



VLA KNA

TEXTIL



VÚTCHE



CHEMITEC



Ročník 13.
2006

ISSN 1335-0617

Indexed in:

Chemical
Abstracts,

World Textile
Abstracts

EMBASE

Elsevier
Biobase

Elsevier
GeoAbstracts

Vlákna a Textil (4) 2006

Fibres and Textiles (4) 2006

CONTENTS

FIBRE-FORMING POLYMERS

- 99 Brejka O., Michlík P., Folvarčíková K.
Polypropylene masterbatches and fibres containing a nano-TiO₂ additive
- 104 Brejka O., Michlík P., Folvarčíková K., Brejková A.
Composite PP fibres with a conductive additive content

FIBRES AND YARNS

- 110 Michlík P., Brejka O., Marcinčin A., Ujhelyiová A.
The effect of nano – TiO₂ on the structural and mechanical parameters of polypropylene fibres
- 116 Trajkovič D., Stamenkovič M., Radivojević D.
Compact spinning - possibilities of improved fiber spinning-in into the yarn

REVIEW

- 124 Szokolayová, J., Uhnák, J., Piecková, E.
Health and hygienic safety in production and use of textile products
- 132 FROM CONFERENCES

OBSAH

VLÁKNOTVORNÉ POLYMÉRY

- 99 Brejka O., Michlík P., Folvarčíková K.
Polypropylénové koncentráty a vlákna s obsahom nano -TiO₂ aditíva
- 104 Brejka O., Michlík P., Folvarčíková K., Brejková A.
Kompozitné PP vlákna s obsahom vodivých aditív

VLÁKNA A PRIADZE

- 110 Michlík P., Brejka O., Marcinčin A., Ujhelyiová A.
Vplyv nano-TiO₂ na štruktúrne a mechanické parametre polypropylénových vláken
- 116 Trajkovič D., Stamenkovič M., Radivojević D.
Kompaktné spriadanie – možnosti zlepšenia spriadania vláken do priadze

REŠERŠ

- 124 Szokolayová, J., Uhnák, J., Piecková, E.
Zdravotná a hygienická bezpečnosť pri výrobe a užívaní textilných výrobkov
- 132 Z KONFERENCIÍ

POLYPROPYLENE MASTERBATCHES AND FIBRES CONTAINING A NANO-TIO₂ ADDITIVE

Brejka O., Michlík P., Folvarčíková K.

Research Institute for Man-Made Fibres, Štúrova 2, 059 21 Svit, Slovak Republic, www.vuchv.sk, brejka@vuchv.sk

The article discusses the application of a nano-TiO₂ additive into PP masterbatches and fibres. The effect of different dispersion agent types and additive content on the application properties of nano-TiO₂ masterbatches, which were used for fiber preparation was studied.

The mechanical and colour properties of the fibres were obtained depending on the nano-TiO₂ content and type of dispergation system. In addition, the effect of a concentration of an additive on the light fastness of fibres after their exposition in the Xenotest-450, was discovered.

1. Introduction

The current situation in the development of synthetic fibres and textile materials tends toward the preparation of intelligent materials with controlled and unique functional properties that provide active protection and wearing comfort even under extreme conditions.

Polymer materials modified by functional additives allow the achievement of new products with interesting application properties. New views for polymer modification are offered by various nanoadditive types [1].

Organic light stabilizers with a lower or higher degree of efficiency protect the polymer material against its degradation by sunlight; however, they do not provide protection to human skin from UV radiation when they are incorporated into textile materials.

Damage from the ozone layer allows UV radiation to negatively and without limits impact the human body [2]. The intensity of UV radiation can be decreased significantly by using clothing with an effective structure of textile formation and/or by using modified fibres with barrier properties against the transmission of UV radiation [3,4,5].

The higher ability of synthetic fibres to absorb UV radiation in comparison with natural fibres can be significantly improved using nanoadditives [6], either applied as a dispersion coating [7] on the fibre / textile's surface or incorporated into the mass during the fibre preparation process.

The application of a nanoadditive requires the application of special technological conditions in the process of the masterbatch's preparation or the application of functional dispersion agents [8]. Synthetic fibres modified by nanoadditives show changed mechanical, colouristic, and thermal properties [9,10] as well as light fastness.

Knowledge about the processing and effect of nanoadditives on the properties of polymer materials properties allow for the preparation of new textile materials for industrial and textile applications.

The research was oriented towards studying the effect of different dispersion agent types and additive content on the application properties of nano-TiO₂ masterbatches, which were consequently used for fiber preparation. The mechanical and colour properties of the fibres were obtained depending on the nano-TiO₂ content and type of dispergation system. In addition, the effect of a concentrated additive concentration on the light fastness of fibres after their exposition in the Xenotest-450 and the effect of nano-TiO₂ concentration and cooling speed on the temperature and enthalpy of the PP fibres' crystallinity were discovered.

2. Experimental

a) Preparation of masterbatches

Additive type: nano-TiO₂, – which is characterized in Table 1.

Polymer: polypropylene (PP), Melt Flow Ratio (MFR) = 8–10 g/10 min

Dispersion agent:

- A Liquid block co-polymer made of ethylene oxide and propylene oxide
- B LDPE powder wax
- C HD PP powder wax
- D Metallocene HDPE powder wax

Table 1 Characteristics of nano-TiO₂-580 additive

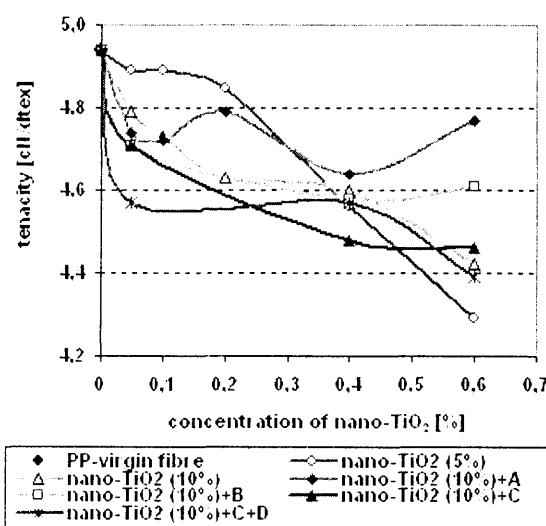
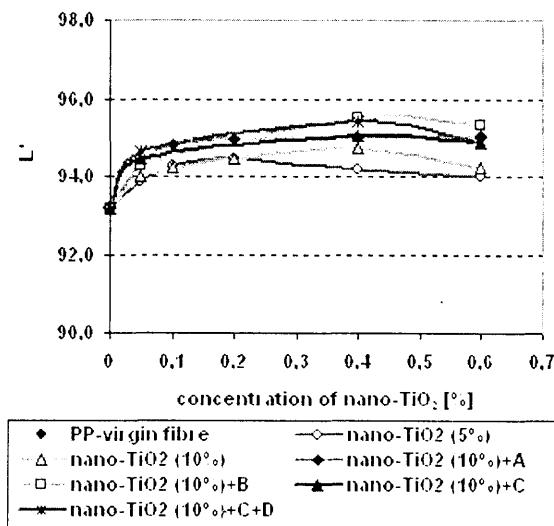
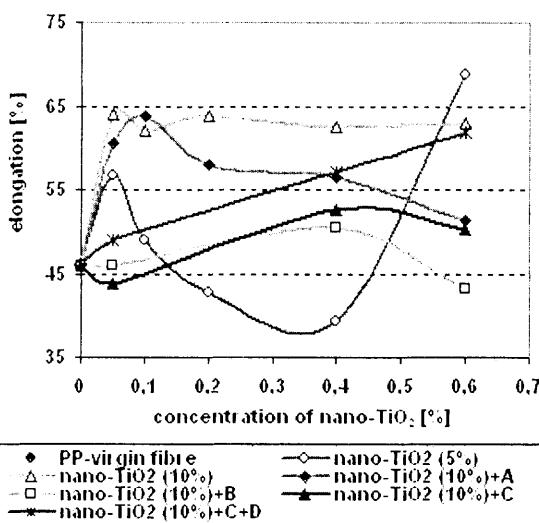
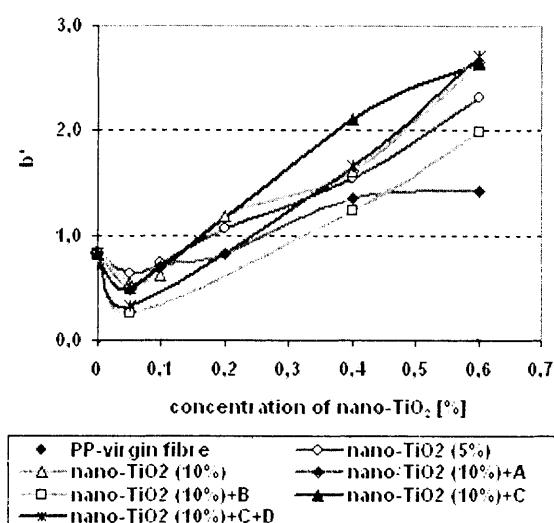
TiO ₂ – Type/Fraction	rutile/mir. 72 %
Inorganic surface treatment	Al ₂ O ₃ , SiO ₂ , ZrO ₂ , Sb ₂ O ₄
Organic surface modifier	Siloxane
Surface property	hydrophobic
Particle size	30 [nm]
Specific surface	60–72 [m ² /g]
Surface shape	oval

Table 2 Composition and application properties of PP masterbatches

ID	Masterbatch composition			Properties of masterbatches	
	nano-TiO ₂	Dispersion agent		Melt Flow Rate	Filterindex
	[%]	Type	[%]	[g/10 min]	[MPa/kg]
28/9364 ¹	5	-	-	11.58	> 10.000
28/9365 ¹	10	-	-	11.13	> 10.000
28/9366 ¹	10	A	1.5	24.36	> 10.000
28/9403	10	B	4.0	14.38	388
28/9405	10	C	4.0	13.16	2 505
28/9410	10	C+D	4.0 + 2.0	14.78	530

¹ Filterindex failed to be determined

Measurement conditions: Melt Flow Rate: 230°C / 2,16 kg; Filterindex: 255 °C

**Fig. 1** The effect of concentration of nano-TiO₂ and dispersion system on tenacity of PP fibres 3 dtex**Fig. 3** The effect of concentration of nano-TiO₂ and dispersion system on brightness (L*) of PP fibres 3 dtex**Fig. 2** The effect of concentration of nano-TiO₂ and dispersion system on elongation of PP fibres 3 dtex**Fig. 4** The effect of concentration of nano-TiO₂ and dispersion system on blue tone (b*) of PP fibres 3 dtex

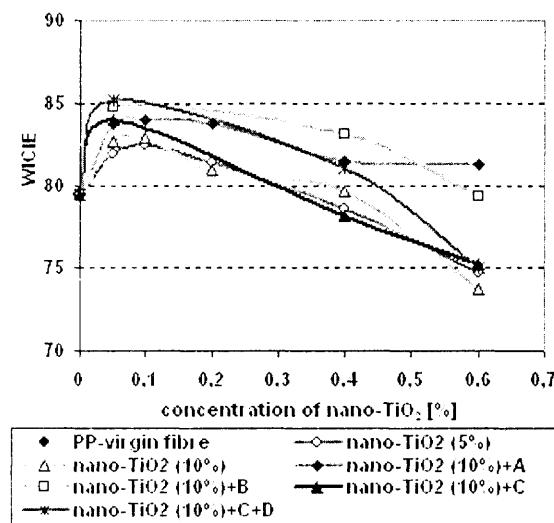


Fig. 5 The effect of concentration of nano-TiO₂ and dispersion system on whiteness index (WICIE) of PP fibres 3 dtex

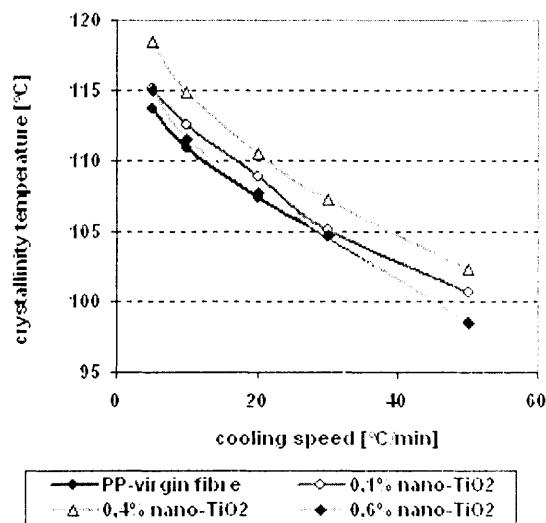


Fig. 7 The effect of concentration of nano-TiO₂ and cooling speed on crystallinity temperature of additive PP fibres 3 dtex

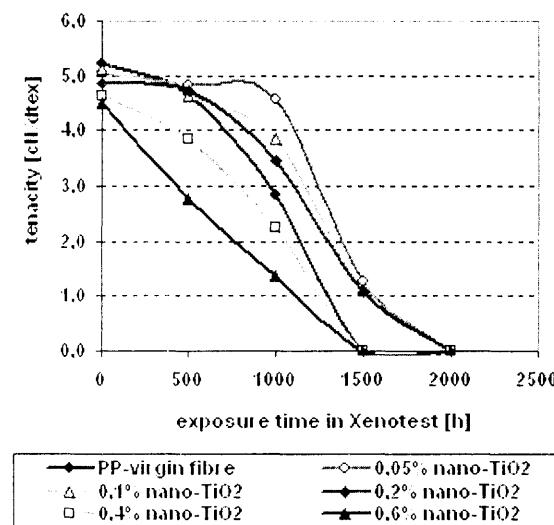


Fig. 6 The effect of concentration of nano-TiO₂ in PP fibres 3 dtex on their tenacity after exposure in the Xenotest

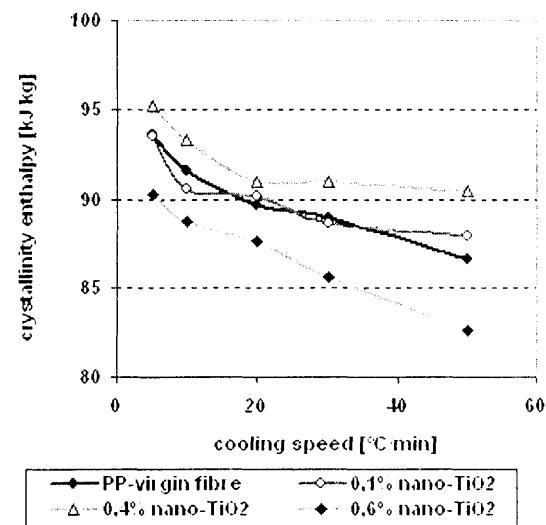


Fig. 8 The effect of concentration of nano-TiO₂ and cooling speed on crystallinity enthalpy of additive PP fibres 3 dtex

b) Modified PP fibres:

• Conditions of fiber preparation:

Machinery TS-32/16, LOY system with the following drawing process

Spinneret 40 / 0,5

Fineness of filament 3 dtex

Drawing ratio 1 : 3

Nano-TiO₂ additive content: 0,05; 0,1; 0,2; 0,4; 0,6 %

• The measurement of the fibres' properties:

The properties of the PP fibres 3 dtex with a content of nano-TiO₂ were measured according to the following norms:

- An assessment of the tenacity and elongation of the drawn PP fibres with different contents of nano-

TiO₂ additives and various dispersal agents achieved according to the STN EN ISO 5079 norm. The results are shown in Figs. 1–5.

– The assessed tenacity of the drawn PP fibres with different contents of the nano-TiO₂ additive (masterbatch ID 28/9364) achieved according to the STN EN ISO 5079 norm after exposure in the Xenotest 450 are shown in Fig. 6.

Conditions of the testing of the fibres' light fastness
Device: Xenotest 450
Conditions: 55% R.H., T: 35 °C,

Time of fibre exposure: 500, 1000, 1500, 2000 h.

– Assessment of the crystallization temperature and enthalpy of the PP fibres with various contents of the nano-TiO₂ additive (masterbatch ID 28/9364) on the

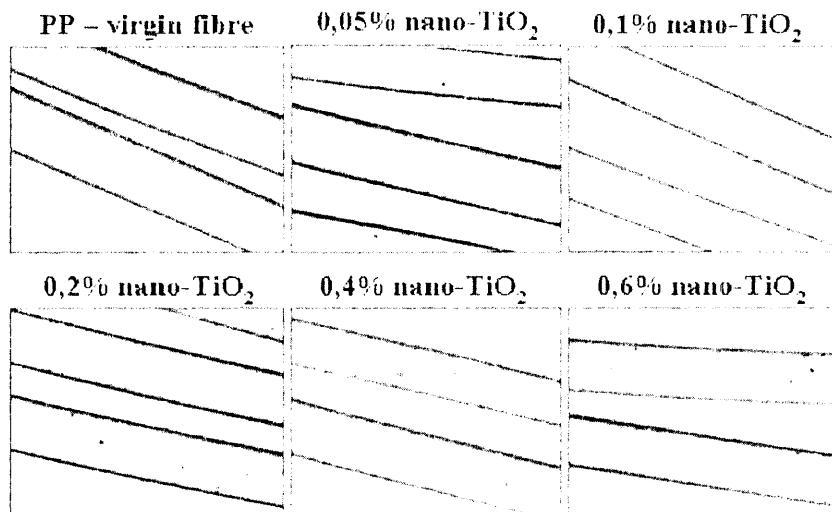


Fig. 9 The pictures of the PP fibres with the nano-TiO₂-580 (Masterbatch ID 28/9364) (magnification: 400x)

Table 3 Thermal characteristics of melted PP fibres with nano-TiO₂ additive (Masterbatch ID 28/9364)

ID	Nano-TiO ₂ -580 content [%]	Melting temperature [°C]	Melting enthalpy [kJ/kg]
1040/05	0	162.8 ±1	87.8 ±4.4
50/05	0.1	167.9 ±1	96.0 ±4.8
53/05	0.4	166.1 ±1	101.0 ±5.0
290/05	0.6	166.3 ±1	96.7 ±4.8

DSC-4 device according to the STN EN ISO 11 357-1 and STN ISO 3146 norm. The results are given in Table 3 and shown on Fig. 7–8.

- **Evaluation of the nano-TiO₂ effect on the thermal properties of the PP fibres**

Conditions for measurement using DSC-4 device:

Heating phase: initial temperature: 60 °C, maximum temperature: 220 °C, heating speed: 10 °C/min, conditioning time at Tmax: 10 min.

Cooling phase: initial temperature: 220 °C, maximum temperature: 60 °C, cooling speed: 5, 10, 20, 30, 50 °C/min, flow rate N₂ during measurement: 40 ml/min.

The measured thermal characteristics of the PP fibres 3 dtex with a content of the nano-TiO₂ additive are given in Table 3 and in Figs. 7–8.

- **The pictures of the PP composite fibres with a nano-TiO₂ additive made by a light microscope.**

3. Discussion

The addition of the dispersion agents B, C and D had a positive effect on the masterbatch's flow properties (IMFR) and the disintegration of the additives in the masterbatch (filterindex). The lowest value of the filter-index was detected in the nano-TiO₂ masterbatch with

the content of the dispersion agent B, which suggests the best dispersion of the additive in the masterbatch and assumes that the processing of the masterbatch went well.

With an increase in the nano-TiO₂ concentration, it caused a decline in strength in all testing fibres. The fibres' strength is a reaction to the level of the additive dispersion in the fibres. The biggest decline in the fibres' strength was recorded at a 0.1% content of the additive in the fibres; then the decline in the tempo was relieved. Fibres with a 5%-masterbatch without the dispersion agent (of ID masterbatch 28/9364) showed only a mild decline in strength to a content of cca 0.2%;, however, after the overrun of this limit their strength fell rapidly. This fact is the result of the additives' low dispersion. In total, within the application concentrations in the fibres with a content of dispersion agents A and B, this led to the lowest decline in strength and the clearest total decline was recorded in the fibres from the 5% - masterbatch without a dispersion agent. The positive effect of the dispersion agents A and B was clear in the higher masterbatches of the additives.

A significant change in the fibres' colour properties (value of L* (brightness), b* (yellow-blue tone) and WI_{CIE} (whiteness index)) occurred in the content up to 0.05% nano-TiO₂ in the fibres. After the overrun of this additive in the fibres, the parameter L* had a stable value; the whiteness index (WI_{CIE}) fell gradually, and the shift in shade in the blue – yellow direction expressed by the parameter b* gradually increased, i.e., the yellow shade deepened.

In the Xenotest all the prepared fibres were fragmented up to an exposition of 2,000 h.

It follows from the results that the fibres' stability was prolonged by 500 h at the concentration of 0.02% nano-TiO₂. With the next increase in the additive ratio, it led to a decrease in stability towards UV radiation on a standard level. This was caused by the low dispersion

of the additive in the fibres and also by the insufficient barrier properties of the fibres.

