlnu v odevných textiliach.

### Textílie odolné voči prerezaniu a prepichnutiu

*ADVANCES IN TEXTILES TECHNOLOGY*, 2002, č. 2, s. 3–4

Firma JHRG LLC (USA) patentovala spôsob výroby textilií odolných voči prerezaniu a prepichnutiu, ktoré zároveň neprepúšťajú vzduch a kvapaliny. Na textíliu obsahujúcu viac ako 25 % vláken pre náročné aplikácie, napr. polyetylén s vysokým modulom alebo s vysokou pevnosťou v ťahu, sa laminuje termoplastický film. Podiel etylénu vo filme musí byť minimálne 20 %. Film sa spolu s textíliou navija v napätom stave a zohrieva sa, aby zmäkol. Dochádza ku zrazeniu textílie a laminácií vrstiev za pôsobenia tlaku. Jedným z variantov popísaných v patente USA 6 280 546 je laminát s vonkajšou vrstvou, ktorú tvorí textília pre náročné aplikácie a vnútornou vrstvou vo forme filmu z polyetylénu s nízkou hustotou, medzi ktoré je vložená mriežka.

### Nezrážavá vlna

*ADVANCES IN TEXTILES TECHNOLOGY*, 2002, č. 2, s. 4–5

Dánskym výskumníkom z firmy NOVOZYMES bol udelený US patent 6 258 129 na enzymatickú nezrážavú úpravu vlny. Na vlnu sa najprv pôsobí v plynnom prostredí nízkoteplotnou plazmou. Ďalej sa upravuje vo vodnom roztoku peroxidu vodíka za prítomnosti neiónového zmäčacieho prostriedku a katalyzátora. Po plákaní nasleduje enzymatická úprava v kyslom, neutrálnom alebo zásaditom prostredí s prídavkom povrchovoaktívnych prostriedkov. Pred enzymatickou úpravou alebo počas nej je vhodné na vlnu krátko pôsobiť ultrazvukom. Proteolyticky enzym môže byť živočíšneho alebo rastlinného pôvodu. Overené bolo aj použitie mikrobiálnych

enzýmov. Nezrážavá úprava zlepšuje belosť vlny, znížuje jej žmolkovitosť a zlepšuje jej mäkkosť.

### Spracovanie v nadkritickom oxide uhličitom

*ADVANCES IN TEXTILES TECHNOLOGY*, 2002, č. 2, s. 5–6

Metóda zariadenia farbív a iných chemikálií do nadkritického kvapalného oxida uhličitého za účelom úpravy textilií je popísaná v patente USA 6 261 326. V na-vrhovanom systéme sa farbivo pred úpravou rozpustí v rozpúšťadle, čím sa rieši problém aglomerácie častic. Farbivo sa dávkuje do uzavorennej nádrže s cirkulačným okruhom, čerpadlom, filtrom a rozvodnými ventilmi, naplnenej nadkritickým kvapalným oxidom uhličitým. V procese zmiešavania sa môže pridať povrchovoaktívny prostriedok alebo dispergátor. Obsah nádrže sa následne zohrieva tak, aby sa dosiahol tlak rovnaký ako v úpravárenskom systéme. Izolácia systému prípravy úpravárenského roztoru je zabezpečená prostredníctvom ventilov.

### Zdokonalený podklad z netkanej textílie pre všivané koberce

*ADVANCES IN TEXTILES TECHNOLOGY*, 2002, č. 2, s. 7–8

Medzinárodný patent WO 00/12800 bol udelený holandskej firme AKZO NOBEL BV. Popisuje podklad pre všivané koberce, ktorý tvorí tkanina z termoplastických vláken, spojená s netkanou textíliou prostredníctvom termopojivého polyméru a termoplastických vláken. Netkaná textília je vyrobená z bikomponentných vláken so štruktúrou jadro/plášť s jemnosťou 5–20 dtex. Jadrom vlákna je polyetylentereftalát, plášť tvorí polyamid 6. Teplota tavenia termopojivého polyméru je o 15–20 % nižšia ako teplota tavenia ostatných vláken. Patentovaný podklad má zlepšenú stabilitu a mechanické vlastnosti.

### Transplantát s antimikrobiálnym prostriedkom

*ADVANCES IN TEXTILES TECHNOLOGY*, 2002, č. 2, s. 10–11

Firma Agio Technologies LLC vyvinula transplantát-textíliu povrstvenú anorganickým a antimikrobiálnym prostriedkom, ktorý sa na ňu nanáša rozprašovaním. Textília napriek povrstveniu zostava pôrovitá, pružná a prepúšťa kvapalinu. Upravuje sa za mokra v napätom stave a následne sa na ňu pôsobí stlačeným vzduchom. Pri sušení sa antibakteriálny prostriedok prítomný v pôroch textílie odstráni, čím dochádza k zachovaniu pôroviej štruktúry. Ako antibakteriálny prostriedok sú vhodné antibiotické zeolity, najviac sa však osvedčil dusičnan strieborný. V príklade je uvedená receptúra

úpravy polyesterovej pleteniny určenej na cievne transplantáty.