The addition of the additive to a concentration of cca 0.4% increases the temperature and enthalpy of the crystallization and melting. After the overrun of this limit, this led more or less to a decline in these parameters' values. This decline is clearest in the enthalpy of the crystallization and melting. It follows from the results that the increase in the concentration to cca 0.4% of the additive allows for the start of crystallization in the higher temperatures with the lower demands for cooling.

As follows from the presented results, the most suitable dispersion agent for the preparation of the masterbatches from the presented ones is the dispersion agent B (LDPE powdered wax). But it is necessary to solve the additive dispersion in the masterbatch and fibres in the future. Masterbatches with a content of nano- TiO_2 – 580 with a content of dispersion agents A (liquid block polymer made of ethylenoxide and propyleneoxide) and B (LDPE powdered wax) seem to be the most suitable for the fibres' preparation.

4. Conclusion

The nano- TiO_2 additive affects the final properties of the masterbatches and polypropylene fibres significantly. For successful processing into a polymeric carrier in the masterbatch's preparation, it is necessary to choose a suitable type and content of a dispersion agent and also suitable technological conditions of the masterbatch's production. The masterbatch must have a suitable miscible ability with spinning polymer in a way that the preparation of suitable types of modified fibres will be guaranteed.

As is obvious from the presented results, the most suitable dispersion agent for the preparation of the masterbatches from the presented ones is the dispersion agent B (LDPE powdered wax). But it is necessary to solve the additive dispersion in the masterbatch and in the future. Fibres with a content of nano- TiO_2 showed changed mechanical, colouristic and thermal properties. Masterbatches with a content of nano- TiO_2 – 580 with the content of dispersion agents A (liquid block polymer of ethylenoxide and propyleneoxide) and B (LDPE powdered wax) seem to be the most suitable for the fibres' preparation. In the event that these modified PP fibres are intended for external exposition, it is necessary to resolve their additional light stability which the use of a suitable stabilisation system.

Acknowledgements: This research was performed for the APVV grant agency, Grant No. 20-011404.

5. References

- [1] International Dyer, June 2005, p. 4
- [2] Dumitrescu I., Niculescu M., Iona Varga A.I., Mocoiu A-M.: Industria Textila (56), 2005 (No. 1), pp. 31–35
- [3] Holme I.: International Dyer, April 2003, pp. 9–11
- [4] Technical Textiles, 11/ 2002, no. 6, p.7
- [5] Paloszkiewicz P., Czajkowski W.: Proceedings of COLOR-CHEM '2004, May 2004, Špindleruv Mlýn
- [6] Mulhaupt R.: Kunststoffe 8/2004, pp. 76–88
- [7] International Dyer, July 2005, pp. 7–8
- [8] Stadtmüller S.: Proceedings of Masterbatch 2000, July 2000, Geneva
- [9] Brejka O., Ujhelyiová A., Michlik P., Bolhová E., Folvarčíková K.: Advances in Plastics Technology APT 2005, November 15–17, Katowice)
- [10] Marcinčin A., Jurenková M., Kubíčková M., Hricová M., Borsig E., Brejka O.: Vlákna a textil 11 (4), 2004, pp. 119–123

Received: September 2006

Polypropylénové koncentrát a vlákna s obsahom nano- TiO_2 aditíva

Translation of abstract:

Polypropylene masterbatches and fibres containing a nano- TiO_2 additive

V príspevku je spracovaná téma aplikácie nano- TiO_2 aditíva do PP koncentrátov a vláken. Bol sledovaný vplyv aplikácie rôznych druhov dispergátorov použitých pri výrobe PP koncentrátu s obsahom nano- TiO_2 na aplikačné vlastnosti koncentrátov. Boli tiež pripravené PP vlákna s obsahom spomínaných koncentrátov. U vláken bol hodnotený vplyv koncentrácie nano- TiO_2 a dispergačného systému na fyzikálno-mechanické a koloristické vlastnosti vláken. Okrem toho bol skúmaný vplyv koncentrácie aditíva nano- TiO_2 na svetelnú stabilitu PP vláken po expozícii v Xenoteste.

COMPOSITE PP FIBRES WITH A CONDUCTIVE ADDITIVE CONTENT

Brejka O., Michlík P., Folvarčíková K., Brejková A.

*Research Institute for Man-Made Fibres, Štúrova 2, 059 21 Svit,
Slovak Republic, www.vuchv.sk, brejka@vuchv.sk*

The goal of the article is to provide some new information about the application of conductive additives into polypropylene masterbatches and fibres. As the conductive additives, Carbon Black and non-modified Graphite were used. From the additives several masterbatches with different additive and dispersion agent content were made. The masterbatches were used for the fiber preparation.

The fibres' mechanical and colour parameters were obtained. The intrinsic structure and dispersion in the fibres were determined by light optic microscopy and REM.

1. Introduction

Polymers modified by electrically conductive particles or polymer additives allow the preparation of textile formations that are able to monitor the health status of their wearer, e.g. a human being, using methods of signal or energy transfer.

The process of the incorporation of electrically conductive polymers (polyaniline, polypyrole, polythiophene, etc) into synthetic fibres is a matter of great interest for research institutes and fibre manufacturers [1, 2]. Other progress in this area is provided by coating final fibres and/or textiles. However, preparation of synthetic fibres with an increased content of electrically conductive inorganic particles is more efficient.

Graphite, metal powders or special carbon black provide fibres with sufficient conductive properties as well as with light fastness and special colour shades, and they are usable for both indoor and outdoor activities [3].

Inorganic fillers based on aluminium may be used for the preparation of electrically conductive materials [4]. Carbon nanotubes are also applicable for the controlled modification of flow polymer properties during their extrusion [5]. Properly modified and incorporated carbon nanotubes may be used for the preparation of electrically conductive textile materials intended for sports [6, 7].

The application of carbon black with a "high" structure in the production of electrically conductive synthetic fibres exhibit a particular limitation because of the necessarily requested higher content of carbon black in the fibre. Equally, their application in a masterbatch's production should be supported by using the proper type and content of dispersion agent, which allows for the elimination of an adverse affect on the flow properties of the masterbatch as well as its dispergation in the fibre.

2. Experimental

a) Preparation of an additive masterbatch

Raw materials used:

Polymer: – Polypropylene PP, Melt Flow Ratio (MFR) = 8 – 10 g/10 min

Dispersion agent: Block co-polymer of ethylene oxide and propylene oxide

Additives: – Carbon black (Colour Index P. Black 7)
– Unmodified graphite

b) Preparation of composite PP fibres:

Machinery: One-screw spinning unit TS-32/16

Preparation mode: LOY fibre with following drawing

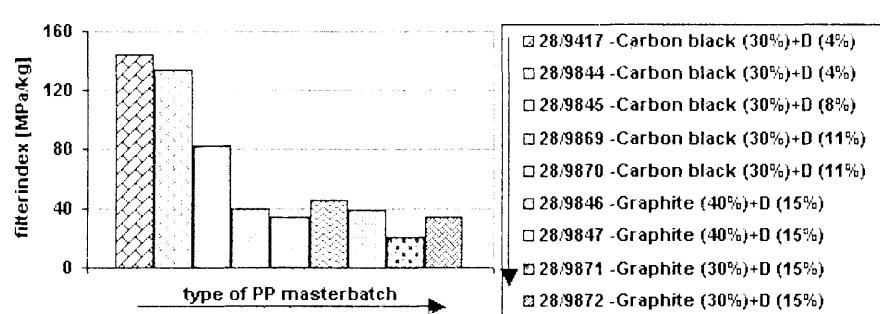


Fig. 1 The effect of the type and content of the electrically conductive additive and the dispersion agent on the PP masterbatch filterindex with particular technological parameters

Table 1 The composition of the PP masterbatches, the conditions of their preparation and their application properties.

ID	Masterbatch composition [%]			Temperature set [°C]	Drive loading [%]	Melt flow rate [g/10 min]	Filterindex [MPa/kg]
	Polymer	Additive	Dispersion agent				
Masterbatches with carbon black							
28/9417 ¹	66	30	4	80–240	65	7.4 ²	144
28/9844 ¹	66	30	4	70–230	69	25.1	134
28/9845	62	30	8	80–230	59	18.1	82
28/9869	59	30	11	140–230	57	37.6	40
28/9870	59	30	11	140–220	51	36.5	34
Masterbatches with non-modified graphite							
28/9418	62	40	8	80–240	50	8.78 ³	46
28/9846	45	40	15	68–220	49	192.1	39
28/9847	45	40	15	68–241	52	289.8	21
28/9871	55	30	15	68–220	45	256.0	34
28/9872	55	30	15	68–205	48	256.7	46

¹ Heat development in heating zone T4, T5 + 27 °C, Measurement conditions: Filterindex: 255 °C, Melt Flow Rate: 280 °C/4,8 kg² Melt Flow Rate: 250 °C/4,8 kg³ Melt Flow Rate: 230 °C/2,16 kg**Table 2** Composition, mechanical and colour properties of the PP fibres

ID	Content	Colour properties			Mechanical properties			
		L*	a*	b*	Tenacity	Cv _T	Elongation	Cv _E
-	[%]	-	-	-	[cN/dtex]	[%]	[%]	[%]
244/05	-	92.01	-0.42	1.06	3.04	6.81	97.62	9.6
PP fibres with unmodified graphite (40%) (masterbatch type: 28/9418)								
245/05	0.3	53.04	0.08	0.16	2.79	4.98	112.4	6.83
246/05	0.6	44.78	0.1	0.13	2.73	4.13	115.72	5.6
247/05	1.0	39.56	0.13	0.11	2.77	6.09	116.12	6.33
248/05	2.0	33.13	0.17	0.11	2.42	4.89	114.58	9.54
249/05	3.0	31.97	0.18	0.12	2.43	3.72	113.38	9.60
250/05	5.0	30.99	0.2	0.15	2.24	3.11	102.84	3.33
251/05	7.0	30.36	0.22	0.23	1.77	4.11	84.91	8.94
252/05	8.0	29.97	0.27	0.38	1.6	5.4	77.42	9.45
253/05	10.0	29.28	0.28	0.44	1.76	5.44	70.31	15.31
254/05	12.0	28.69	0.33	0.52	1.7	5.73	67.36	13.85
255/05	14.0	28.53	0.3	0.45	1.41	3.79	60.24	13.42
PP fibres comprising carbon black (30%) (masterbatch type: 28/9417)								
260/05	0.3	25.9	0.54	1.74	3.11	4.13	92.67	7.08
261/05	0.6	20.33	0.06	0.35	2.76	5.16	103.26	10.00
262/05	1.0	18.93	-0.11	-0.11	2.82	4.3	101.67	10.94
263/05	2.0	18.66	-0.19	-0.37	2.82	3.03	102.37	8.86
264/05	3.0	18.15	-0.21	-0.33	2.77	3.21	100.65	6.86
265/05	5.0	17.8	-0.22	-0.39	2.66	4.07	97.31	12.70
266/05	7.0	17.48	-0.19	-0.35	2.62	5.38	99.92	14.56
267/05	8.0	16.81	-0.13	-0.03	2.53	4.84	93.12	13.24
268/05	10.0	16.05	-0.11	-0.05	2.52	3.85	87.94	10.13

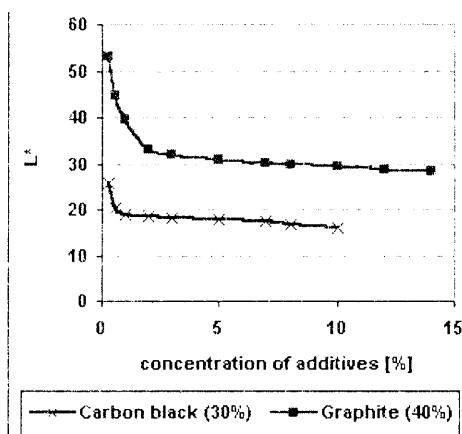


Fig. 2 The effect of the type and content of electrically conductive additives on the L^* value (brightness) of PP fibres

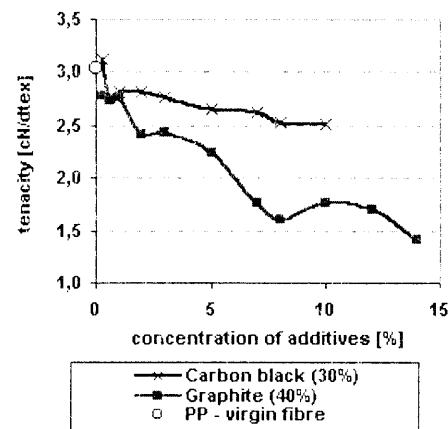


Fig. 4 The effect of the type and content of electrically conductive additives on the tenacity of PP fibres

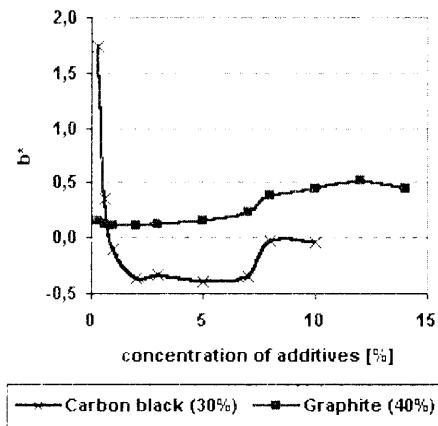


Fig. 3 The effect of the type and content of electrically conductive additives on the b^* value (yellow-blue tone) of PP fibres

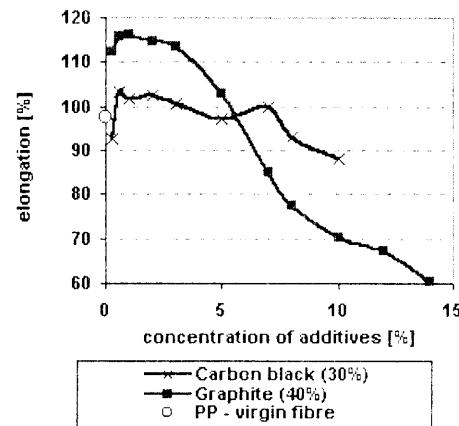


Fig. 5 The effect of the type and content of electrically conductive additives on the elongation of PP fibres

Temperature mode: 270–275 °C
Drawing ratio: 1 : 3
Spinneret: 40 / 0,5
Individual fineness: 7 dtex

In Table 2 and Figs. 2, 3, 4, and 5, the composition, mechanical and colour properties of the PP fibres are described.

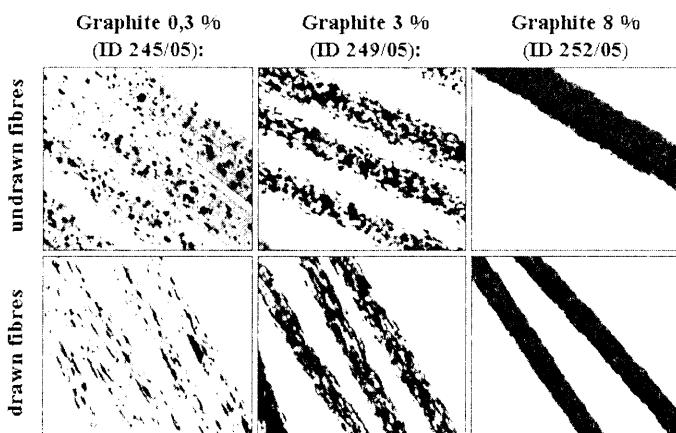


Fig. 6 Microscopic pictures of PP fibres with an electrically conductive additive – Unmodified GRAPHITE (40%) (ID: 28/9418) (magnification: 255x)

Microscopic pictures of PP fibres with electrically conductive additives

On Fig. 6. of the microscopic pictures, the inhomogeneity of the graphite dispersion in the PP composite fibres is shown.

On Fig. 7. of the microscopic pictures, the relatively good homogeneity of the carbon black in the PP composite fibres is shown.

REM pictures of PP fibres comprising electrically conductive additives

On the following Fig. 8, the coarse particles of the graphite can be seen on the fibres' surface. The par-

ticles were partly smashed during the drawing and made smaller.

On Fig. 9., the flat surface of the PP fibres is shown despite the high content of the carbon black in the polymer. The internal structure of the PP fibres is quite homogenous compared to PP fibres with a similar content of graphite.

3. Discussion

In this stage the research was oriented towards verifying the possibility of preparing masterbatches and fibres with a content of additives which are suggested from the literature as possible conductive additives. In

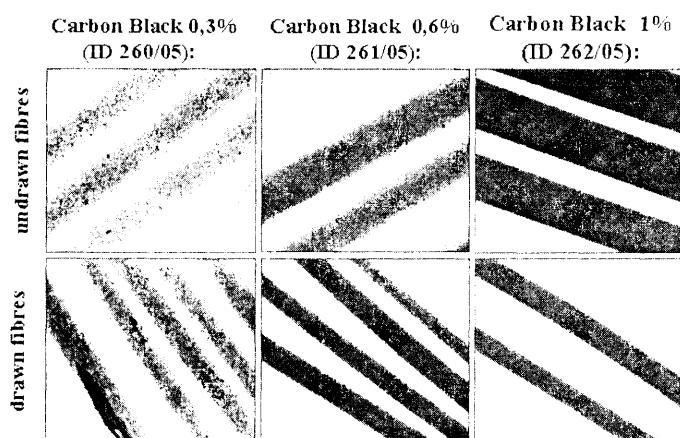


Fig. 7 Microscopic pictures of the PP fibres with the electrically conductive additive Carbon Black (30%) (ID: 28/9417) (magnification: 255x)

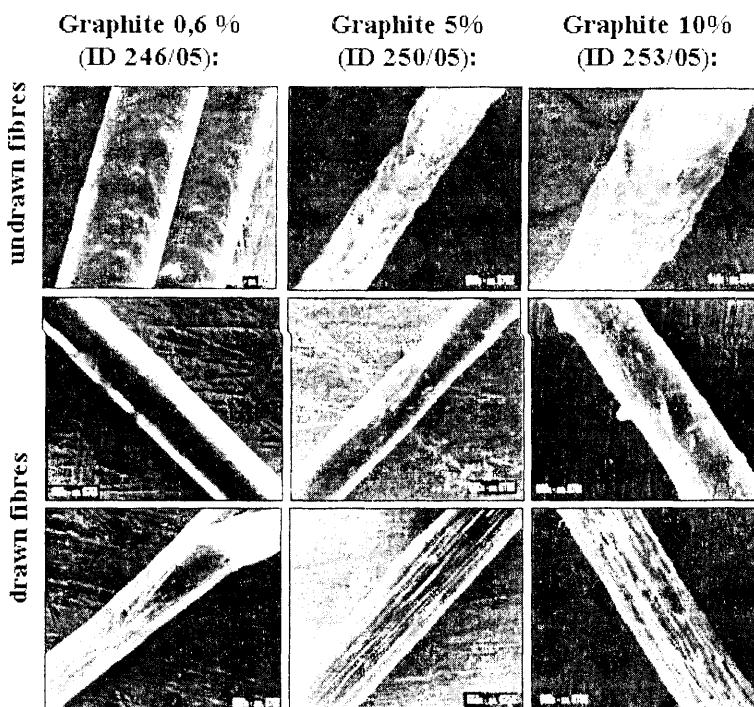


Fig. 8 REM pictures of PP fibres with an electrically conductive additive – Unmodified graphite (40%) (28/9418), (magnification: 660x)

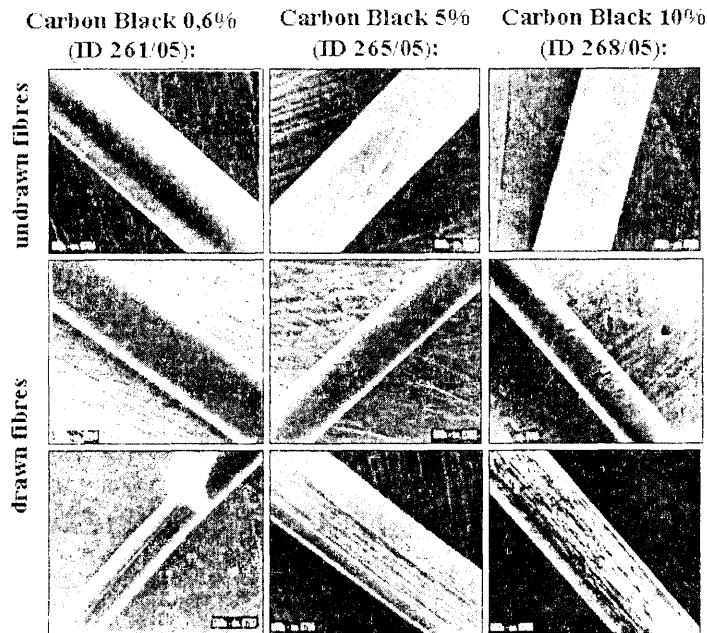


Fig. 9 REM pictures of PP fibres with an electrically conductive additive – Carbon Black (30%) (28/9417). (magnification: 660x (undrawn fibres ID 253/05: 940x))

future stages their electrical conductivity will be verified.

The results achieved can be summarized as follows:

- *Masterbatches of conductive additives:*

The preparation of the masterbatches was without any problems; the development of heat under the effect of kneading had been determined only in samples 28/9417 and 28/9844.

It was discovered that the composition of the masterbatches, the additive type and the dispersion of the agent ratio affect the application properties of the masterbatches in the following manner:

- The increase in the dispersion agent's content and also the decrease in the processing temperatures have a positive effect on the carbon black dispersion in the masterbatches and consecutively on the improvement of the application properties of the masterbatches, which is important for the next processing of masterbatches. With an increase in the dispersion agent's content and a suitable change in the temperature set during the preparation of the masterbatches, the disintegration of the carbon black agglomerates improved; the filterindex declined and the melt flow ratio rase.
- It was also determined that neither the change in the concentrate's composition nor modifying the extruder temperatures have a significant effect on the value of the graphite masterbatches' filterindex. The increase in the dispersion agent ratio was also reflected in the significant increase in the melt flow ratio. The easured application properties of these masterbatches assume a more complicated incor-

poration of these masterbatches into the fibres.

- *The modified PP fibres with a content of conductive additives:*

- Colour properties are basically changed by the effect of carbon black concentration in fibres up to cca 3%. This causes a significant decrease in L* and a fibre shade moves from the yellow to blue area (b* value), which corresponds with the carbon black's natural colouring in combination with a polymer. After the overrun of this cca 3% limit, the fibres' colour properties practically do not change.

The microscopic and REM photos of these fibres confirm a good dispersion of the carbon black in the fibres. The surface of the drawn and undrawn fibres is smooth and without surface defects in the peeled fibres; the internal morphological structure of the fibres is seen as uniform and compact. Thanks to these properties, the mechanical properties of these fibres compared to standard fibres are affected only a little by the presence of the carbon black.

- In the fibres with the GRAPHITE content, the rapid decrease in light occurred to the concentration of cca 1%, but with the next increase in the graphite content, the values were practically stable. The colour properties of these fibres in comparison with fibres with carbon black are not changed significantly by the affect of the increase in the additive concentration. These fibres are a little bit brighter and yellower.

As for the mechanical properties and optical methods, there are significant changes. Graphite particles in the fibre are in quite big agglomerates, and their amount and size get bigger with the increase in the

additive's concentration. The fibres' surface is uneven. In the peeled fibres it is possible to see a worsening in the equality of the internal structure with the increase in the graphite content in the fibres. The "drawing" of the agglomerates occurs due to the fibres' drawing, but it is not enough for their breakage. This negatively results in a significant worsening of the mechanical properties, i.e., in the rapid decrease in the fibre's tenacity and elongation with the increase in the graphite content.

In fibres with a graphite content, it is necessary to improve the graphite's dispersion in the fibres, what will probably be possible only by the use of a surface modified, exfoliated type of graphite.

4. Conclusion

The development of fibres with a content of conductive fibres is one of the aims of the development of so called "smart" materials, which are able to monitor the health state of its bearer – a person- with a form of signal or energy transfer. At first, it is necessary to manage the technology of processing potentially conductive materials into a form which will be applicable for the next stage of processing, e.g., such as masterbatches, fibres, etc. And this research was devoted just to this stage. Knowledge about these additives makes it possible to prepare a modified PP fibre with a targeted change in their properties for their selected application in the sector of the preparation of textiles or technical materials. A critical task in the use of additives is the necessity to manage their targeted disintegration in the

process of preparation of masterbatches and intercalation in the production of modified fibres.

The possibility of preparing masterbatches and fibres with a content of conductive carbon black flows from the results achieved. Unmodified graphite application was shown as problematic, which becomes evident as a result of bad graphite dispersion in fibres and consequently by the worsening of the mechanical properties of fibres.

Acknowledgements: This research was performed for APVV grant agency (Grant No. 20-011404)

5. References

- [1] Markajan J.: Plastic Additives and Compounding, 01-02/2005, pp. 26-30
- [2] Harlin A.: Electrically and Optically Conductive Synthetic Polymer Fibre. In: Proceedings of 41th International Man-made Fibres Congress, Dornbirn 2002, Austria
- [3] ADDITIVES FOR POLYMERS, September 2002, p. 4
- [4] ADDITIVES FOR POLYMERS, August 2004, pp. 2-3
- [5] ADDITIVES FOR POLYMERS, October 2004, pp. 10-11
- [6] Zhdanok S., Sonlnitsev A.: Synthesis of Carbon Nanomaterials and Their Utilisation for Polymeric Nanocomposites. In: Proceedings of 6th International Conference on ADVANCES IN PLASTICS TECHNOLOGY APT'2005, November 2005, KATOWICE, No. 9
- [7] Krul L.P., Belov D.A: Thermal and Thermomechanical Properties of Nanocomposites Based on Poly-d,L Lactide and Multiwall Carbon Nanotubes. In: Proceedings of 6th International Conference ADVANCES IN PLASTICS TECHNOLOGY APT' 2005, November 2005, Katowice, No.10

Received: August 2006

Kompozitné PP vlákna s obsahom vodivých aditív

Translation of abstract:

Composite PP fibres with a conductive additive content

Príspevok sa zaoberá aplikáciou vodivých aditív do polypropylénových koncentrátov a vláken. Ako vodivé aditíva boli použité nemodifikovaný grafit a sadze. Z aditív bolo pripravených niekoľko koncentrátorov s rozdielnym podielom aditíva a dispergátora.

Pripravené koncentráty boli aplikované do vláken. U pripravených vláken boli stanovené fyzikálno-mechanické a koloristické parametre. Vnútorná štruktúra a dispergácia aditív vo vláknach bola získané pomocou optickej svetelnej mikroskopie a REM.

THE EFFECT OF NANO – TiO₂ ON THE STRUCTURAL AND MECHANICAL PARAMETERS OF POLYPROPYLENE FIBRES

Michlík P., Brejka O., Marcinčin A.* , Ujhelyiová A.*

Research Institute for Man-Made Fibres, a.s.,

Štúrcova 2, 059 21 Svit, Slovak Republic, e-mail : michlik@vuchv.sk

** Slovak University of Technology in Bratislava, Faculty of Chemical and Food Technology,
Radlinského 9, 812 37 Bratislava, Slovak Republic*

Fibres modified by special additives with nanodimensions, i.e., nanoclay, nano-TiO₂, conductive metal oxides, carbon nanotubes and carbon nanofibres have improved mechanical, electrical and barrier properties, inflammability or a new colour appearance. In this work the effect of nano-TiO₂ content and fibre drawing in the continual process of preparing fibres on the basic mechanical properties and structural parameters (birefringence, sound velocity in fibres, crystallinity index) of polypropylene composite fibres with an individual fineness of 3 dtex is presented. The results of the study confirm the reliable technological stability of the continual process of preparing fibres with a nano-TiO₂ additive content in a range of 0.2–2.5 % and a drawing ratio in a range of 1.65–4.50. The mechanical and structural parameters of the polypropylene composite fibres can be adjusted in the above range of the additive content and drawing ratio.

1. Introduction

Synthetic fibres are found to have a widespread application in the field of preparing textile materials, nonwoven products and materials for technical application in the automotive industry. The preparing of fibres from a blend of fibre-forming polymers [1,2] or with a content of special additives i.e., colorants, UV stabilizers, flame retardants and antimicrobial agents [3,4,5] enlarge fields for their application or the new unique properties of fibres create new possibilities for their application.

Nanoscience and nanotechnology today strongly support the offering of new plastic materials and fibres prepared with improved application properties [6]. Fibres added by specially treated additives with nanodimensions, i.e., nanoclay, nano-TiO₂, conductive metal oxides, carbon nanotubes and carbon nanofibres enhance their mechanical, electrical and barrier properties, inflammability or bring about a new colour appearance [7,8].

In the work the effect of nano-TiO₂ content and fibre drawing in a continual process for the preparing of fibres on the basic mechanical properties and structural parameters (birefringence, sound velocity in fibres, crystallinity index) of composite polypropylene fibres with an individual fineness of 3 dtex is presented.

The results of the study confirm the reliable technological stability of continual fibre preparation in nano-TiO₂ type-P with a range of 0.2–2.5 % and in a range of a drawing ration of $\lambda = 1.65\text{--}4.5$. In the above ranges of a nano-TiO₂ content and drawing ratio, it is possible to adjust the mechanical and structural parameters of polypropylene composite fibres.

2. Experimental

Materials

- isotactic polypropylene A-type (MFR = 10.8 g/10 min)
- isotactic polypropylene B-type (MFR = 25.0 g/10 min)
- a nano-TiO₂ P-type concentrate with a polypropylene (PP) carrier (MFR = 18.8 g/10 min, Filterindex = 530 MPa/kg)
- nano-TiO₂ P-type (TiO₂ content = 76.3 %, particle sizes = 30 nm, specific surface = 60–72 m²/g).

Procedures

The preparation of PP–nano-TiO₂ concentrate

The concentrate of nano-TiO₂ with a PP carrier was prepared on a ZDSK-28 double-screw kneading – granulating extruder with screws of a diameter of $\varphi = 28$ mm, with a nozzle diameter of $\varphi = 3.9$ mm using the premix method from a mixture of powder PP (MFR = 10 g/10 min), nano-TiO₂ and a dispersant.

The preparation of the PP composite fibres

The PP composite fibres were prepared using mechanical mixtures of PP granulate and a concentrate of nano-TiO₂ with a PP carrier medium by the continual procedure of spinning and drawing on a laboratory continual line with an extruder diameter of $\varphi = 16$ mm, with a one-step cold drawing and a final continual process speed of 200 m/min, in the use of a 40/0.5 mm spinnerette (PP A-type), or 40/0.4 mm (PP B-type), at a spinning temperature of 270 °C and a 0.4N constant fibre tension during the winding.

Methods

Mechanical properties of fibres

- STN EN ISO 1973 Textile fibres. Determination of the fineness.
- STN EN ISO 5079 Fabrics. Fibres. Determination of the tenacity and elongation of the individual fibres upon breaking.
- STN EN ISO 2062 Fabrics. Yarns from winding. Determination of the tenacity and elongation of the individual yarns upon breaking.

Structural parameters of fibres

- PND 274-37-95 The determination of the sound velocity in fibres with a circular section.
- PND 274-36-95 The determination of the fibres's birefringence with a circular section using the compensation method.
- PND 129-117-05 The determination of the crystallinity index I_k of the polypropylene fibres using the FT-IR spectroscopy method.

Application parameters of nano-TiO₂ concentrate

- PP 8/97 The determination of the filterability of the additive concentrate (Filterindex).
- STN EN ISO 1133 Plastics – the determination of the melt flow rate (MFR) of the thermoplastics.

3. Results and discussion

3.1 The effect of the nano-TiO₂ (P-type) content on the mechanical properties of the composite PP fibres

The effect of the nano-TiO₂ P-type content on the basic mechanical properties of the PP composite fibres was appreciated on the fibres of a 3 dtex fineness prepared from PP polymer A-type by a continual technological process at a constant drawing ratio of (λ) $\lambda = 3.0$.

The results of the realized research work are that upon the use of the A-type PP, the technological stability of the continual preparation of the PP composite fibres was reliable for the whole evaluated 0.6–2.5% range of the nano-TiO₂ P-type content in the mass of the composite fibre, which is practically comparable with the stability of the non-additive standard PP fibre preparation.

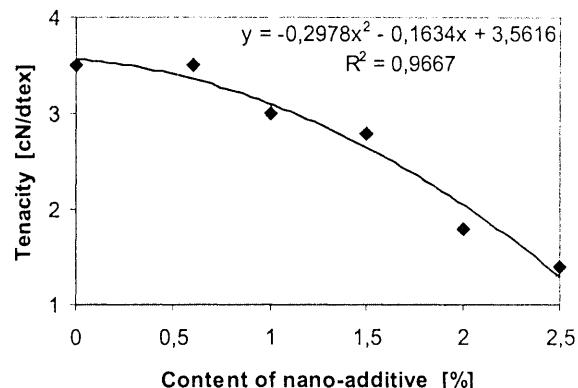


Fig. 1 The effect of the nano-TiO₂ content on the tenacity of the PP composite fibres

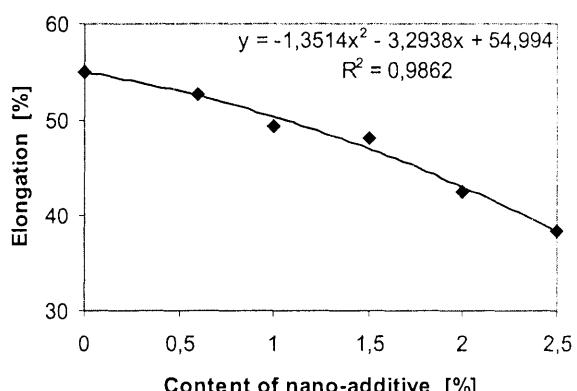


Fig. 2 The effect of the nano-TiO₂ content on the elongation of the PP composite fibres

The tendency of the decline of the PP composite fibre's tenacity with the rising content of nano-TiO₂ in the fibre mass was determined at an additive concentration higher than 0.6%, which is emphasized by the rising content of the additive in the PP fibre mass.

The tendency in the decline of the PP composite fibre's elongation with the rising content of nano-TiO₂ in the fibre mass was determined.

The equality of the basic mechanical properties of the PP composite fibres is mildly lower in comparison with the equality of the non-additive standard PP fibre properties.

A more unique dependency of the equality of the fibre's mechanical properties on the nano-TiO₂ content in the fibre was not determined.

Table 1 The effect of the nano-TiO₂ content on the mechanical properties of the PP composite fibres ($\lambda=3.0$, PP type-A)

Nano-TiO ₂ content [%]	Fineness [dtex]	CV _F [%]	Tenacity [cN/dtex]	CV _T [%]	Elongation [%]	CV _E [%]
0.0	2,9	0,9	3,5	4,6	55,1	7,9
0,6	2,9	0,5	3,5	7,5	52,7	10,2
1,0	3,1	1,4	3,0	6,0	49,3	10,3
1,5	2,9	1,1	2,8	7,5	48,2	8,1
2,0	3,2	0,7	1,8	8,6	42,6	10,8
2,5	3,1	1,1	1,4	11,7	38,3	5,8

3.2 The effect of the nano- TiO_2 (P-type) content and drawing ratio (λ) on the structural parameters and mechanical properties of the composite PP fibres

The effect of the P-type nano- TiO_2 content and drawing ratio on the basic structural parameters and mechanical properties of the PP 3 dtex fineness composite fibres prepared from the B-type PP polymer by the continual technological process was watched and appreciated at the range of evaluated drawing ratios from $\lambda = 1.65$ to $\lambda = 4.5$.

From the experimental research work realized it results that upon the use of B-type PP, the technological stability of the continual process of the PP composite fibres was reliable for the whole range of 0.2–2.0 % of the P-type nano- TiO_2 content in the composite fibre mass and for the whole evaluated range of the drawing ratio of $\lambda = 1.65$ –4.5.

Based on the experimental results determined in Tab. 2, Fig. 3–5, it is possible to say that a P-type nano- TiO_2 and its content in a fibre mass affect the structural parameters of drawing PP composite fibres.

With the rising λ the total average orientation (birefringence), the orientation of the fibre's surface layers (the velocity of the sound transmission) and the crystallinity index of the non-additive standards and composite PP fibres in the whole evaluated range of the content of the nano- TiO_2 in the composite fibre mass rises.

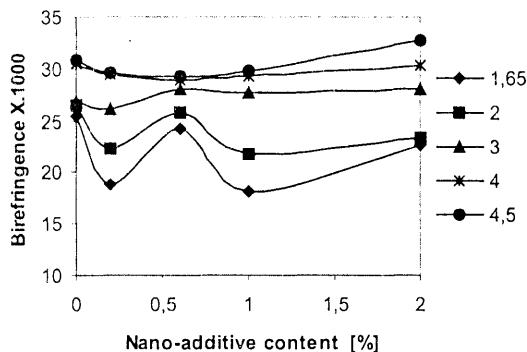


Fig. 3 The effect of λ and nano- TiO_2 content on the birefringence of the PP composite fibres

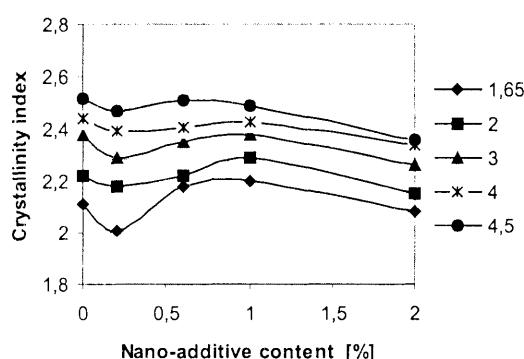


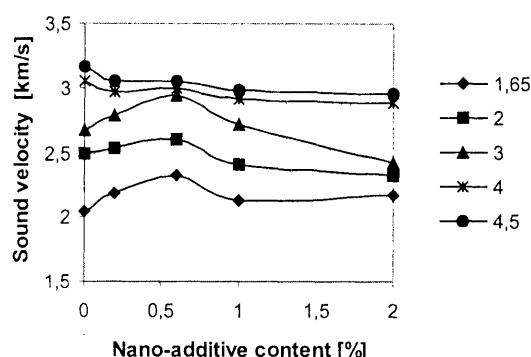
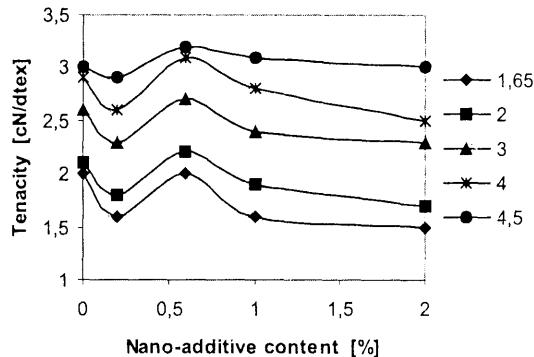
Fig. 4 The effect of λ and nano- TiO_2 content on the crystallinity index of the PP composite fibres content

Table 2 The effect of λ and nano- TiO_2 content on the structural parameters of the PP composite fibres (PP type-B)

Nano- TiO_2 content [%]	λ	Fibre diameter [μm]	Birefringence $\Delta n \cdot 10^3$	Sound velocity, c [km/s]	Crystallinity index, I_k (FT-IR)
0,0	1,65	18,8	25,37	2,04	2,11
0,0	2,0	18,6	26,44	2,50	2,22
0,0	3,0	22,1	26,91	2,68	2,38
0,0	4,0	22,4	30,50	3,05	2,44
0,0	4,5	21,9	30,79	3,16	2,52
0,2	1,65	22,8	18,86	2,18	2,01
0,2	2,0	21,3	22,35	2,53	2,18
0,2	3,0	21,1	26,11	2,78	2,29
0,2	4,0	20,2	29,44	2,97	2,39
0,2	4,5	19,7	29,67	3,05	2,47
0,6	1,65	18,9	24,20	2,32	2,18
0,6	2,0	18,7	25,84	2,60	2,22
0,6	3,0	19,1	28,03	2,94	2,35
0,6	4,0	21,4	28,92	3,00	2,41
0,6	4,5	22,8	29,33	3,05	2,51
1,0	1,65	21,6	18,08	2,13	2,20
1,0	2,0	18,7	21,88	2,41	2,29
1,0	3,0	20,9	27,68	2,71	2,38
1,0	4,0	19,2	29,34	2,91	2,43
1,0	4,5	20,9	29,82	2,98	2,49
2,0	1,65	18,6	22,67	2,17	2,08
2,0	2,0	19,3	23,41	2,32	2,15
2,0	3,0	20,7	27,98	2,43	2,26
2,0	4,0	21,2	30,26	2,89	2,34
2,0	4,5	19,7	32,82	2,95	2,36

Table 3 The effect of λ and nano-TiO₂ content on the mechanical properties of the PP composite fibres (PP type-B)

Nano-TiO ₂ content [%]	λ	Fineness [dtex]	CV _F [%]	Tenacity [cN/dtex]	CV _T [%]	Elongation [%]	CV _E [%]
0,0	1,65	2,8	1,3	2,0	4,4	89,7	6,1
0,0	2,0	2,8	1,1	2,1	12,0	70,0	23,2
0,0	3,0	2,9	0,9	2,6	8,0	59,2	12,1
0,0	4,0	2,9	1,2	2,9	11,5	40,0	17,8
0,0	4,5	3,1	1,1	3,0	12,3	38,4	12,9
0,2	1,65	2,9	1,0	1,6	5,8	94,9	11,9
0,2	2,0	2,9	1,6	1,8	6,1	77,9	18,6
0,2	3,0	3,1	1,1	2,3	11,0	63,4	22,4
0,2	4,0	3,2	0,5	2,6	7,9	41,1	11,4
0,2	4,5	3,2	1,1	2,9	11,3	40,7	12,7
0,6	1,65	2,7	0,6	2,0	2,7	87,9	5,0
0,6	2,0	2,8	0,4	2,2	3,9	76,9	10,2
0,6	3,0	2,9	1,3	2,7	8,0	54,9	19,8
0,6	4,0	3,1	0,4	3,1	9,3	42,2	16,6
0,6	4,5	3,1	0,8	3,2	10,3	34,4	12,1
1,0	1,65	2,9	0,7	1,6	3,5	99,4	10,5
1,0	2,0	2,9	1,1	1,9	3,6	76,8	11,3
1,0	3,0	3,1	1,1	2,4	5,7	53,2	13,7
1,0	4,0	3,2	1,0	2,8	9,8	41,3	6,7
1,0	4,5	3,2	0,4	3,1	6,1	39,0	12,8
2,0	1,65	2,7	1,8	1,5	5,4	94,3	5,5
2,0	2,0	2,9	1,8	1,7	9,4	65,9	14,3
2,0	3,0	3,0	2,3	2,3	8,6	51,9	11,2
2,0	4,0	3,2	0,7	2,5	6,6	39,4	9,2
2,0	4,5	3,2	0,6	3,0	7,0	37,9	17,1

**Fig. 5** The effect of λ and nano-TiO₂ content on the sound velocity in the PP composite fibres**Fig. 6** The effect of λ and nano-TiO₂ content on the tenacity of the PP composite fibres

The effect of the nano-TiO₂ content on the values of the structural parameters of the PP composite fibres observed in comparison with the nonadditive standard, which depends on the λ value in the process of fibre drawing, was determined.