#### Súčasné trendy vlákien pre netkané textílie

*TECHNISCHE TEXTILIEN*, 44, 2001, č. 4, s. E 180

Priemysel netkaných textilií je významným odbytiskom chemických vlákien. Ich svetová spotreba v roku 2000 predstavovala 3 milióny ton a predpokladá sa, že do roku 2005 sa zvýši na 3,7 miliónov ton. Z uvedeného množstva 2,1 milióna ton pripadá na polypropylén 250 000 ton na bikomponentné vlákna (PP, PET) a 750 000 ton na polyesterové vlákna. V budúcnosti sa očakáva výrazný rast spotreby špeciálnych PES vlákien, napr. kopolymérov, bioaktívnych vlákien alebo ko-polyesterových vlákien podliehajúcich rozkladu. Perspektívnu majú vlákna vyrobené na báze kyseliny mliečnej, ktoré nezaťažujú životné prostredie. Vlákna pre náročné aplikácie zatiaľ v priemysle netkaných textilií nehrajú významnejšiu úlohu. Viskózové vlákna sa v tomto sektore využívajú najmä pre hygienické aplikácie, hoci ich podiel na svetovom trhu je pomerne malý (8 %).

#### Firma Honeywell rozširuje výrobu vlákna Spectra

*TECHNISCHE TEXTILIEN*, 44, 2001, č. 4, s. E 183

Firma Honeywell, USA zvýší kapacitu výroby polyetylénového vlákna Spectra s vysokým modulom. Vlákno ma najvyšší pomer pevnost/hmotnosť zo všetkých syntetických vlákien. Je ľahké, má výbornú odolnosť voči chemikáliám, vode a UV žiareniu a vysokú schopnosť absorbovať energiu. Používa sa na výrobu špeciálnych pracovných odevov, ochranných pomôcok, lán a povrazov, nepriestrelných viest, pancierov vozidiel, športových výrobkov a pod. Vlákno je základným materiálom na výrobu kompozitov Spectra Shield využívaných v armáde, policajných zboroch a v náročných priemyselných aplikáciach.

#### Nová linka na výrobu polyesterových netkaných textilií spod trysky v Berlíne

*TECHNISCHE TEXTILIEN*, 44, 2001, č. 4, s. E 184

Firma Johns Manville Europe GmbH vyvinula novú netkanú textíliu z jemných vlákien vhodnú na výrobu filterov. Filtračné médium Combi Fil ma vrstvenú štruktúru tvorenú z ultrajemných a hrubých polyesterových vlákien. Ultrajemné filamenty na povrchu filtra výrazne zlepšujú separačnú funkciu, hrubšie vlákna na zadnej strane zabezpečujú minimálnu tlakovú stratu. Filter je pevný, má vysokú efektívnosť, dlhú životnosť a ľahko sa čisti. Namiesto tradičných spojív sa pri jeho výrobe používajú ekologicky vhodnejšie polyesterové kopolymery.

#### Spracovanie priadzí z dutých vlákien do osnovných úpletov pre technické aplikácie

*TECHNISCHE TEXTILIEN*, 44, 2001, č. 4, s.

E 187–E 190

Článok predstavuje nové typy osnovných úpletov vyrobených s použitím priadzí z dutých vlákien v štruktú-

re pleteniny, ktorá zodpovedá predpokladanej oblasti použitia. Tieto úplety sa používajú ako substráty biologických filtrov, biofunkčné textilie v zdravotníctve, môžu byť súčasťou vyhrievacích a chladiacich prvkov, kolektorov, izolácií, absorbérov a pod. Sú vhodné aj na výrobu kompozitov. V príspevku sú uvedené výsledky skúšok absorpčných a tepelných vlastností vybraných vzoriek osnovných úpletov z priadzí z dutých vlákien. V súčasnej dobe sa overujú možnosti ďalších štrukturálnych modifikácií týchto materiálov.

#### Použitie termopojivých produktov firmy Ems pri výrobe textilií do automobilov

*TECHNISCHE TEXTILIEN*, 44, 2001, č. 4,

s. E 190–194

Na spevnenie textilného substrátu ponúka švajčiarska firma Ems-Griltech termopojivé bikomponentné vlákna s teplotou spracovania 115–170 °C. Teplom tavitelné adhézne granule a prášky sa používajú na lamináciu dvoch alebo viacerých vrstiev materiálu. Umožňujú spevňovanie a spájanie netkaných textilií bez použitia rozpúšťadla a zaťažovania životného prostredia prchavými organickými zlúčeninami. Tieto netkané textílie si zachovávajú priedenosť, výborne odvádzajú vlhkosť a splňajú požiadavky kladené na materiály pre nové klimatizované štruktúry sedadiel. Výrobky vyrobené s použitím termopojivých produktov firmy Ems splňajú predpisy EÚ pre recykláciu. Polyesterové netkané štruktúry spojené adhezívami tavitelnými teplom používané v laminovaných konštrukciách sú vhodnou náhradou polyuretanovej peny.