At a lower $\lambda \leq 3,0$, the tendency of the decline in birefringence on the content of 0.2 % and the following increase in birefringence upon a content of 0.6 % of nano-TiO₂ in the fibre mass was determined. Next, increasing the content of nano-TiO₂ was demonstrated by the decline in the PP composite fibre's birefringence. At a higher $\lambda \geq 4,0$, the effect of the nano-

TiO₂ % on the fibre's birefringence is not especially significant of a content of 1.0 %, with the content of 2.2 %, a slightly higher composite fibre birefringence was determined in comparison with the non-additive standard.

The tendency of the decline of the crystallinity index with a content of 0.2 % and the subsequent increase upon a content of 0.6–1.0% of the nano-TiO₂ in the composite PP fibre mass was determined in the whole range λ . The increase of nano-TiO₂ content upon 2.0 % was demonstrated by the decline of the crystallinity index.

At a lower $\lambda \leq 3.0$, the tendency of the increase of the velocity of the sound transmission in the fibre upon a content of 0.2–0.6 % and the subsequent decline with the increase of nano-TiO₂ content in the composite fibre mass was determined. At a higher $\lambda \geq 4.0$, the effect of the nano-TiO₂ on the velocity of the sound transmission in the fibre is less significant with the demonstration of the tendency of a mild decline with the increasing content of nano-TiO₂ in the PP composite fibre mass.

This resulted from the determined experimental results (Tab. 3, Fig. 6, 7) that the P-type nano-TiO₂ and its content in the fibre mass affect the basic mechanical properties of the drawing PP composite fibres in comparison with the non-additive standard PP fibre.

With rising λ , the tenacity rised and the elongation of the non-additive standards and composite PP fibres falls in the whole evaluated range of the nano-TiO₂ content in the composite fibre mass.

With a content of 0.6 % nano-TiO₂ in the composite fibre mass, a mild increase in tenacity to 10% was determined in the range of $\lambda \geq 2.0$ in comparison with the non-additive standard. With the other evaluated contents, a decline in the tenacity of the composite fibres from 5 % to 25 % was determined, which became lower with the rising λ and at the highest $\lambda = 4.5$, the tenacity of the composite fibres was practically on the level of the non-additive standard.

The elongation of the PP composite fibres was practically comparable with the non-additive standard in the whole evaluated range of λ and the nano-TiO₂ content.

The equality of the basic mechanical properties of the PP composite fibres is practically comparable with the equality of the properties of the non-additive standard PP fibre.

The determined values of the tenacity characteristics of the PP composite fibres (Fig. 6) correlate well with the determined values of their structural parameters (Fig. 3–5).

4. Conclusion

In the work the effect of the content of P-type nano-additive and the degree of one-directional deformation λ of the continual process of preparing fibres on the basic mechanical properties and structural parameters of birefringence, sound transmission velocity in the fibre and crystallinity index of composite polypropylene fibres of 3 dtex fineness were studied. Based on the achieved experimental results, the effect of the P-type nano-TiO₂ content in the PP composite fibre mass and λ on the stability of the continual process of preparation, fibre tenacity and elongation parameters, its average orientation, the orientation of the fibre's surface layers and the crystallinity of the additive polymeric system was evaluated.

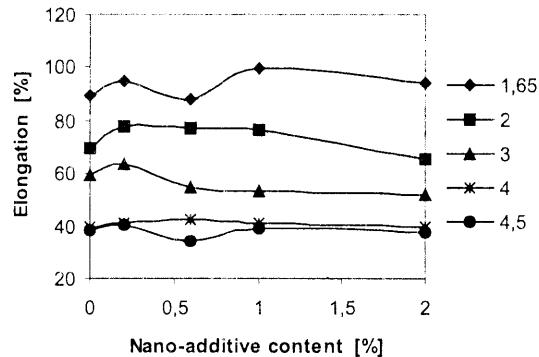


Fig. 7 The effect of λ and nano-TiO₂ content on the elongation of the PP composite fibres

It resulted from the realized research works that the technological stability of the continual preparation of PP composite fibres was reliable for the whole evaluated range of 0.2–2.5% in the mass of the nano-TiO₂ content in the composite fibre, which is practically comparable with the technological stability of the preparation of the non-additive standard PP fibre.

The tendency of the decline in the PP composite fibres with the rising content of nano-TiO₂ in the fibre mass at a additive concentration higher than 0.6% and the decline of the PP composite fibres' elongation with the rising content of nano-TiO₂ in the fibre mass was determined. The equality of the PP composite fibre's basic mechanical properties is practically comparable with the equality of the non-additive standard PP fibre qualities.

The P-type nano-TiO₂ and its content in the fibre mass affect the structural parameters of the drawing PP composite fibres, which correlate well with the values of their mechanical qualities. It is possible to modify the structural parameters and mechanical qualities of the composite fibres in a wide range of the λ process of drawing fibres.

The reality of the encompassment of the continual procedure of the preparation of the nano-TiO₂ PP composite fibres at acceptable structural parameters and the mechanical properties of the composite fibres resulted from the realised research works. The obtained experimental results create a fundamental data base for the next phase of the research and optimization of the material's composition, the technological conditions of the preparation, the structure and properties of the nano-TiO₂% concentrates and, consequently, composite fibres for fabrics with a functional effect of UV barrier protection.

Acknowledgements: This research was performed within the task of research of the APVV grant agency, Grant No. 20-011404.

5. References

- [1] Marcincin, A., Brejka, O., Ujhelyiová, A., Körmendyová, E., Staruch, R.: Morphology and Properties of PP/PES Blend

- Fibres. Vlákna a textile 10 (1), 2003, pp. 3–8
- [2] Froehling, P. E.: Dendritic polymers: Proceedings of CHFJ-Man Made Fiber 2001, August 2001, pp. 19–21, ISSN 0340-3343
- [3] Müller, W.: Textile finishing with nanotechnology, Textile Network, July–August/2005, pp. 28–31, ISSN 1612-5096
- [4] Additives for polymers, December 2004, pp. 2–3, ISSN 0306-3747
- [5] Pauquet, J.R.: Novel effect additives for increasing versatility of synthetic fibers, Chemical Fibers International (51) , p. 44–48 (2001), ISSN 0340-3343
- [6] Holme, I.: Nanotechnology : small is beautiful, International Dyer, July 2005, pp. 9–12, ISSN 0020-658X
- [7] Marcincin, A., Jurenková, M., Kubíčková, M., Hricová, M., Borsig, E., Brejka, O.: Polypropylene fibres modified by nano-TiO₂ and montmorillonites. Vlákna a textil, 11 (4), 2004, pp. 119–123
- [8] Brejka, O., Ujhelyiová, A., Michlík, P., Bolhová, E., Folvarčíková, K.: Effect of nanoadditive on crystallinity of polypropylene, In: 6th international conference on Advances in plastics technology APT 2005, ISBN 83-917693-4-8, Katowice, November 2005

Received: September 2006

Vplyv nano-TiO₂ na štruktúrne a mechanické parametre polypropylénových vláken

Translation of abstract:

The effect of nano-TiO₂ on the structural and mechanical parameters of polypropylene fibres

Vlákna modifikované špeciálnymi aditívmi s nano-rozmermi, napr. nano-íl, nano-TiO₂, vodivé oxidy kovov, uhlíkové nano-trubky, uhlíkové nano-vlákna, majú zlepšené mechanické, elektrické a bariérové vlastnosti, zníženú horľavosť alebo nový farebný prejav.

V článku je prezentovaný vplyv obsahu nano-TiO₂ a stupňa jednosmernej deformácie kontinuálnej prípravy polypropylénových kompozitných vláken jemnosti 3 dtex na ich základné mechanické vlastnosti a štruktúrne parametre (dvojstrom, rýchlosť šírenia zvuku vo vlákne, index kryštalinity). Výsledky práce potvrdzujú spoľahlivú technologickú stabilitu kontinuálneho procesu prípravy kompozitných vláken s obsahom nano-TiO₂ v rozsahu 0,2–2,5 % pri dĺžiacom pomere v rozsahu $\lambda = 1,65–4,5$. Štruktúrne a mechanické parametre polypropylénových kompozitných vláken môžu byť regulované v uvedených rozsahoch obsahu aditíva a dĺžaceho pomeru. Nano-TiO₂ typu-P a jeho obsah v hmote vlákna ovplyvňuje štruktúrne parametre dĺžených PP kompozitných vláken, ktoré dobre korelujú s hodnotami ich mechanických vlastností.

COMPACT SPINNING - POSSIBILITIES OF IMPROVED FIBER SPINNING-IN INTO THE YARN

Trajković D.¹, Stamenković M.¹, Radivojević D.²

¹*University of Niš, Faculty of Technology, Leskovac, Serbia*

²*High Technical School of Textile, Leskovac, Serbia*

E-mail: dusant@excite.com

The physical-mechanical properties of yarns, similar to those of other solid matter, are a function of their structure. The yarns are composed of fibers of different lengths and shapes, resulting in yarn spirals with varying radii, forming kinks at intervals, and even projecting from the yarn's surface. Therefore, it is not the overall length of the fiber that contributes to the yarn's strength, but only the spun-in part thereof.

In this work, the spinning-in coefficient, K_F , was determined for conventional and compact ring-spun yarns, in accordance with the "theory of spun-in fibers in yarns". The measurements have shown that the inner structure of cotton ring-spun yarns, presented by the value of the coefficient, varies with the spinning system used. K_F values for compact yarns show that most of the fibers have been incorporated into the yarn, giving better physical-mechanical characteristics. In conventional ring-spun yarns, this coefficient is slightly lower, indicating a greater number of looped fibers and fibers incorporated into the yarn with less than half their lengths.

Key words: spinning-in of fibers, conventional ring-spun yarn, compact yarn, spinning triangle.

1. Introduction

The physical-mechanical properties of yarns, similar to those of other solid matter, are a function of their structure. Therefore, there are a lot of authors and reference works describing the structure of the yarns [1–7].

Yarn structure is a function of many factors, the most important among them being [8]:

Fiber character as the yarn's structural component (length, fineness, cross-section and voluminosity) and its mechanical properties (tensile strength, stretchability, bending ability, elasticity, etc.);

Fiber distribution, i.e., the count and layout of fibers along the yarn's cross-section (radial and square layout), the regularity of fiber distribution along the yarn (axial or longitudinal) and the distribution of individual lengths and forms of spun-in fibers within the yarn, i.e., a fiber's migration properties.

Relationship between the yarn's structural elements, i.e. between the fibers (friction, various surface properties, number of contact points, etc.), determined by the spinning system, level of twisting, or subsequent chemical processing.

The quality of ring-spun yarns is greatly affected by the construction of the drafting system and the geometry of the spinning triangle formed in the area of the spinning-in of a refined fiber bundle into the ring-spun yarn.

The optimization of the structure of the drafting system, the spindle, the ring and the traveller, as well as the automatization and synchronization of the operation of all the operational elements on the ring spinning

frame have brought about a significant increase in the production, better yarn quality, and greater flexibility and profitability of yarn spinning on a ring spinning frame.

However, all the above improvements and optimizations of the ring spinning process only partially relieve the problems caused by the spinning triangle. The spinning triangle formed by the fiber bundle between the traveller and the drafting system delivery rolls is the weakest point in the ring-spun yarn forming process [9].

Based on a thorough analysis of the spinning triangle structure, the conclusion reached was that only a successful solution of the spinning triangle problem would enable the production of ring-spun yarn with less hairiness and better physical-mechanical properties.

A spinning process with a minimized spinning triangle is called compact (condensed, compressed) spinning (Figure 1) [10, 11].

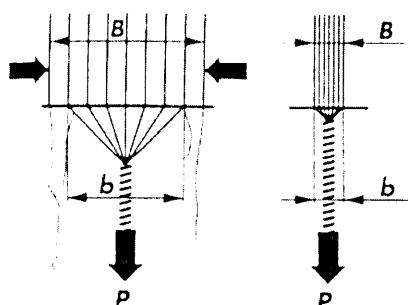


Fig. 1 Models of conventional and compact ring spinning processes

Having in mind that the compact spinning process is already applied in the industry and is foretold a bright future by futurologists, the scope of this work is to study the possibilities of a better spinning-in of the fibers into the yarn produced by this process. The similarities and differences in the structural, physical-mechanical and textural characteristics between yarns spun with and without the spinning triangle can be investigated by comparative spinning from the same raw material on a Süessen ring-spinning frame.

2. Theory of spun-in fibres in yarns

The study of fiber configuration has something in common with the theory of macromolecular substances. In the way in which macromolecular substances are comprised of macromolecules of different lengths and shapes, yarns are also comprised of fibers of different lengths and shapes. The fibers are distributed in spirals with variable radii; they sometimes get entangled and even protrude from the yarn. Therefore, the total length of the fiber does not contribute to the yarn strength but only the part of the fiber that has been spun in. For this reason, the spinning-in coefficient K_F has been introduced [12, 13].

The probability that a fiber will be spun-in depends on the ratio of the fiber's elemental length, Δl_i , and the actual fiber's length, l_i . The probability, P , of the fiber being incorporated into the yarn, can be presented as:

$$P = \sum \frac{\Delta l_i}{l_i} \quad (1)$$

Based on this equation we can come to the following conclusions:

a) If the fiber is straightened and the full length of the fiber is spun in, then:

$$\sum \Delta l_i = l_i; \quad P = 1 \quad (2)$$

b) If the full length of the fiber is outside the yarn's structure, then:

$$\sum \Delta l_i = 0; \quad P = 0 \quad (3)$$

c) If part of the fiber's length is spun in and the rest protrudes from the yarn, then:

$$\sum \Delta l_i < l_i; \quad 0 < P < 1 \quad (4)$$

The probability distribution corresponds to the Gaussian distribution because of the randomness of the individual fibers' spinning-in. In order to avoid the later confusion of the probability for different types of fiber configurations with the probability of fiber spinning-in, the fiber spinning-in coefficient, K_F , was introduced. The physical character of the K_F coefficient is obtained from:

$$K_F = \sum \frac{\Delta K_{F_i}}{n} \quad (5)$$

where K_{F_i} – the fiber spun-in coefficient for the given fiber (i), and n – the number of fibers tested.

The fiber spun-in coefficient in the yarn K_F represents the relation

$$K_F = \sum \frac{\Delta L_i}{L_F} \quad (6)$$

where ΔL_i – the yarn length into which the fiber is spun in (incorporated into the yarn), and L_F – the length of the straightened fiber.

Based on this the possible values of the coefficient are within the limits:

$$0 \leq K_F \leq 1 \quad (7)$$

The practical determination of the spinning-in coefficient is limited by the testing methods and the time necessary for the testing. The problem is to determine the exact length of the fibers incorporated into the yarn.

An approximate value of K_F is more easily obtained by using the projected elemental fiber length, L , instead of the actual fiber length, L_F , whereby it is obvious that $L_F > L$. In the same way, we can project to the yarn axis and the spun-in fiber length:

$$\sum L_i = \sum \Delta L_i \cdot \cos \alpha_i \quad (8)$$

The spun-in fiber length can be measured by a tracer on an enlarged photo of transparent yarn into which a dyed fiber has been spun-in. The equation given below shows the coefficient calculation method for the fiber spinning for the fiber shown in Figure 2.

$$K_F = \sum \frac{\Delta L_i}{L} \cdot \frac{\cos \alpha_i}{\cos \alpha_i} = \sum \frac{L_i}{L} = \frac{L_0 - \sum x_i}{L} \quad (9)$$

where ΔL_i – part of the fiber incorporated into the yarn, L_i – part of the yarn comprising the spun-in fiber, α_i – the angle between the elemental length and the yarn axis, x_i – the yarn length wherefrom the fibers are protruding, L_0 – the total yarn length between the beginning and the end of the fiber, L – the total fiber length.

Based on the above equations and the figure, it can be concluded that the spinning-in coefficient is one of the most significant characteristics of the inner yarn structure.

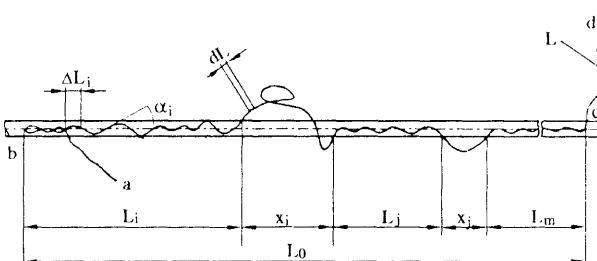


Fig. 2 Photo of a fiber spun into a yarn body with the data for calculating the spinning-in coefficient

The inner yarn structure cannot be determined by the shape and configuration of a single fiber, because the fiber can have a random position in the yarn. The yarn is represented as a statistical series of more or less randomly configured fibers, and in order to obtain a representative character of an "average" fiber, it is necessary to statistically process a series of data with a great number of measurements.

It would be very difficult to perform such a large number of measurements by simultaneously taking photographs. Therefore, for practical purposes, the comparative method was introduced. Based on a large number of measurements, the typical shapes and derived empirical coefficients are defined. From the mathematical definition of the K_F coefficient (5), it follows that it can be composed of a number of partial components:

$$K_F = \sum_j K_{F_j} \frac{n_j}{n} = K_{F_0} \frac{n_0}{n} + K_{F_1} \frac{n_1}{n} + \dots + K_{F_n} \frac{n_n}{n} \quad (10)$$

where K_{F_j} – the mean spinning-in coefficient for a given class (class j), n_j – the frequency of measurements for that class.

This is analogous in a way to the polydispersity of macromolecules. The staple fibers, from which the yarn is spun are polydisperse by their characteristics. Different spinning methods contribute to different configurations of fiber lengths and shapes within a yarn, i.e., the polydispersity of the fibers is emphasized by the spinning. As the polydispersity of polymeric substances reflects their chemical and mechanical

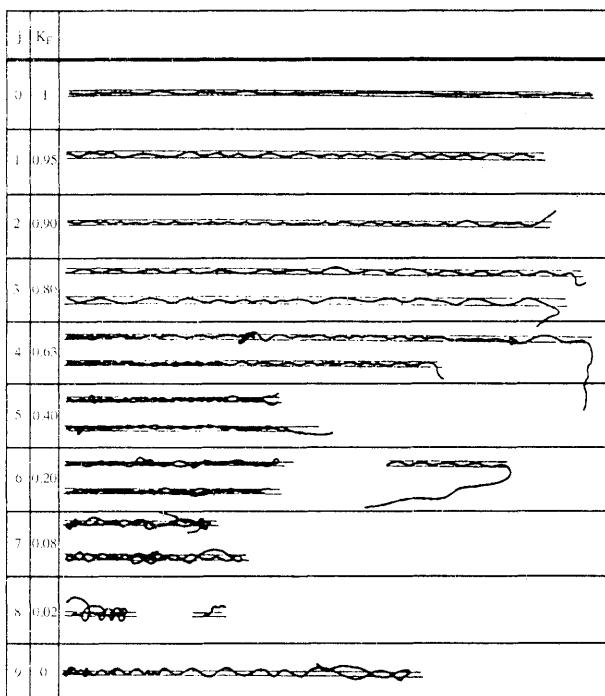


Fig. 3 Distribution of standard fibers for a statistical analysis of classes 0 to 9 for the spinning-in coefficient K_F

properties, so does the inner structure of a yarn affects its mechanical properties.

The measurements of empirical standards and determination of their K_F values [14] have brought about a classification of the distribution of standard fibers standard fibers distribution for statistical analysis with 10 classes with associated spinning-in coefficient values (Figure 3).