#### Skúšky využitia odpadových vlákien z kobercov v netkaných geotextiliach

*TECHNISCHE TEXTILIEN*, 44, 2001, č. 4, s. E 195

Legislatíva o odpade vyžaduje spracovanie textilného odpadu do výrobkov zodpovedajúcej kvality s čo najvyššími nákladmi. V rámci výskumného projektu vykonal STFI Chemnitz skúšky spracovania odpadu zo všívaných kobercov s penovou úpravou do netkaných geotextilií. Pre tento účel bola navrhnutá optimálna technológia trhania kobercov a následného čistenia tkaniny. Z regenerovaných vlákien boli vyrobené netkané textílie spevnené mechanicky väzbovou niťou. Optimálny podiel regenerovaných vlákien v týchto výrobkoch je 10–15 % v prípade polypropylénu a 50 % v prípade vlny. Z materiálov s obsahom polypropyléneovej druhotej suroviny sa vyrábajú geotextílie plniace separačné a ochranné funkcie, vlnené regenerované vlákna sa používajú do protieróznych rohoží a zatrávňovacích materiálov.

#### Sikoplast: nový systém recyklácie odpadu z PP netkaných textilií

*TECHNISCHE TEXTILIEN*, 44, 2001, č. 4, s. E 207

Nový Hybridsystem nemeckej firmy Sikoplast GmbH umožňuje recyklovať odpad z PP netkaných textilií tak,

že sa vracia priamo do procesu vytláčania. Odpadový materiál (vlákna, priadze, odstrižky) sa najprv rozseká a bez medzistupňa peletizácie sa pneumaticky privádza do zásobníka, kde sa hromadí. To umožňuje dosahovať konštantnú rýchlosť vytláčania bez ohľadu na rýchlosť podávania odpadu do granulátora. Výhodou je to, že odpadá medzistupeň peletizácie a že je možné recyklovať aj polyméry s vysokou rýchlosťou toku tavniny. Hybridsystem umožňuje bez predkompresie výrobu netkaných textilií s hmotnosťou  $12 \text{ g/m}^2$ . Proces je energeticky úsporný a šetrný k spracovávanému polyméru.

### **Hydrotex – proces recyklácie textilných kompozítov**

*TECHNISCHE TEXTILIEN*, 44, 2001, č. 4, s. E 216

V Nemecku má čoskoro nadobudnúť platnosť nariadenie, podľa ktorého až 80 % priemernej hmotnosti automobilu musí byť vyrobených z recyklovateľného materiálu. Firma Woma Apparatebau GmbH vyvinula v spolupráci s Univerzitou v Kaiserslauterne proces Hydrotex, ktorý umožňuje separáciu jednotlivých textilných zložiek z automobilových prvkov. Využíva vodné trysky, z ktorých prúdi voda pred tlakom rýchlosťou  $250 \text{ m/s}$ . Prúd vody oddeluje napr. textilné materiály z elastických substrátov, laminátov alebo kompozitných prvkov a účinne ich rozvlákuje. Problémom nie je ani oddelovanie rubových povrstvení alebo pení.

### **Vo všetkých oblastiach sa očakáva zvýšenie spotreby technických textilií**

*TECHNICAL TEXTILES*, 10, 2001, č. 10, s. 5–7

V roku 1995 sa vo svete vyrabilo 9,3 miliárd ton technických textilií v celkovej hodnote 60 miliárd US dolárov. Predpokladá sa, že v roku 2005 sa ich objem, zvýší na 13,7 miliárd ton. Podľa optimistických prognóz by technické textilie mali v roku 2005 dosiahnuť 25 %-ný podiel na trhu textilií. Najväčším odberateľom technických textilií je automobilový priemysel. Výrazne stúpa spotreba zdravotníckych a hygienických výrobkov. Väčší odbyt technických textilií pre stavebnictvo limituje stagnácia stavebného priemyslu. So situáciou v tomto sektore čiastočné súvisí aj spotreba textilií na ochranu životného prostredia. Ich podiel na trhu je relatívne malý, očakáva sa však zvýšenie odbytu. Sektor ochranných odevov charakterizuje rýchly rast a vysoké ceny. Objem výroby je v porovnaní s ostatnými malý.