The mathematical and statistical approaches to the problems of the inner yarn structure, presented here and based on the fiber lengths utilized, enable a comparison of the different types of yarns and facilitate the study of the complex structure of yarns spun from staple fibers.

In Figure 4, more information is given on the yarn's inner structure with the frequency distribution and cumulative frequency distribution of the spinning-in coefficients for individual types of yarns [12].

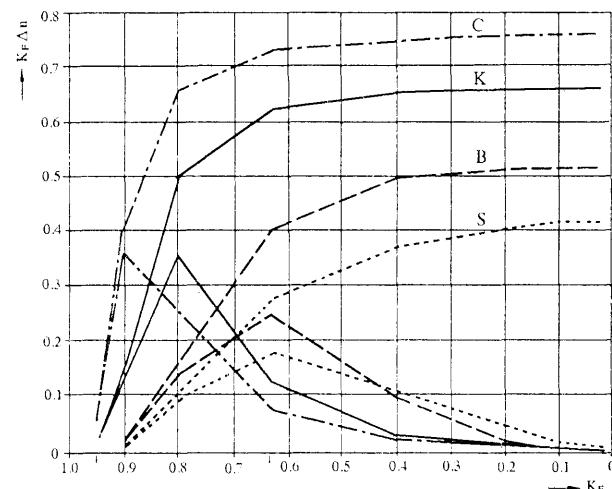


Fig. 4 The spinning-in coefficient distribution curves for some yarn types. $K_F \Delta n$ – median spinning-in coefficient, Δn – relative frequency of the spinning-in coefficient, C – combed yarn, K – carded yarn, B – rotor-spun yarn, S – rotor-spun yarn, old type machine

3. Experimental

3.1. Testing methods

The following methods and apparatuses were used for testing the raw materials and experimental samples:

1. The testing of the cotton fibers was carried out on a modern SPINLAB HVI 900A line for the classification and quality assessment of the cotton fibers, where the following parameters were studied:
 - Fiber length, by optical method (fibrogram), giving data on the mean length, the mean length of the upper half of that length (UHML), and the mean arithmetic percentage (%) of length fibers in the cotton batch;

- Strength, i.e., the breaking force and elongation upon breaking, by the fiber sheaf breaking method;
 - Fiber fineness, i.e., microner-values by the flow of the air stream through a fiber sample;
 - Content of impurities and micro dust;
 - Color of fibers; by measuring the reflected light, the grade of yellowness is determined in accordance with the USDA cotton classification standard;
2. Yarn fineness, i.e., its linear density was determined on an *Uster-Autosorter 3* apparatus with the standardized data processing method for ISO 2060;
3. The yarn twist was determined by the direct counting method (ISO 2061);
4. The yarn's irregularity and hairiness were determined by the use of a computerized *Uster Tester 3* with an additional hairiness measuring sensor;
5. The mechanical characteristics of the yarns were determined by the use of an automatic *Uster-Tenso Jet* apparatus (DIN 53384 and ICS 59.080.20).

3.2. Results and discussion

Conventional and compact ring-spun yarns were used as the test material. All the samples were made of

Table 1 Cotton fibers used for the production of conventional and compact ring-spun yarns

Quality indices of the tested fibers	Statistical indices	
	\bar{X}	CV [%]
Fiber fineness, in microns	4.3	1.43
Fiber linear density, T_{t_f} [dtex]	1.69	–
Fiber length, l_f [mm]	29.6	1.52
Tenacity, Fr_f [cN·tex ⁻¹]	21.4	3.66
Elongation upon breaking, ϵ_p [%]	6.5	3.37
Impurities [%]	2.12	–

Table 2 Physical and mechanical properties of the conventional ring-spun yarns

Yarn parameters	Yarn mark				
	I_1	I_2	I_3	I_4	I_5
Linear density, T_t [tex]	17	19	21	23	25
Breaking force	F_a [cN]	212.2	261.1	302.0	345.5
	CV [%]	8.95	9.34	10.15	11.00
Tenacity	Fr [cN·tex ⁻¹]	12.48	13.74	14.38	15.02
	CV [%]	8.95	9.34	10.15	11.00
Elongation at break	ϵ_p [%]	5.13	5.27	5.56	5.65
	CV [%]	7.65	9.69	8.97	9.63
Breaking work	A [cN·cm]	360.2	394.5	436.3	451.6
	CV [%]	15.24	14.12	13.98	14.32
Irregularity "Uster", Um [%]	13.04	12.81	12.73	12.48	12.05
Thin places (-50%), [km^{-1}]	4	1	2	0	2
Thick places ($+50\%$), [km^{-1}]	45	37	39	33	36
Neps ($+280\%$), [km^{-1}]	115	102	96	107	112
Hairiness, H [-]	3.59	4.12	4.34	4.57	4.83

the same raw material (Russian Class I cotton 31/32) in order to avoid the effect of the raw material's quality on the quality of the tested yarns. The yarn characteristics are given in Table 1.

All the yarn samples were spun with the same twist (778^{-1}) on Süessen spinning frames; the compact was spun on a "Fiomax E1" and the conventional on a "Fiomax 1000", with the same type of drafting system, traveller and ring installed [15].

For all the samples, a spindle speed of $16,000 \text{ min}^{-1}$ was used, giving a good spinning process stability for all the yarn counts.

The results of testing the physical and mechanical properties of the conventional and compact ring-spun yarns are given in Tables 2 and 3.

It is well-known that the strength, i.e., the breaking strength of the yarn is lower than the sum of the breaking strengths of the individual fibers in the yarn's cross-section, which is expressed by "the coefficient of the fiber's strength utilization in the yarn" (η):

$$\eta = \frac{Fr_{\text{yarn}}}{Fr_{\text{fiber}}} ; \quad \eta < 1 \quad (11)$$

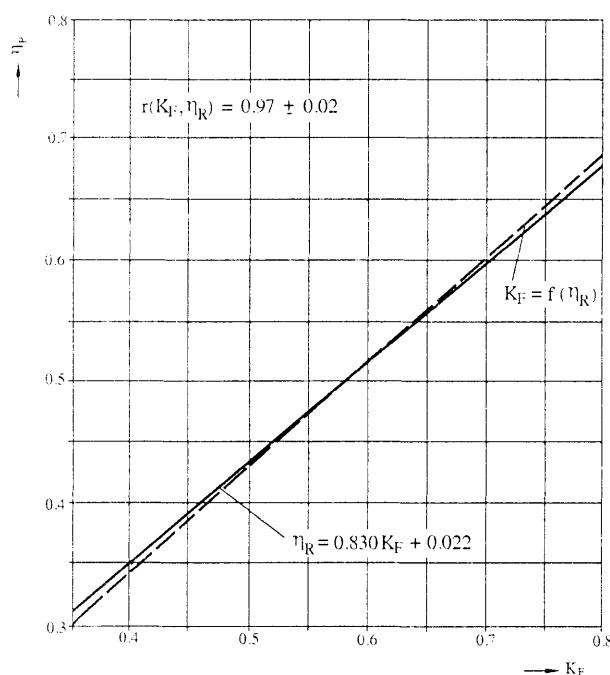
The value of this coefficient is less than 1 (0.3 – 0.9) and it is greater when the internal structure of the yarn is better. Therefore, this coefficient can be of use to a technologist as a measure for an assessment of the yarn's internal structure, and at the same time, an assessment of the fiber processing technology procedure [16, 17].

In his work, N. Rohlena [12] has determined the inter-dependence of the yarn's inner structure and its mechanical properties.

In Figure 5, the correlation between the fiber's spinning-in coefficient and the fiber's strength utilization coefficient, which is chosen to represent the mechanical properties of the yarn, is shown. The correlation coefficient between these two values is 0.97 ± 0.02 ,

Table 3 Physical and mechanical properties of the compact ring-spun yarns

Yarn parameters		Yarn mark				
		II ₁	II ₂	II ₃	II ₄	II ₅
Linear density, Tt [tex]		17	19	21	23	25
Breaking force	F _a [cN]	254.2	311.6	362.5	414.9	458.5
	CV [%]	9.92	8.84	7.50	9.92	9.30
Tenacity	F _r [cN·tex ⁻¹]	14.95	16.40	17.26	18.04	18.34
	CV [%]	9.92	8.84	7.50	9.92	9.30
Elongation upon breaking	ε_p [%]	5.21	5.39	5.61	5.80	6.02
	CV [%]	7.90	8.50	9.80	7.52	9.32
Breaking work	A [cN·cm]	434.7	456.4	483.1	511.9	542.6
	CV [%]	15.32	14.24	12.58	13.83	14.03
Irregularity "Uster", U _m [%]		12.91	12.73	12.42	12.10	11.80
Thin places (~50%), [km ⁻¹]		2	0	1	0	0
Thick places (+50%), [km ⁻¹]		39	34	29	28	30
Neps (+280%), [km ⁻¹]		107	95	74	92	86
Hairiness, H [-]		3.21	3.46	3.80	4.03	4.12

Fig. 5 Correlation between K_F and η for Russian cotton, Classes I and II

and it proves that the yarn strength depends to a great extent on the inner structure of the yarn.

From the known fiber spinning-in coefficient in yarn for cotton yarns, the fiber's strength utilization coefficient is calculated by the regression equation given below:

$$\eta = 0.83 \cdot K_F + 0.022 \quad (12)$$

on the basis of which the yarn's strength can be calculated as follows:

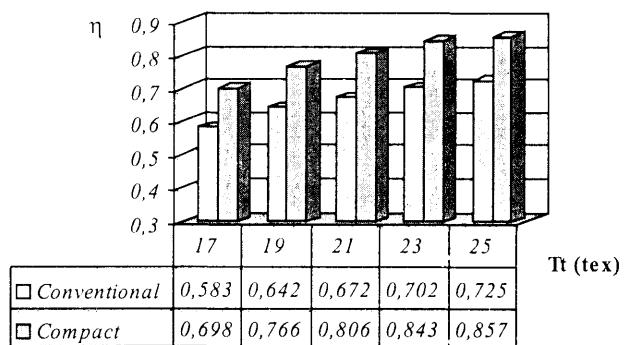
$$Fr_y = Fr_f \cdot (0.83K_F + 0.022) \quad (13)$$

and vice versa, whereby on the basis of the fiber's known strength utilization coefficient in the yarn, the fiber's spinning-in coefficient can be calculated:

$$K_F = 1.138 \cdot \eta + 0.007 \quad (14)$$

Figures 6 and 7 show the relation of these two coefficients (η , K_F), calculated for the conventional and compact ring-spun yarns by the use of equations 11 and 14.

As shown in the histograms and these figures, both coefficients (η , K_F) increase with an increase of the ring-spun yarns' linear density. Comparing the values obtained for conventional and compact ring-spun yarns, it can be seen that the values are higher for compact yarns than for conventional ones. The measurements show that the inner structure of the cotton ring-spun yarn, expressed by the fiber spinning-in coefficient K_F , changes when the spinning system is changed. The distribution of K_F values for the compact yarns shows that the prevailing part of the fibers is spun into the yarn, while with the conventional yarns, there are

Fig. 6 The ratio of a fiber's strength utilization coefficient in the yarn (η), for conventional and compact ring-spun yarns

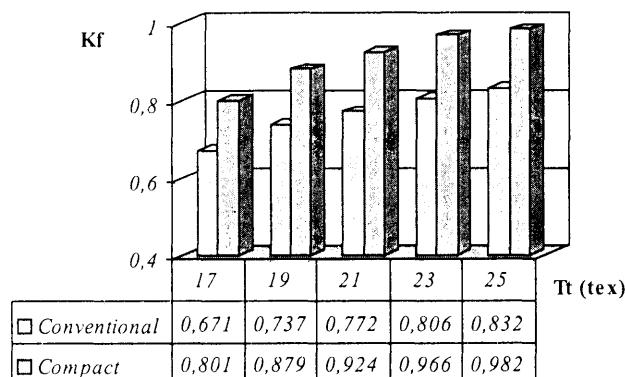


Fig. 7 The ratio of the fiber's spinning-in coefficient in the yarn (K_f), for conventional and compact ring-spun yarns

more loops and more fibers that are incorporated into the yarn with less than half their length. Upon seeing that these two coefficients are correlated, this affects the physical and mechanical properties of the tested ring-spun yarns, as shown in Figures 8-11.

As seen from the distribution of the experimentally obtained values, all the parameters defining the mechanical properties of the yarn depend on both the yarn's linear density, i.e., the number of fibers in the yarn cross-section, and on the spinning system. Thanks to the compact spinning process, an almost ideal arrangement of the fibers in the yarn is achieved, which contributes to a better spinning-in of the fibers and the incorporation of their full length in the yarn's strength.

The measurements of uniformity and hairiness of the conventional and compact ring-spun yarns has confirmed that the compact yarns have a very good uniformity and extremely low hairiness. The drafting system's structure and the geometry of the spinning triangle occurring at the point of the fibers's spinning-in into the ring-spun yarn contribute to obtaining yarns with better uniformity and significantly lower primary and secondary hairiness [9]. This is readily seen when comparing

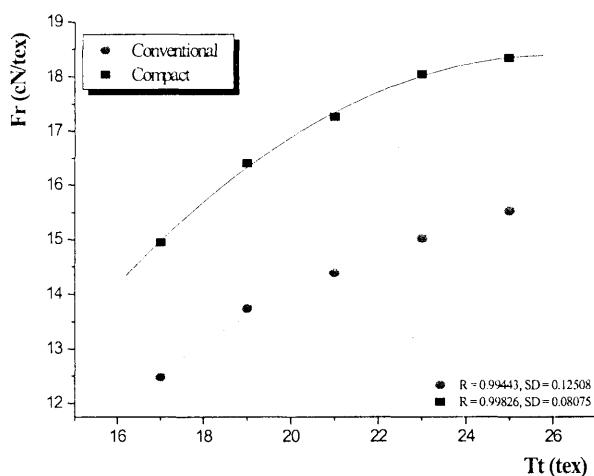


Fig. 8 The yarn tenacity as dependent on the yarn's linear density and the spinning system

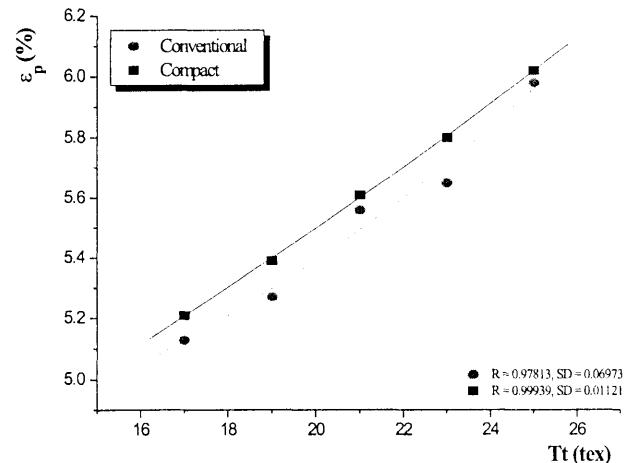


Fig. 9 The yarn's breaking elongation as dependent on the yarn's linear density and the spinning system

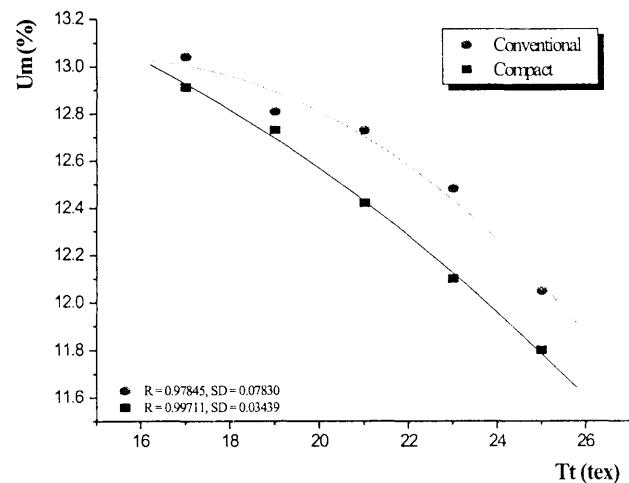


Fig. 10 Yarn irregularity as dependent on the yarn's linear density and the spinning system

the lengthwise surface appearance of the conventional and compact ring-spun yarns (Figure 12).

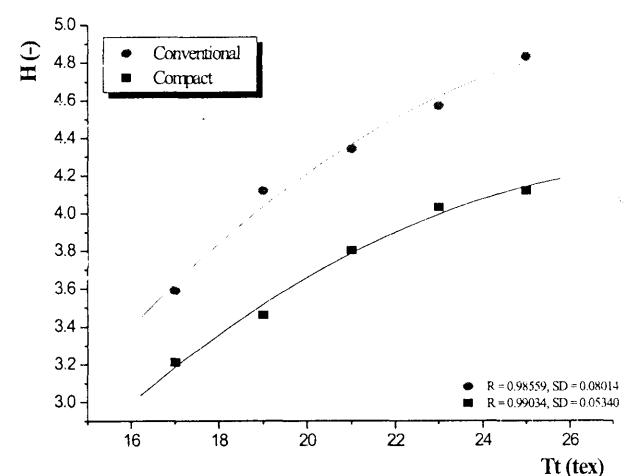


Fig. 11 Yarn hairiness as depending on the yarn's linear density and the spinning system

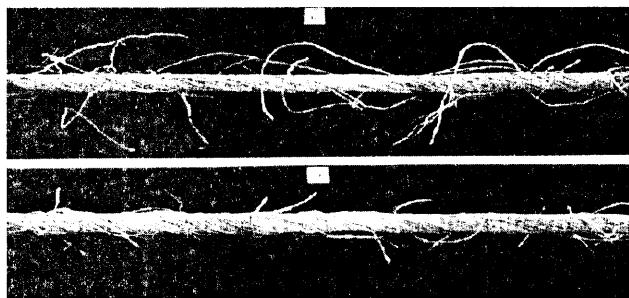


Fig. 12 Surface lengthwise appearance of conventional (a) and compact (b) ring-spun yarns

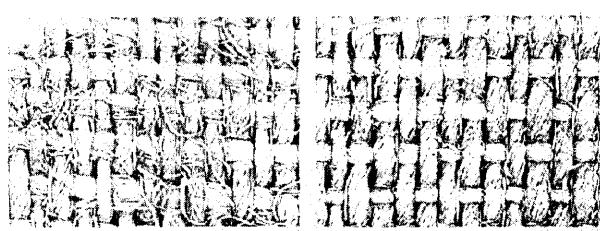


Fig. 13 Surface appearance of fabrics made of conventional (a) and compact (b) ring-spun yarns

The lower interweaving of the protruding fibers on the surface of fabrics made of compact yarns enables more explicit and sharper contours, which is especially important in Jacquard-woven and printed fabrics (Figure 13).

Generally, the hairiness of the ring-spun yarns increases with the increase in their linear density, i.e., the number of fibers in the yarn's cross-section. This is explained by the fact that the increased number of fibers in the yarn's cross-section means an increased number of fibers in the length unit (meter) of the yarn, so that the number of protruding fibers is higher.

4. Conclusions

- Production of compact yarn significantly improves the inner structure of ring-spun yarns. The measurements have shown that the inner structure of compact ring-spun yarns, expressed by the spinning-in coefficient (K_F), varies depending on the spinning system used. K_F values for compact yarns show that the majority of fibers have been spun in the yarn, which is reflected in better physical and mechanical properties. In conventional yarns, this coefficient is slightly lower, indicating the presence of a greater number of looped fibers and fibers incorporated in the yarn with less than half of their overall length.
- Compact yarns have a higher relative breaking force by 15 to 20 % than conventional yarns, nearly the same breaking elongation, and by 10 to 15%, higher breaking work.
- Due to the change in the spinning geometry in the

production of compact yarns on the spinning machines, the number of yarn breaks is reduced up to 60%.

- Compact yarns have a smoother surface, greater elasticity and a softer feel, due to the almost ideal arrangement of all the fibers in the yarn's structure.
- If higher yarn breaking force values are required for a given textile product, then compact yarns with a 10 to 20% lower twist can be used for the purpose.
- In the future, numerous woven and knitwear fabrics can be made of compact carded cotton yarn instead of combed cotton yarn.
- Due to the very low hairiness of compact yarn, there is no need for singeing.
- In the warp sizing process, up to 50% of the starch can be saved if compact yarns are used, and in some cases, sizing is not necessary.
- The lower interweave of the protruding fibers on the surface of fabrics made of compact yarns enables more explicit and sharper contours, which is especially important in Jacquard-woven and printed fabrics.

5. References

- [1] Belicin N. M.: Cotton Yarn structure and methods of its formation. MTI thesis, Moscow 1949
- [2] Morton W. E., Summers R. J.: Journal of the Textile Institute 40, 1949, p. 106
- [3] Morton W. E.: Proc. Annales Sci. Text. Belgium, 1–3 1956, 20
- [4] Kašparek J.: A lecture at MTI in Moscow Oct. 1963
- [5] Riding G.: A lecture at the textile conference in Barcelona, 1963
- [6] Grishanov S. A., Harwood R. J., Bradshaw M. S.: A model of fibre migration in staple-fibre yarn. J. Text. Inst., 90(3), 298–320, 1990
- [7] Hearle J.W.S.: Textile Research Journal, 1965, 329, 693, 788, 885, 972
- [8] Klein W.: The Technology of Short-Staple Spinning, The Textile Institute, Manual of Textile Technology, Manchester 1989
- [9] Nikolić M., Stamenović M.: Kompaktno predenje - mogućnost boljeg kvaliteta prstenaste pređe. Zbornik radova, VI simpozijuma, Savremene tehnologije i privredni razvoj, Leskovac 21–22 October 2005
- [10] Olbrich A.: The AIR-COM-TEX 700 condenser ring spinning, Melliand International 6 (2), 2000, p. 25–29
- [11] Lucca A.: Tekstil 47, 9, 1998, p. 473–475
- [12] N. Rohlena et al.: Open-end Spinning, Elsevier, Sci. Pub. Co. Amsterdam, Oxford New York 1975
- [13] Carl A.: Fundamentals of SPUN YARN TECHNOLOGY, CRC Press Florida USA 2003, 330–333
- [14] Zellweger AG. Uster: Standard values of tensile testing of cotton yarns. Melliand Verlag, Heidelberg 1961
- [15] Brochures and technical documentation of Suessen and Zinser companies
- [16] Stamenović M., Trajković D.: Praktikum iz Tehnologije predenja. Tehnološki fakultet, Leskovac 1999
- [17] Milosavljević S.: Predenje. Tehnološko-metalruški fakultet, Belgrade 1990, 22–26

Received: August 2006

Kompaktné usporiadanie – možnosti zlepšenia spriadania vlákien do priadze

Translation of abstract:

Compact spinning – possibilities of improved fiber spinning-in into the yarn

Fyzikálno – mechanické vlastnosti priadzí, podobne ako iných pevných látok sú funkciou ich štruktúry. Priadze sú zložené z vlákien rôznej dĺžky a tvaru čo vyúsťuje do špirálovej formy priadze s meniacim sa polomerom, tvoria slučky a prejavujú sa na povrchu priadze. K pevnosti priadze teda prispieva nie celková dĺžka vlákien, ale len tá, ktorá je zakomponovaná do priadze. V tejto práci bol stanovený koeficient zakomponovania K_F pre konvenčné a kompaktné rotorové priadze. Merania ukázali, že vnútorná štruktúra bavlnenej priadze, predstavovaná hodnotou koeficientu, sa mení podľa použitého spriadiacieho systému. K_F hodnota pre kompaktné priadze ukazuje, že väčšina vlákien bola zakomponovaná do priadze a tieto priadze majú lepšie fyzikálno-mechanické charakteristiky. Pre konvenčné rotorové priadze je tento koeficient mierne nižší a ukazuje na väčší počet vlákien tvoriacich slučky a vlákien začlenených do priadze menej ako polovicu ich dĺžky.

ZDRAVOTNÁ A HYGIENICKÁ BEZPEČNOSŤ PRI VÝROBE A UŽÍVANÍ TEXTILNÝCH VÝROBKOV

Szokolayová, J., Uhnák, J., Piecková, E.

Slovenská zdravotnícka univerzita, Limbová 12, 833 03 Bratislava 37

e-mail: jana.szokolayova@szu.sk

Autori popisujú kritériá na zabezpečenie zdravotnej a hygienickej bezpečnosti textilných výrobkov minimalizáciou rezíduí xenobiotik. Za tým účelom sa konfrontujú možnosti získavania výsledkov z akútnej a chronickej toxicity v pokusoch na zvieratách, ako aj z epidemiologických štúdií u ľudí po percutánnom prívode látok. Popisuje sa tiež možnosť získať výsledky pre toxikologické posudzovania z počítačových modelov QSAR. V článku sa komentuje tiež význam risk assessmentu z hľadiska minimalizácie rizika z rezíduí xenobiotik a iných chemických látok. U ekologických kontaminantov sa odhaduje riziko z rezíduí kovov, chlórovanych pesticídov, iných biocidov a formaldehydu z hľadiska rizikovosti pre človeka cestou textilií tak pri ich výrobe ako aj užívaní. V rámci kontaminantov sa hodnotí aj možné hygienické riziko z toxinogénnych mikroskopických vláknitých hub pri výrobe v prašnom prostredí. Pre užívateľov a výrobcu možno hodnotiť metabolity mikroskopických vláknitých hub, mykotoxínov, najmä aflatoxin B₁, ako nebezpečenstvo.

1. Úvod

Ak hovoríme o zdravotnej bezpečnosti textilných výrobkov, myslíme v prvom rade na chemickú bezpečnosť, teda na bezpečnosť chemických látok (xenobiotik) vrátane aj takých, ktoré sú produkované mikroorganizmami.

V súčasnosti je známych viac ako 11 miliónov chemických látok, 60–70 tisíc z nich sa pravidelne používa v domácnostach, priemysle a iných odvetviach ľudskej činnosti [1]. Existujúce chemické látky kódované v EINEX-e [2] tvoria v Európe viac ako 90 % celkového objemu všetkých látok na trhu. Súčasný počet existujúcich látok na trhu vyrábaných v objemoch nad 1 tonu odhadujú na 30 000. Približne 140 z nich vybrali ako prioritné látky, ktoré sú predmetom komplexného posúdenia.

Popri chemických látkach mikroskopické vláknité huby (plesne) ohrozujú zdravie človeka v životnom prostredí ako pôvodcovia mykóz – infekčných ochorení vyvolaných hubami, u geneticky disponovaných jedincov ako významné alergény a ako producenti toxických sekundárnych metabolítov – mykotoxínov, spôsobujúcich mykotoxičitu a niektoré druhy rakoviny. Okrem spomínaných mykotoxínov sa na nich pravdepodobne podielajú aj prchavé organické látky produkované hubami (spôsobujú známy nepríjemný zápach plesnivých materiálov).

Testovanie a hodnotenie rizika z chemických látok pre ľudské zdravie a prostredie pred uvedením na trh sa vyžaduje podľa Smernice Rady 67/548/EE [3] pri objemoch nad 10 kg. Pri vyšších objemoch sa vyžaduje aj posúdenie chronických účinkov.

V ostatných rokoch vstúpila do popredia, aj v textilnom priemysle problematika hodnotenia kvality vláken a textilných produktov. Zatiaľ má tradíciu a veľmi dobrú legislatívnu bázu hodnotenie z hľadiska ekologických

kritérií [4]. Osobitný význam z tohto hľadiska má legislatíva EÚ, ktorá ustanovuje ekologické kritériá pre udelenie eko-etikety (eko-labelling) [5], Spoločenstva pre textilné výrobky. Tieto sa týkajú problémov energie a spotreby vody, charakteru „textilného reťazca“, hodnotenia EIA (environmental impact assessment), spracovania vláken, hodnotenia módy, kritérií týkajúcich sa hotového produktu, „finishing“, technického rozvoja textilného priemyslu a vylúčenia určitých substancií alebo procesov.

Hlavné procesy v textilnej technológii z hľadiska potreby hodnotenia rizika vyžadujú v rámci procesov odstraňovania prírodných a ostatných znečistení vlánika a tkaniny kúpele, ktoré obsahujú zvyčajne zásady, antistatické látky, lubrikanty, detergenty a emulgátory. Ďalej na zvýšenie tahovej sily, affinity farbív, odolnosť na abráziu atď. u bavlnených produktov sa tkanina impregnuje roztokom hydroxidu sodného. Pri bielení sa používajú roztoky, ktoré obsahujú peroxid vodíka, oxidy chlóru, peroxoboritan sodný atď. Farbenie zase vyžaduje farbívá, (ním sa budeme venovať v ďalšom článku) fixačné látky. Ďalšie funkčné úpravy sú napr. retardéry horenia, repellenty vody, biocídy atď.

Uvedené faktory majú význam aj pre ochranu zdravia človeka, ktorý je exponovaný v textilných produktoch mnohým chemickým látкам a prípravkom s veľmi rozdielnymi toxikologickými charakteristikami.

2. Potenciálne riziko vyplývajúce z ekologických kontaminácií v textiliach na zdravie človeka

Odhad rizika

Z environmentálneho hľadiska je dôležité sledovať biologickú degradáciu používaných látok v textilnom priemysle [5]. Rovnako je dôležitá rizikovosť pochádzajú-

júca zo vznikajúcich zlúčenín pri spaľovaní odpadových látok z textilného priemyslu. Textilný priemysel môže kontaminovať aj vody najmä povrchovo aktívnymi látkami, formaldehydom, polymérmi, rozpúšťadlami a inými chemickými látkami pochádzajúcimi z výroby odevných, ale aj bytových textilií.

Všetky tieto riziká sa hodnotia prevažne ekologicky (Ekoprofilling). Verejné zdravotníctvo ako lekársky odbor sa zameriava na škodlivý účinok, teda na akútnu a chronickú toxicitu látok na človeka, ale aj na možnosti minimalizácie rizík z pohľadu zdravotnej bezpečnosti celej populácie. Z uvedeného vyplýva potreba vypracovať systémový prístup pre odhad rizika (risk assessment), ktorý pozostáva z týchto stupňov činnosti [6–7]:

- identifikácia nebezpečenstva, ktorá sa opiera o tradičné štúdium toxicity na experimentálnych zvieratách
- charakterizácia nebezpečenstva, ktorá sa zameriava na zistenie odpovede na príslušnú dávku

Identifikáciu a charakterizáciu nebezpečenstva možno chápať ako posúdenie účinku látky, čo potom vyústi do charakterizácie rizika, ktorá je základom pre manažment (ovládanie) rizika vrátane aj legislatívnych opatrení.

Akútna a chronická toxicita skúmaná v rámci identifikácií nebezpečenstva v pokusoch na zvieratách zistuje iba inherentnú vlastnosť látky voči biologickému médiu a poskytuje podklady pre minimalizáciu rizika až charakterizáciu a manažment rizika. Za zdravotne bezpečnú možno prehlásiť látku iba ak sa odhad rizika študoval u nej v jej reálnej aplikácii v danom prívode do organizmu v danom prostredí, v danom množstve (koncentrácií) ako aj dĺžke a frekvencii expozície človeka.

Vzhľadom na všeobecnú tendenciu vyhnúť sa testovaniu na pokusných zvieratách, resp. redukovať počet toxikologických testov na zvieratách, presadzujú sa novšie počítacové modely QSAR (Quantitative Structure Activity Relationship). Tieto študujú vzťah medzi chemickou štruktúrou a biologickou aktivitou látky a snažia sa predpovedať, s akou pravdepodobnosťou sa môžu zhodovať výsledky s hodnotami získanými v toxikologických testoch.

Z hľadiska štúdia rizika v textilnom priemysle určitá látka pre pracovníkov vo výrobe môže škodiť tak inhalačne ako perkutánne (kožou). Pre užívateľov textilných výrobkov vysoko prevláda potreba zabezpečiť zdravotnú bezpečnosť z hľadiska perkutánneho prívodu, preto sme v našej publikácii vytvorili ľažisko v tejto oblasti.

Prenikanie cez pokožku

Funkcie pokožky poskytujú ako bariéra medzi telom a jeho zložkami (fyzikálne, chemické a biologické prostredie) ochranu organizmu. Hoci tieto vlastnosti bariéry sú veľmi účinné, pokožka je vstupom a zraniteľným tercom pre mnohé chemické látky.

Vstrebávanie pokožkou z toxikologického hľadiska kožná a systémová toxicita expozície chemickým látкам závisí od stupňa ich prenikania cez pokožku.

Nepoškodená koža zabráňuje vstrebávaniu vo vode rozpustných toxicických látok, predovšetkým anorganických elektrolytov, vysokomolekulárnych látok a častic. Táto vlastnosť je daná štruktúrou kože, jej regeneračnou schopnosťou, schopnosťou odpudzovať vodu, integritou kože a jej metabolizmom. Koža však nebráni vstrebávaniu v tukoch rozpustných látok. Lokálna reakcia kože (podráždenosť, zápal, olupovanie) po aplikácii niektorých kovov stažuje štúdium rýchlosť vstrebávania. Ako kanály pre vstrebávanie v tukoch rozpustných látok môžu slúžiť vývody mazových a folikulárnych žliazok. Látka môže byť čiastočne transportovaná aj cez pokožku. Rozsah vstrebávania závisí od fyzikálno-chemických vlastností látky (veľkosť molekuly, rozpustnosť vo vode a v tukoch, stupňa ionizácie, hydrolýza toxickej látky pri pH pokožky) a od lokálnych faktorov (teploty kože, krvného zásobovania, integrity kože).

Koža bráni vstupu toxicických látok do organizmu v rôznom rozsahu u rôznych živočíšnych druhov. Aplikácia organických rozpúšťadiel alebo detergov na kožu zvyšuje jej prieplustnosť pre ióny kovov. Napr. organické i anorganické zlúčeniny kovov, ktoré sa rozpúšťajú alebo distribuujú v tukoch, sú dobre vstrebávané pokožkou. Vstrebávanie kožou sa predpokladá alebo bolo potvrdené pre kovovú ortuť ako aj jej organické a anorganické zlúčeniny, ďalej zlúčeniny zinku, medi, zlata, berýlia, tália, arzénu, kobaltu a niklu. Dobre sa kožou vstrebáva tiež tetraetylollovo.

Pokožka reaguje na expozíciu chemikáliám rozličným spôsobom. Zmeny sa opisujú a klasifikujú najmä na báze morfologických zmien, tab.1. Tieto odpovede sú zväčša nešpecifické, pretože rozdielne chemické látky môžu spôsobiť podobné chorobné zmeny.

Dráždivá kontaktná dermatitída sa prejavuje ako priamy, miestny a toxicický účinok a zahrnuje imunologické mechanizmy. Je zvyčajne lokalizovaná na miesto expozície. Vyskytuje sa od mierneho začervenania pokožky, až po ľažšie zmeny. Väčšinu chemických látok tvorí skupina relatívne slabých dráždidiel, ktorá vyžaduje opakovany, dlhší kontakt, kym sú zmeny viditeľné.

Tab. 1 Nepriaznivé reakcie pokožky na chemické látky

Kontaktná dermatitída dráždivá alergická	Fotosenzititivita phototoxicke reakcie photoallergické reakcie
Iné poruchy olejové akné chlórakné	Kontaktná urticaria
Poruchy pigmentácie hyperpigmentácia hypopigmentácia	Rakovina pokožky rôzne druhy

Tab. 2 Chemicke látky, ktoré sa bežne spájajú s výskytom dráždivých a alergických dermatitíd

Látky spôsobujúce dráždivú dermatitídu	Látky spôsobujúce alergickú reakciu
Rozpúšťadlá alkoholy ketóny chlórované uhlíovodíky ostatné	Kovy nikel a jeho soli soli chrómu soli kobaltu organické zlúčeniny ortuti
Zásady anorganické a organické	Pentaerytrol triakrylát a iné funkčné akrylaty
Soli kovov	Aditíva do gumy
Kyseliny anorganické a organické	Etyléndiamín, hexametyléntetramín a iné alifatické amíny
Mydlá	Metylmetakrylát a iné akrylové monoméry
Detergenty	Formaldehyd

Kritériá pre hodnotenie dráždenia a senzibilizácie pokožky z účinku novýcn a existujúcich látok sa nachádzajú v materiáloch Európskej komisie [7].

Prakticky každá chemická látka môže mať priame dráždivé účinky na pokožku. Chemicke látky, ktoré sa bežne spájajú s dráždivou a alergickou dermatitidou sú v tab. 2. Mnohí ľudia sú exponovaní viacerým chemikáliám. Keď sa vyskytne zápal pokožky, jej bariérová funkcia je poškodená a pokožka sa stáva vnímateľnejšou na dráždenie.

Alergická kontaktná dermatitída sa vyvíja formou zápalu ako imunologická reakcia na chemickú látku a je expresiou oneskorenej hypersenzitivitu sprostredkovanej bunkami. Obraz uvedených zmien sa vytvára v niekoľkých stupňoch, ktoré sú v lekárstve dobre charakterizované a nie je potrebné ich tu bližšie uvádzať.

Vývoj alergickej kontaktnej dermatitidy má časovú následnosť. Najprv je interval, počas ktorého prebieha kontakt s potenciálnym alergénom bez známk senzibilizácie, tento interval sa nazýva refraktérnym obdobím a trvá niekoľko dní alebo aj dlhšie. Po tomto nasleduje inkubačné (latentné) obdobie, počas ktorého sa vyvíja senzibilizácia. Tento proces môže trvať od štyroch dní do viacerých týždňov. Po kompletizácii kožnej senzibilizácie opäťovná expozícia senzibilizujúcej látke aj v malých množstvach vyvoláva prudkú kontaktnú dermatitidu počas 48–72 hodín (reakčný čas). Toto je bázou pre diagnostický kožný test, náplastový test („patch test“) pre alergickú kontaktnú dermatitidu. Jej

príčiny sú mnohoraké, tab. 2 a patria sem napr. aj živice a farbívá v textilných produktoch.

Olejová a chlórová akné (vyrážky) vzniknú pri kontakte s lubrikačnými olejmi na pokožke u profesionálne exponovaných ľudí. Chlórakné je závažná choroba, ktorú spôsobuje expozícia rozličným chlórovaným alebo brómovaným aromatickým zlúčeninám (napr. halogénované naftalény, difenyly, azoxybenzény a dioxíny). Prejavuje sa mnohými vyrážkami a žltými cystami na rôznych miestach pokožky.

Poruchy pigmentu spôsobujú chemické látky, ktoré môžu modifikovať farbu pokožky jej sfarbením alebo zmenou farby. Sfarbenie pokožky sa vyskytne vtedy, keď sa farby naviažu na keratín v zrohovatenej vrstve pokožky (týka sa to napr. anilínových farieb, trinitrotoluénu a medi).

Fotosenzitivita je zraniteľnosť na účinky určitých exogenných chemikálií v koži, ktorá sa prejavuje fototoxicitu alebo fotoalergiou, tab.3.

Porfýria patrí medzi získané choroby, ktoré vznikajú následkom poruchy enzymových systémov katalyzujúcich metabolizmus pyrolových látok. Ochorenie charakterizujú najmä kožné príznaky, začervenanie, ekzém, veľké vyrážky, fotosenzitivita, hyperpigmentácia a nadmerný rast vlasov pričom môžu vzniknúť aj poruchy funkcie pečene. Súvisí s expozíciou organickým chlórovaným zlúčeninám, najdôležitejšie z nich sú pesticíd hexachlórbenzén (HCB) a dioxíny.

Kontaktná urticaria môže vzniknúť zvyčajne z vdy-

Tab. 3 Chemicke látky spájané s fototoxicitou a fotoalergiou

Fototoxicke reakcie	Fotoalergické reakcie
polyaromatické uhlíovodíky asfalt, antracén, akridín, fenantrén atd. farbívá a fotografické chemikálie amyl-o-dimethylaminobezoová kyselina	Halogénované salicylanilidy a príbuzné látky 4,6-dichlórfenylfenol

chovania alergénneho materiálu, spája sa s výskytom oneskorenej dermatitídy, prieduškovou astmou, príznakmi svrbenia a pálenia. Lokalizovaná urtikaria sa môže vyskytnúť pri absorbcii rozličných chemických látok.

Je známe, že ľudská pokožka je „vnímavá“ aj na výskyt rakoviny z účinku chemických látok. Koža hlodavcov (najmä myší) je vhodným modelom pre výskum experimentálnej karcinogenézy.

Zo skupiny *karcinogénov* zaujíma osobitné postavenie benzo(a)-pyrén, polycylický aromatický uhl'ovodík, vznikajúci pri spaľovaní v dyme. Jeho metabolismus reaguje s bunkovou DNA, RNA a bielkovinami. Popri polycylických aromatických uhl'ovodíkoch vykazujú kožnú rakovinu u hlodavcov aj N-nitrózoamíny, N-nitrózoamidy, aromatické amíny, alkylačné zlúčeniny ako aj niektoré mykotoxíny [8].

Prevencia kožných chorôb spôsobených chemickými látkami závisí najmä od eliminácie kontaktu človeka s dráždivými, senzibilizujúcimi, karcinogénnymi a depigmentujúcimi látkami. Zabezpečiť to možno v programoch výchovy a informácií obyvateľstva o účinkoch chemických látok na ľudský organizmus. Osobitný význam má kontrola celého životného cyklu prídavných a kontaminujúcich chemických látok, profesionálnej a neprofesionálnej expozícii, v našom prípade textilným vláknam a produktom.

3. Prehľad toxickej účinkov vybraných ekologickej kontaminantov dôležitých z hľadiska textílií.

Rezíduá kovov

Z kovov môže prichádzať do úvahy *ortuť*, ktorá sa môže dostať do textílií ako znečistenina surovín alebo farbív. Vyžaduje sa hodnotenie jej obsahu aj pre certifikáciu výrobkov. V organizme sa elementárna forma mení na dvojmocnú formu. Metylortuť sa môže demetylovať pôsobením črevnej mikroflóry. U človeka pri chronickej expozícii sa ortuť prv v tele hromadí, potom nastane rovnováha medzi vstrebávaním a vylučovaním. Pri chronickej expozícii je kritickým orgánom mozog.