### **Teijin investuje do svetlej budúcnosti para-aramidových vlákien**

*TECHNICAL TEXTILES*, 10, 2001, č. 10, s. 8–9

Para-aramidové vlákna majú vysoký modul, vysokú špecifickú pevnosť, sú ľahké, odolné voči chemikáliám a vysokým teplotám. Firma Teijin ich vyrába pod obchodným názvom TWARON. Používajú sa na výrobu ochranných odevov, pracovných rukavíc, nepriestrelných vest, vyrábajú sa z nich kompozity pre náročné

aplikácie v priemysle a v armáde, optické káble a laná, geotextile, rúrky, odevy pre požiarnikov, plachty na hasenie požiaru, paniere vozidiel. V kombinácii s termo-setovou živicou sa TWARON používa na spevňovanie betónových stavieb najmä v oblastiach ohrozených zemetrasením. Očakáva sa ročný 10 %-ný rast spotreby tohto vlákna. Preto aj firma Teijin plánuje v rokoch 2003–2004 rozšíriť kapacity jeho výroby.

### **Technológia a pridaná hodnota – optimalizácia namiesto kompromisu**

*TECHNICAL TEXTILES*, 10, 2001, č. 10, s. 10–12

Netkané textilie Colback firmy Colbond (Holandsko) sa vyrábjajú z bikomponentných vláken s polyestero-vým jadrom a s pláštom z polyamidu. Jadro zabezpečuje tepelnú a mechanickú stabilitu rúna, polyamid s výbornou afinitou k farbivám a povrstveniam plní funkciu spojiva. Materiál sa spevňuje termickým pôsobením tepla a tlaku bez použitia chemikálií. Netkané textilie Colback sa používajú ako primárny podklad všívaných kobercov, tvarovaných autokobercov, kobercových dlaždíc. Majú výbornú rozmerovú stabilitu. Netkané textilie Colback sú vhodné aj ako nosné textilie pre asfaltové nátery a strešné membrány v stavebnictve. Novou generáciou tohto materiálu je výrobok Colback DuoLock a Colback EasyTuft.

### **Výroba špeciálnych textilií je zárukou úspechu firmy Christian Eschler**

*TECHNICAL TEXTILES*, 10, 2001, č. 10, s. 13–14

Švajčiarska firma Christian Eschler je popredným výrobcом športových odevov, v ktorých špičkoví športovci dosahujú víťazstva v najvyšších svetových súťažiach. Okrem lyžiarskych odevov pre olympionikov firma Eschler dodala účastníkom preteku Tour de France cyklistické dresy vyrobené z PES vláken s antimikrobiálnou výplňou sedacej časti nohavíc, ktoré spĺňajú najprisnejšie hygienické požiadavky. Svoje poznatky z výroby športových odevov využila firma Eschler pri výrobe multifunkčných pracovných a ochranných odevov. Ponúka ohňovzdorné odevy pre požiarnikov a záchranárov i klimaticky aktívne odevy pre cestárov a stavbárov s vysokým komfortom nosenia aj pri fyzicky náročnej práci, ktoré zároveň zabezpečujú ochranu voči UV žiareniu a znižujú riziko ochorenia týchto pracovníkov na rakovinu kože.

### **Smery rozvoja geosyntetických materiálov**

*TECHNICAL TEXTILES*, 10, 2001, č. 10, s. 20–22

Textilný sektor geosyntetických materiálov sa bude podľa prognóz rozvíjať dvomi smermi. Jedným z nich je ďalšie zdokonaľovanie a diferenciácia sortimentu, druhým smerom, ktorý úzko súvisí s pokrokom v oblasti skúšobníctva, je zvyšovanie kvality. Predpokladá sa, že priemysel bude požadovať nové kompozity na báze geomembrán ako aj integrované geotextile so zvýšenými pevnostnými charakteristikami. V stavebnictve sa

uplatnia nové typy high-tech systémov a multifunkčné geomembrány so špeciálnymi zátermi a nástrekmami s bariérovým efektom. Rozšíri sa sortiment agrárnych geotextilií s melioračným účinkom. Dôraz sa bude klásiť na vzdelenie odborníkov a využívanie moderných informačných médií.

**Adresár priemyslu technických textilií pre rok 2002**

*TECHNICAL TEXTILES*, 10, 2001, č. 10, s. 28–82

Prvá časť adresára je abecedný zoznam firiem spolu s ich kontaktnými adresami, resp. osobami. V druhej časti sú v abecednom poradí uvedení výrobcovia strojov a zariadení, skušobných prístrojov, vlákien a priadzí, tkanín, pletenín a netkaných textilií, povrstvených a laminovaných textilií, kompozitov, ďalej výrobcovia agrotextilií, technických textilií pre stavebnictvo, ochranu životného prostredia, zdravotníckych materiálov, geotextilií, ochranných a inteligentných odevov, obalových materiálov...