Pre *olovo* platí to isté ako pre ortuť i z hľadiska prívodu do textílií a rovnako sa sleduje jeho obsah pri certifikácii výrobkov. Vstrebáva sa do organizmu plúcami a čiastočne aj tráviacim systémom. Jeho obsah je vždy sledovaný vo farbivách.

Kadmium sa dostáva do textilných výrobkov cestou plastov alebo farbív. Vzhľadom na riziko z karcinogenity najmä cestou prachu môže vyvoláť rakovinu prostaty, tráviaceho traktu alebo plúc.

Chróm sa považuje za rizikový kov vzhľadom na jeho význam pre koželužne a pre výrobu pigmentov. Toxikologicky je významná jeho šestmocná forma, ktorá môže spôsobiť zápal pokožky a astmu. Indickí

autori [9] študovali vplyv mocenstva chrómu z detergentov na dobrovoľníkov a dokázali, že detergent s obsahom chrómu 40 až 50 ppm vyvoláva kontaktnú dermatitídu. Nygren a Wahlberg [10] dokázali podobné účinky chrómu z topánok.

Z hľadiska textilného priemyslu novšie nadobúda na význame *nikel*. Na rozdiel od nízkej toxicity jeho anorganických zlúčenín je jeho zlúčenina karbonylníklu mimoriadne riziková hlavne latenciou medzi príznakmi akútnej expozície a rozvojom poškodenia plúc, mozgu a ďalších orgánov. Zaujímateľné sú epidemiologické štúdie [11], ktoré dokazujú dermatitídy z niklu najmä z kovu vybíjaných opaskov na džínsoch. Nikel a jeho zlúčeniny sa môžu používať vo výrobkoch ako nitované gombíky, pracky, nity, zipsy a kovové značky na odevoch, ak uvoľňovanie niklu z časti výrobku, ktorá prichádza do dlhodobého priameho kontaktu s pokožkou neprevyšuje $0,5 \text{ } \mu\text{g}/\text{cm}^2/\text{týždeň}$ [12].

U arzénu jeho organické zlúčeniny sa pokožkou slabo absorbujú, a preto je inhalačná expozícia viacej významná. Alergická kontaktná dermatitída je častá u pracovníkov, ktorí sú exponovaní trioxidu arzénu. Arzenitan a arzeničnan majú embryoletálne účinky a teratogénny potenciál.

Antimón je zaradený tiež medzi kovy, ktorých rezíduá sú limitované podľa OEkoTEX standardu. Jeho zlúčeniny môžu zapríčiniť výrazné dráždenie sliznice zažívacieho ústrojenstva. Oxid antimoničitý v kombinácii s arzénom môže vyvolat hyperkeratózu kože.

Kobalt doprevádzza iné kovy, preto je prítomný v rôznych kovových produktoch a doplnkoch odevu, obuvi atď. Je súčasťou farbív na sklo a porcelán, tvrdí dieťať niektorých živíc, cementu a pod. Patrí medzi častele alergény.

Med' tvorí dôležitú zložku niektorých zliatin spojuju so striebrom, kadmiom, cínom a zinkom. V poľnohospodárstve sa používajú jej zlúčeniny ako pesticídy. Vylučovanie medi môže byť ovplyvnené u človeka pritomnosťou molybdenu v strave. V prašných aerosóloch môže spôsobovať tzv. horúčku z kovov. Soli medi pôsobia dráživo na neporušenú pokožku. Na sliznici spojiviek môžu spôsobiť ich zápal a na rohovke tvorbu vredov.

Organický cín prichádza do úvahy u pracovníkov používajúcich technológie s využívaním organických zlúčenín cínu a pri použíti farbív. Rozdiely toxicity medzi alkylcínovými zlúčeninami závisia od počtu alkylových vedľajších reťazcov.

Chlórované pesticídy a iné biocídy

V rámci predtrhovej kontroly a povinnej certifikácie textilných a odevných výrobkov je požadované hodnotenie obsahu chlórovaných pesticídov vo výrobkoch s obsahom bavlny a vlny.

Pentachlórfenol (PCP) a jeho soli sa používajú v širokej miere ako pesticídy (insekticídy, fungicídy atď.).

Tab. 4 Najvyššie tolerovateľné obsahy (limity) chemických látok v textiliach podľa Öko-Tex Standardu 100

Chemická látka (kovy: extrahovateľné)	Limit mg/kg (ppm)		
	Deti (3r.)	Dospelí priamy kontakt	Dospelí nepriamy kontakt
Formaldehyd +	20	75	300
Antimon	30	30	30
Arzén	0,2	1,0	1,0
Clove	0,2	1,0	1,0
Kaesium	0,1	0,1	0,1
Chróm	1,0	2,0	2,0
Chróm (IV)	pod detekčným limitom		
Kobalt	1,0	4,0	4,0
Med'	2,5	50	50
Níkel	1,0	4,0	4,0
Ortut	0,02	0,02	0,02
Suma pesticidy (viätane pentachlór fenolu a 2,3,5,6-Tetrachlórfenolu)	0,5	1,0	1,0
Pentachlórfenol (PCP)	0,05	0,5	0,5
2,3,5,6-Tetrachlórfenol	0,05	0,5	0,5
Organické zlúčeniny cínu:			
TBT	0,5	1,0	1,0
DBT	1,0		
Ortofenylfenol (OPP)	50	100	100

+ v ovzduší sa prípúšťa limit iba 0,1 mg/kg

V posledných rokoch sa ale jeho použitie vo vyspelých štátach veľmi obmedzuje. Populácia môže byť exponovaná PCP z textilu a papierových produktov, jeho technické produkty môžu obsahovať viaceré toxicke mikrokontaminanty, zahrňujúce PCDD (polychlórované dibenzo-p-dioxíny) a PCDF (dibenzofurány).

PCP sa ľahko absorbuje cez neporušenú pokožku, dýchacie a zažívacie ústrojenstvo. Môže spôsobiť vysoké riziko pri výrobe a použití PCP. Ide o výskyt „chíorakné“ (vyrázky na pokožke), choroby dýchacích ciest, neurologické príznaky (bolesti hlavy, vracanie a slabosť).

EÚ má všeobecné obmedzenie použitia PCP, avšak niektoré štaty EÚ ho ďalej používajú na ochranu dreva a na impregnáciu vlákien a niektorých textilií [13].

Ďalšie pesticídy na báze chlórovaných uhľovodíkov (DDT, HCH, HCB, Heptachlór, Aldrín a Dieldrin a ďalšie) sa vyznačujú kumulatívnymi vlastnosťami v živočíšnych tukoch. Akútna toxicita DDT nie je vysoká, viacej toxicická je HCH, Heptachlór, HCB a ī.

Pod spoločným názvom „perzistentné organické zlúčeniny“ sa postupne vyrádajú z výroby a použitia na svete v rámci globálnej dohody, ktorá sa uskutočnila v Štokholme v 2001. Výnimku tvorí DDT, kde sa jeho použitie povoľuje v niektorých krajinách tretieho sveta iba v boji proti komárom spôsobujúcim maláriu [6]. Na

Slovensku je zakázané používať v poľnohospodárstve uvedené látky už od roku 1976, čo bol výsledok práce pracovníkov bývalého Výskumného ústavu hygieny [8,14–17].

Polychlórované bifenyly (PCB) i keď nepatria do skupiny pesticídov ako chlórované uhľovodíky, rovnako zaťažujú životné prostredie a najmä v tukoch sa kumulujú podobne ako chlórované pesticídy [8,16]. Ich výroba na Slovensku sa zakázala v r. 1983.

Chlórované uhľovodíky pôsobia na centrálny nervový systém, pričom presný mechanizmus tohto účinku na ľudného a zvieratá nie je zatiaľ bližšie objasnený.

Osobitne prichodí pojednávať látky, ktoré pochádzajú z plastických obalov, ktoré majú zabezpečiť pôvodné vlastnosti výrobku. Na druhej strane nesmú kombinovať výrobok pomocnými zložkami, plnidlami a najmä zvyškami monomerov, ktoré pochádzajú zo surovín. V tejto súvislosti sa predovšetkým sledujú ftaláty, ktoré sa používajú ako zmäkčovadlá (plastifikátory) v PVC a sú limitované spoločne v štandardnom Oeko-Tex 100 vo výške, 0,1%.

Iné biocídy sa zaraďujú do zoznamu ďalších typov produktov (napr. dezinfekčné prostriedky, konzervačné látky, produkty na ochranu pred škodcami, produkty pre veterinárnu hygienu, ochranné nátery a filmy na ochranu dreva, vlákien, kože, gumeny, polymérnych

materiálov, ochranné prostriedky pre chladiarenské a spracovateľské systémy, vybrané ochranné prostriedky na potraviny a krmivá).

Legislatívne úpravy reziduí chemických kontaminantov uvádzame v tab.4

V EÚ je spotrebiteľ informovaný, či odevy, resp. textilie, neobsahujú látky schopné vyvolávať dermatologické či iné zdravotné problémy, pretože sú výrobky označené etiketou. Deklarácia je formulovaná spravidla takto: „Skúšané na škodlivé látky podľa Oeko-Tex Standardu 100“. Certifikujúca organizácia je Oeko-Tex [www.oeko-tex.com].

V Európskej únii platí v uvedenej oblasti Smernica 98/8/EC, platná od 14. mája 1998 a Nariadenie Komisie (EC) 1896/2000 platné od 7. septembra 2000. Cieľom uvedeného Nariadenia je zabezpečiť 10-ročný program pre systematické hodnotenia rizika zo všetkých existujúcich aktívnych látok biocídnych produktov.

Formaldehyd

Ide o ostro páchnuci slzotvorný, ľahko skvapalnitelný a ľahko polymerizovateľný plyn, jeho 40 % vodný roztok sa nazýva formalín. Zápach formaldehydu cítiť už od 0,2 mg/m³. S amoniakom poskytuje hexametylén-tetramín, ktorý je konzervačným prostriedkom, ktorý sa dlho používal najmä v rybnom priemysle.

Vzhľadom na jeho rýchle vstrebávanie pokožkou je kontaktným drážidlom. Alergia môže vyústiť až do astmy a karcinogénnych účinkov. Senzibilizácia pokožky môže vznikať pri priamom styku pokožky s roztokmi formaldehydu už pri koncentrácií 0,05 %. Podľa niektorých prameňov [18] je podozrivý z mutagénnych a karcinogénnych účinkov. Medzinárodná agentúra pre výskum rakoviny (IARC) zaujala stanovisko, že túto vlastnosť formaldehydu môžeme považovať za dokázanú iba u zvierat, nie však u ľudí.

Použitie formaldehydu ako kondenzovaného amionoplastu s veľmi nízkou molekulovou hmotnosťou je rozšírené pri úprave textiliu na zníženie jeho krčivosti. Okrem toho sa používa aj do čistiacich prostriedkov na koberce. Ako tab. 4 prezentuje podľa Oeko-Tex štandardu, má určené limity jednak ako reziduum a tiež v rámci limitov emisií prchavých zlúčenín.

Najbežnejšie používanie živice podľa R.M. Carlsona a kol. [19] sú na báze týchto zlúčenín:

- dimetyl dihydroxyetylén urea (DMDHEU)
- etylénurea / melamín formaldehyd
- urea formaldehyd
- melamín formaldehyd.

Tieto látky sú na trhu pod obchodnými názvami Fixapret, CPN, NF, AC, ECO.

Podľa hodnotenia týchto preparátov v USA [19] najmenej formaldehydu uvoľňujú Fixapret, NF, ECO, CPN a metylovaný DMDHEU. Podľa uvoľňovania formaldehydu sa zaraďujú formaldehydové živice takto: za vysoké sa považuje uvoľňovanie nad 1 000 ppm,

za nízke pod 100 ppm a za veľmi nízke menej ako 30 ppm.

R. M. Carlson a kol. vyhodnotili u niekoľkých stoviek žien a mužov výsledky náplastového testu v päťročnej štúdii, ktoré dokázali u 7,2 % pacientov alergické reakcie na 1 % vodný roztok formaldehydu. U formaldehydových živicových preparátov pozitívne výsledky dokázali náplastovým testom preparáty Fixapred, AC a CPN iba medzi 2–2,5 %. Tieto výsledky nepotvrdili závery predošlých prác [20], ktoré poukázali na to, že citlivosť na formaldehyd je významnejšie rozšírená u žien ako u mužov.

Štúdie R. M. Carlsona ďalej poukázali na klinickú relevantnosť výsledkov z náplastových testov nielen u pozitívnych, ale aj u nejednoznačných prípadov pre citlivosť pacientov.

Fowler a kol. [21] prezentovali štúdiu, v ktorej sa sledovali pacienti s pozitívnym náplastovým testom na dvoch klinikách v USA a konštatovali, že alergia na formaldehydové živice je viac rozšírená ako sa pôvodne predpokladalo. Zo 17 pacientov až 12 bolo alergických na formaldehydové živice. Ako najvhodnejší preparát pre screening sa ukázala etylén urea melanínová kombinácia (Fixapret AC).

R. M. Carlson a kol. ďalej uvádzajú textilné firmy, ktoré vyrábajú textilie využívajúce aj uznávaným japonským štandardom z hľadiska uvoľňovania formaldehydu. Napokon autori zostavili tzv. manuál pre pacientov s kontaktnou alergickou dermatitídou na textilie, ktoré boli upravené formaldehydovými živicami.

Potenciálne toxinogénne mikroskopické vláknoté huby v textilných vláknach rastlinného pôvodu

Tento problém sme zaradili do skupiny chemických kontaminantov preto, lebo v metabolizme toxinogénnych mikromycét (plesní) vznikajú mykotoxíny, ktoré sú definovateľnými chemickými zlúčeninami. Mykoflóra bavlny (toboliek i vlákienn) sa doteraz intenzívne študovala najmä v producentských krajinách. Zástupcovia rodov *Aspergillus*, *Penicillium* a *Rhizopus* sa izolovali z toboliek v Egypte, pričom 16 % vyšetrených vzoriek bolo kontaminovaných mykotoxínnimi aflatoxiními B₁ a B₂. Podobné výsledky sa získali z vyšetrení bavlny v niektorých oblastiach USA, v Grécku, Indii a Iráne [22-25].

Kontamináciu textilných surovín v závodoch na Slovensku študovali Piecková a Jesenská [26]. Vyšetrení 45 vzoriek dovážanej bavlny, ďalej zisťovali mykoflóru 24 vzoriek ľanu. K často izolovaným kmeňom patril *Aspergillus flavus* (30,9 % vyšetrených kmeňov produkovalo aflatoxin B, *in vitro*) [27].

Výsledky všetkých štúdií uvedených autorov potvrdzujú, že rastlinné vlákna – nezávisle od svojho pôvodu – sú kontaminované predovšetkým tzv. polnými hubami (*Alternaria* sp. a *Cladosporium* sp.), vyvíjajúcimi sa na živých rastlinách, ktoré sú nasledované tzv. skladovými hubami. Tieto rozkladajú uskladnené rastlinné materiály zvyčajne pri teplotách vyšších ako 30 °C, vlhkosti ma-

terialu vyšej ako 20 % a jeho vodnej aktivite až 0,90. Medzi skladové huby patria predovšetkým *Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus flavus* a iné aspergily, ďalej zástupcovia rodov *Penicillium*, *Eurotium*, *Trichoderma*, *Absidia*, *Mucor* a *Rhizopus* [25–27].

Pri manipulácii s textilnými surovinami rastlinného pôvodu (bavlna, ľan, juta, sisal, konopa) vzniká *organický prach*, ktorého koncentrácia na pracoviskách až niekoľkokrát presahuje najvyššie prípustné koncentrácie. Napr. v bavlnárskom závode zistil Jaroš [28] priemernú koncentráciu prachu na pracoviskách 8,71 mg/m³ (NPK-P je do 2 mg/m³), v závode ľanárskom až 48,86 mg/m³ (NPK-P do 4 mg/m³). Organický prach z uvedených rastlinných vlákien je klasifikovaný ako bioaerosoli bez toxického a fibrogénneho účinku, ale s výrazne dráždivým účinkom na ľudský organizmus [29].

Mikroorganizmy vyskytujúce sa v organickom prachu majú rôzne nežiaduce účinky najmä na dýchací trakt exponovaných osôb. Základné zložky bunkovej steny húb s najväčšou pravdepodobnosťou spôsobujú u pracovníkov spracujúcich rastlinné vlákna (bavlna, ľan) chronické zápalové procesy v plúcach a vyvolávajú chronickú bysinózu u exponovaných robotníkov. Chronická bysinóza (pocit tlaku až zvierania na hrudníku) sa často vyskytovala pri práciach s bavlnou v zahraničí aj u nás [29, 30]. Svetová zdravotnícka organizácia navrhla limity koncentrácie prachu bavlny podľa druhu práce. Pri spracovaní bavlny navrhli limit 0,5 mg/m³, pri súkani a spriadaní bavlny 0,2 mg/m³ a pri tkaní bavlny 0,75 mg/m³. Je to odvodené od množstva drte, ktorá vzniká pri týchto operáciách a spôsobuje vznik choroby. V niektorých štátach (Anglicko, Egypt, USA, Česká a Slovenská republika) sa bysinóza evinuje ako choroba z povolania [29].

Veľké potenciálne nebezpečenstvo predstavujú mykotoxíny – nízkomolekulové sekundárne metabolity mikromycét. Najznámejšie a najviac preštudované sú aflatoxíny produkované *Aspergillus flavus*, *Aspergillus parasiticus* a *Aspergillus nomius*, ochratoxíny produkované *Aspergillus* sp. a *Penicillium verrucosum* a trichotecény produkované *Fusarium* sp., *Stachybotrys chartarum* a i. Hladiny mykotoxínov v ovzduší znečistenom organickom prachom sú veľmi nízke (0–10² ng/m³) a ich úloha pri vzniku a vývoji respiračných príznakov nie je ešte úplne objasnená.

Aflatoxín B₁ patrí k najúčinnejším toxínom vôbec. Jeho účinok po perorálnom príjme je hepatotoxicický a chronicky pôsobí karcinogénne, čo bolo dokázané najmenej u 5 druhov zvierat [30]. Okrem aflatoxínu B₁ ako karcinogénne sa označujú v literatúre aj patulín, luteoskyrín, fumonizín, sterigmatocystín. V pracovnom prostredí boli detektované aflatoxín B₁, ochratoxín A, zearalenón, sekalonová kyselina D, deoxynivalenon [31, 32]. T-2 toxín, produkovaný fuzáriami, patulín, produkovaný mikroorganizmom *Penicillium expansum* a kyselina peniciliová, produkovaná penicíliami,

výrazne poškodzujú funkciu makrofágov v plúcach.

Najúčinnejším spôsobom prevencie chorôb z povolenia vyvolaných exogennymi mikroorganizmami je maximálna redukcia organického prachu na pracoviskách účinnou ventiláciou a odsávaním. Mimoriadne dôležité je predchádzať rastu mikroorganizmov a samozahrievaniu uskladneného rastlinného materiálu (suroviny vlákien) v chránených priestoroch s nízkou teplotou a vlhkostou. Je možné použiť aj niektoré fyzikálne spôsoby dezinfekcie, napr. ionizáciu vzduchu, čistenie priestorov dezinfekčnými aerosólmi, sterilizáciu materiálov gama-žiareniom. Tieto postupy sú výhodnejšie ako používanie chemikalií potláčajúcich rast mikroorganizmov. Tiež je nevyhnutné používať primerané prostriedky osobnej pracovnej ochrany (respirátory, ochranné masky s filtriemi podľa druhu škodliviny), uplatniť zdravotnú výchovu a pravidelné špecializované preventívne lekárske prehliadky exponovaných pracovníkov. Treba tiež identifikovať osoby vnímané na choroby dýchacích ciest a nezaradovať ich na prašné rizikové pracoviská.

Tento príspevok bol spracovaný v rámci riešenia projektu APVT - 99-010604 Štúdium vplyvu chemických látok v textiliach na zdravie človeka.

4. Literatúra

- [1] White Paper: Strategy for a future Chemicals Policy. EN (presented by the Commission). European Commission Version of 18/01/2001, 20 s.
- [2] EINECS: European Inventory of Existing Commercial Chemicals Substances deemed to be in the market on the EU market
- [3] Council Directive 67/548/EEC relating to the classification, packaging and labelling of dangerous substances. as amended
- [4] Establishment of ecological criteria for textile products. Second interim report. 30.0.1997, 89 s.
- [5] Pollák, M.: Škodlivé chemické látky v textiliach. Vlákna a textil 12(3) 2005 s.138–141
- [6] Szokolayová, J., Szokolay, A.: Toxikologické hodnotenie chemických látok z hľadiska novej legislatívy. Životné podmienky a zdravie ÚVZ SR, 2004, 394, s. 217–219
- [7] Technical Guidance Document in Support of Commission Directive 93/67 EEC on Risk Assessment for New Notified Substances and Commission Regulation (EC) No 1488/94 on Risk Assessment for Existing Substances Part I, European Commission, Luxembourg 1994, 250 s.
- [8] Rosival, L., Szokolay, A. a kolektív: Cudzorodé látky v požívatinách. Osveta, Martin 1983, 648 s.
- [9] Iyer, V.J., Banerjee, G., Govindram, C.B., Camath V., Shinde, S., Gaikwad, A., Jerajani, H.R., Raman, G., Cherian, K.M.: Role of different valence states of chromium in the elicitation of allergic contact dermatitis. 47, 2002, p. 357–360
- [10] Nygren, O., Wahlberg, J.E.: Speciation of chromium in tanned leather gloves and relapse of chromium allergy from tanned leather samples. Analyst. 123, 1998 s. 935–937
- [11] Byer, T.T., Morrell, D.S.: Periumbilical allergic contact dermatitis: blue jeans or belt buckles? Pediatr Dermatol. 21(3), 2004, p. 223–226
- [12] Swedish restrictions benefit the environment. Reduced threats from cadmium, arsenic, PCP and organotin compounds. KEM, Stockholm, 9 p.

- [13] Uhnák, J., Veningerová, M., Prachar, V.: Kontaminácia materského mlieka perzistentnými chlórovanými zlúčeninami. ČS.Hyg. 38, 2, 1993, s. 12–16
- [14] Rosival, L.: Expozícia pesticídom a zdravie človeka. Doktorská dizertačná práca, 1976
- [15] Rosival, L., Szokolay, A.: Ecochemistry of BHC in Czechoslovakia. Pure and applied Chemistry. 43, 1–2, 1975, p. 167–176
- [16] Szokolay, A., Rosival, L., Uhnák, J., Maďarič, A.: Dynamics of benzene hexachloride (BHC) isomers and other chlorinated pesticides in the food chain and in human fat. Ecotoxicol. Environ. Safety 1, 3, 1977, p. 349–360
- [17] Asworth, L. J., Jr., Rice, R.E., Mc Means, J.L., Brown, C..M.: The relationship of insects to infection of cotton bolls by *Aspergillus flavus*. Phytopathol. 61, 1971, p. 488–493 [18] Marhold, J.: Přehled prumyslové toxikologie I. AVICENUM, Praha, 1982, 264 s.
- [19] Carlson R.M., Smith M.C., Nedorost, S.T.: Diagnosis and Treatment of Dermatitis Due To Formaldehyde Resins Clothing. Dermatitis, 15, 4, 2004, p. 169–175
- [20] Bracomonte, G.B., Ortiz de Frutos, F.J., Iglesias, D.L.: Occupational allergic contact dermatitis due to formaldehyde and textile finish resins. Contact Dermatitis, 33, 1995, p. 139–40
- [21] Fowler, J.F., Jr., Skinner, S.M., Belsito, D.V.: Allergic Contact dermatitis from formaldehyde resins in permanent press clothing: an underdiagnosed cause of generalized dermatitis. J. Am Acad Dermatol. 27, 6 Part 1, 1992, p. 962–968
- [22] Lee, L.S., Klich, M.A., Cotty, P.J., Zeringue, H.J., Jr.: Aflatoxin in Arizona Cottonseed: Increase in toxin formation during field drying of bolls. Arch. Environm. Contam. Toxicol. 18, 1989, p. 416–420
- [23] El-Naghy, M.A., Mazen, M.B., Fadl-Allah, E.M.: Production of aflatoxin B₂ by *Aspergillus flavous* isolated from stored cotton seeds with different substrates. World J. Microbiol. Biotechnol. 7, 1991, p. 67–71
- [24] Lacey, H.J., Lacey, M.E.: Micro-organisms in the air of the cotton mills. Ann. Occup. Hyg. 31, 1987, p. 1–19
- [25] Dutkiewicz, J.: Bacteria and fungi in organic dusts as potential health hazard. Ann. agric. Environ. Med. 4, 1997, p. 11–16
- [26] Piecková, E., Jesenská, Z.: Filamentous microfungi in raw flax and cotton for textile industry and their ciliostatic activity on tracheal organ cultures *in vitro*. Mycopathol. 134, 1996, p. 91–96
- [27] Piecková, E., Jesenská, Z.: Cotton – a further source of aflatoxin B1-producing strains of *Aspergillus flavus* Link in Central Europe. Biologia 49, 1994, p. 321 – 323
- [28] Jaroš, F.: Choroby dýchacích orgánov a organický prach. Osveta, Martin, 1995, 209 s.
- [29] Christiani, D.C., Eisen, C.E.A., Wegman, D.R., Ye, T.T., Lu, P.L., Gong, Z.C., Dai, H.L.: Respiratory disease in cotton textile workers in the People's Republic of China. 1. Respiratory symptoms. Scand. J. Work Environ. Hlth 12, 1986, p. 40–45
- [30] Cinkotai, F.F., Rigbi, A., Pickering, C.A., Seaborn, D., Faragher, E.: Recent trends in the prevalence of byssinotic symptoms in the Lancashire textile industry. Br. J. Int. Med. 45, 1988, p. 782–789
- [32] Polster, M.: In: Rosival, L., Szokolay, A a kolektív: Cudzorodé látky v požívatinách. Osveta, Martin 1983, 266 s.
- [33] Jesenská, Z.: Mikroskopické huby v požívatinách a v krmivách. Alfa, Bratislava, 1987, 318 s.

Prijaté: December 2006

45TH INTERNATIONAL MAN-MADE FIBRES CONGRESS

Murárová A.

*Fakulta chemickej a potravinárskej technológie STU Bratislava,
Radlinského 9, 812 37 Bratislava*

Na 45 kongrese o chemických vláknach v Rakúskom Dornbirne v tomto roku sa problematike wellness s textiliami venovala veľká pozornosť. Z početných prednášok jednoznačne vyplynulo, že wellness textilie sú textilie budúcnosti.

Podľa moderných predstáv je wellness celková konцепcia zdravia. Pojednáva o všetkých vplyvoch, ktoré upevňujú telesné a duševné zdravie a blaho. Wellness sa stáva v ostatnom čase megatrendom životného štýlu.

Dejiny wellness sú tak staré ako staré je ľudstvo. Už v anticej kultúre sa využívali relaxačné kúpele a v osmanskej kultúre zase obľubovali parné kúpele a masáže pre upevnenie telesného a duševného zdravia. Tento prastarý životný štýl pozitívne ovplyvňuje dnešný životný štýl – wellness. Slovný výraz wellness pochádza zo 17. storočia a v preklade do slovenčiny znamená súhrnu zdravia a blaha.

V 50. rokoch 20. storočia sa stal wellness programom americkej zdravovedy. Bol to úsporný model zdravia zakladajúci sa na prevencii a vlastnej zodpovednosti jednotlivca o svoje zdravie a blaho. Rozhodujúce faktory pre dobré zdravie a blaho sú zdravá výživa, telesné fitness, ovládanie stresu, životné prostredie. Hlavné zdroje koncepcie wellness teda sú výživa, pohyb, relax, príroda a v ostatnom čase sa priraduje vplyv textilných materiálov v rôznych textilných výrobkoch, ktoré sú v kontakte so živým organizmom.

Inteligentné textilie a odevy sú šlágrom budúcnosti. Majú výrazný účinok na wellness. Výpočet inteligentných textilií je dnes už veľmi rozsiahly. Ako príklad inteligentných textilií môže byť textilia, ktorá perfektne odvádzá pot a pri tom sa neprepotí, zároveň trvale zabezpečuje optimálnu suchú pododevnú mikroklímu a udržuje príjemnú vôňu. Ďalším príkladom môže byť textilia, ktorá zabezpečuje príjemný tepelný komfort na princípe citlivosti na tepelné zmeny vo vonkajšej klíme, alebo na teplotu vyvolanú zvýšenou fyzickou činnosťou. Takéto inteligentné textilie sa aplikujú do wellness výrobkov ako sú napríklad spodné odevy, tričká, plavky, posteľná bielizeň a mnohé iné.

Wellness textilných materiálov môže ovplyvniť druh materiálu, farba, tvar a mnohé iné faktory, ktoré posilňujú zdravie a komfort. Pre wellness sa používa textilný materiál zásadne zdravotne nezávadný a s dobrými úžitkovými vlastnosťami. Farba a harmónia farieb má významný upokojujúci vplyv na psychiku človeka a v konečnom dôsledku na wellness, ktoré podporujú farebné textilie. Tvar a dizajn textilných materiálov a

odevov musia korešpondovať s predstavou wellness.

V koncepcii wellness textilie ovplyvňujú naše zmysly – hmat (mäkký griff), čuch (vôňa), zrak (príjemný vzhľad), sluch (šuchot, práskanie). Chuť v prípade textilie je nepodstatná.

Wellness zabezpečujú textilie, ktoré majú kozmetické, biologické a medicínske funkcie. Tieto funkcie môžu byť permanentné, alebo je možnosť ich obnovovať. Spôsobujú ich rôzne aktívne aditíva, ktoré sa pridávajú do textilných materiálov. Aktívne aditíva môžu byť rôzneho pôvodu a druhu:

Rastliny – aloe vera, vitamín C, vitamín E, algae, ginko, čajový olej...

Mikroorganizmy – mikrobiálne polysacharidy, antibiotiká, bioaktívne proteíny...

Živočíchy – chitozány, heparín, hodvábne vlákna...

Syntetické aditíva – kozmetické substancie, elastany...

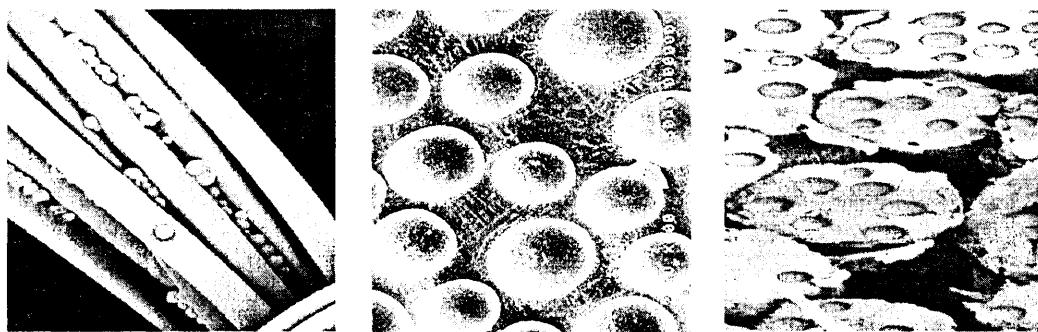
Kovy – striebro, oxidy kovov...

Účinky aditív v textilných materiáloch sú preventívne, liečivé alebo kozmetické. Mnohé z nich majú účinok proti nachladeniu a protizápalový – antibakterálny, antipliesňový a antivírusový. Vitamín E aditívovaný v textilných materiáloch spomaľuje starnutie pokožky, ktorá je v kontakte s textilným materiálom a podporuje lepší spánok. Bioaktívne proteíny z geneticky modifikovaných organizmov tiež spomaľujú starnutie pokožky. Čajový olej má aromaterapeutický účinok. Textilné materiály upravené striebrom majú antibakteriálne a antialergické účinky. Fragranty svojou vôňou podporujú príjemný pocit a majú aromaterapeutický, alebo insekciditný účinok. Elastany sa používajú v zdravotných a ortopedických textilných výrobkoch, ktoré slúžia na ochranu a podporu zdravia.

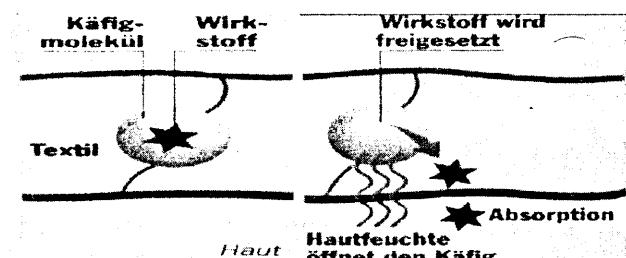
V ostatnom čase vznikla nová kategória textilných materiálov, do ktorej patria kozmetotextilie. Tieto textilie nie sú deklarované ako kozmetické výrobky, avšak dôraz sa kladie na ich dermatologickú bezpečnosť a musí byť označená prítomnosť ingredientov vo výrobku a ich toxicita.

Aktívne aditíva sa môžu viazať rôznymi spôsobmi na textilný materiál. Nové spôsoby sa zakladajú na enkapsulácii aditív, obr. 1. Pri kontakte textilného materiálu s pokožkou sa účinná látka postupne uvoľňuje z kapsule a preniká do rôznych vrstiev kože v závislosti od jej aktivity a to cestou penetrácie, permeácie, alebo absorpcie do miazgy, obr. 2.

Wellness textilie môžu byť na báze prírodných alebo syntetických vlákien. Prírodné vlákna majú prevažne



Obr.1 Kapsulové systémy



Obr. 2 Preniek účinnej látky do kože

Stegmaier T.: Health and Well-Being Medical Textiles. In: Proceedings of the 45th Dornbirn Man-Made Fibres Congress, Austria 20–22. September 2006

Witte I.: Use of Textile Materials for the elimination of odours and harmful substances in the air by adsorption and catalytic degradation. In: Proceedings of the 45th Dornbirn Man-Made Fibres Congress, Austria 20–22. September 2006

Riethmüller Ch., Schindler S.: Will-being – a mater of structure. In: Proceedings of the 45th Dornbirn Man-Made Fibres Congress, Austria 20–22. September 2006

Kill A.: Well-being with Sympatex. In: Proceedings of the 45th Dornbirn Man-Made Fibres Congress, Austria 20–22. September 2006



Obr. 3 Wellness textílie

fixované vlastnosti na rozdiel od syntetických vláken, ktorých vlastnosti sa môžu predikovať pri ich tvorbe.

V ostatných rokoch sa výrazne zvyšuje produkcia inteligentných textilií s wellness funkciemi. Inteligentné textílie majú všeobecné uplatnenie v rôznych textilných výrobkoch pre každodenné, alebo špeciálne použitie, obr. 3.

Inteligentné, prevažne wellness textílie sú textílie budúcnosti.

Informácie o textilných materiáloch a wellness môžete nájsť v citovanej literatúre alebo na adrese www.dornbirn-mfc.com.

Stark K., Wiedemann J.: Megatrend wellness – designstrategien. In: Proceedings of the 45th Dornbirn Man-Made Fibres Congress, Austria 20–22. September 2006

Umbach K.H.: Wellness textiles – what do we mean by that? In: Proceedings of the 45th Dornbirn Man-Made Fibres Congress, Austria 20–22. September 2006

Zimniewska M., Huber J., Krucińska I., Torlińska T., Kozłowski R.: The Influence of Natural and Synthetic Fibres on Activity of the Motor Units in Chosen Muscles of Forearm. Fibres & Textiles in Eastern Europe 4, 2002

Winkel J., Jorgensen K.: Significance of skin temperature changes in surface electromyography. Eur. Appl. Physiol., 63, 345–348, 1991

Richter K.: Was leistet smart Textiles für Wohlbefinden und Gesundheit – Überblick und Beispiel. In: Proceedings of the 45th Dornbirn Man-Made Fibres Congress, Austria 20–22. September 2006

Mathis R.: A serious approach to well-being with textiles. In: Proceedings of the 45th Dornbirn Man-Made Fibres Congress, Austria 20–22. September 2006

Podakovanie: Príspevok vznikol s podporou národnej agentúry SR VEGA, č. grantu 1/2451/04

Anna Murárová

ITC&DC - 3TH INTERNATIONAL TEXTILE, CLOTHING AND DESIGN CONFERENCE MAGIC WORLD OF TEXTILES

V dňoch 8.–11. októbra 2006 Fakulta textilnej technológie, Univerzity Zágrub usporiadala v chorvátskom Dubrovníku 3. Medzinárodnú konferenciu textilu, odevania a dizajnu pod záštitou: Ministry of Science, Education and Sport, Republic of Croatia, Ministry of Economy, Labour and Entrepreneurship, Republic of Croatia, Croatian Academy of Engineering, Zagreb, Croatia, DAAAM International Viedeň, Rakúsko, AU-TEX, Gent, Belgicko, The Textile Institute, Manchester, United Kingdom, The International Textile Academy New Delhi, India, AATCC, Research Triangle Park, United States of America, Croatian Society of Chemical Engineers, Zagreb, Croatia, IFKT, Reutlingen, Germany, Croatian Chamber of Economy, Zagreb, Croatia, INA Oil Industry, Zagreb, Croatia, City of Dubrovnik, Croatia.

Vytvorené medzinárodné fórum počas konferencie bolo príležitosťou pre prezentáciu a výmenu poznatkov, skúsenosti a výsledkov výskumu z oblasti textilu, odevníctva a dizajnu, nových materiálov, technológií, marketingu, ako aj nových metód hodnotenia kvality textilných materiálov. Rokovanie konferencie bolo preto rozdelené do nasledovných siedmych sekcií:

- A) textilné vlákna a moderné materiály
- B) výroba a vlastnosti priadzí, tkaných a netkaných textilií
- C) procesy a technológie textilného zušľachťovania
- D) odevné technológie
- E) analýza, skúšobníctvo a kontrola kvality
- F) dizajn a marketing textilu a odevníctva
- G) ochrana životného prostredia, ekológia a energetický manažment.

Na konferencii sa zúčastnilo vyše 200 účastníkov z krajín celého sveta. Medzinárodný programový výbor akceptoval 180 príspevkov, ktoré boli publikované v recenzovanom zborníku. Príspevky boli podľa charakteru a obsahu rozdelené do jednotlivých sekcií, ktoré odpovedali hlavným tématam konferencie, a boli prezentované vo forme prednášok a posterov.

A) Sekcia A bola zameraná na prezentáciu nových a modifikovaných vláknitých materiálov a postupov ich prípravy s cieľom zlepšenia ich základných a úžitkových vlastností - vývoj funkčných textilií a ich hodnotenie, modifikácia PA 6 a PP vlákien kopolyamidmi a vrstvenatými silikátkami, morfológia a mechanické vlastnosti zmesných PP/PES vlákien, vlákna so špeciálnou vodu absorbujúcou nanoštruktúrou pre zlepšenie komfortu pri odievani, PP netkané textilie s antibakteriálnou úpravou.

B) Viditeľný pokles záujmu o výskum v oblasti technológie výroby priadzí, tkaných a netkaných textilií bol zaznamenaný aj zníženým počtom prezentovaných príspevkov v sekcií B v porovnaní s predchádzajúcimi ročníkmi tejto konferencie. Prezentované príspevky boli orientované hlavne do oblasti hodnotenia vplyvu podmienok prípravy priadzí a tkanín na ich konečné vlastnosti – analýza vlastností rotorového pradenia bavlnených a zmesných priadzí, vplyv zmeny mechanických vlastností útkových a osnovných nití na konštrukčné parametre tkanín, termopojivé textilné materiály.

C) Pri vývoji nových textilných materiálov s novými i zlepšenými vlastnosťami hlavne v oblasti komfortu, zdravia a dizajnu v odevných aplikáciách sa využívajú nové postupy textilných úprav, farbenia a enzymatických úprav - antibakteriálna a antifungicídna úprava, úprava atmosférickou plazmou a následne očkovanie povrchu, potlač textilných materiálov reaktívnymi farbami, funkcionálizácia textilných materiálov pomocou dextrínov, kombinácia bioprания a bielenia textilií, enkapsulácia textilných materiálov.

D) V sekcií D „Odevné technológie“ boli príspevky zamerané na nové možnosti modelovania výroby textilných a odevných výrobkov ako aj na vlastnosti nových výrobkov – modelovanie transportu tepla cez textilné materiály, štúdium tlaku odevov na ľudské telo, distribúcia dynamického napäcia v odevoch, technický systém v intelligentných textiliach s aktívou termickou ochranou.

E) Súčasný vývoj testovacích a analyticko-fyzikálnych metód pri hodnotení textilných a odevných materiálov je orientovaný hlavne na zlepšenie ich komfortných a fyziologických vlastností – termoregulačné vlastnosti netkaných textilií, anizotropia tkanín, korelácia medzi pevnosťou a zákrutom priadzí z rôznych vlákien, vplyv jemnosti na UV ochranu bavlnených tkanín, povrchovej drsnosti a pôrovitosti textilií a iných.

F) Príspevky boli zamerané na nové metódy a postupy pri tvorbe dizajnu textilu a odevných výrobkov a na oblasť marketingu – inovácia v ozdobnom dizajne, dizajn ponožiek v minulosti a dnes, dopad kultúrneho dedičstva na spotrebny textil, dizajn vojenských uniform, dizajn a konštrukcia kožených výrobkov .

G) Procesy textilného zošľachťovania, farbenia a konečných úprav patria k najviac zatažujúcim životné prostredie, a preto sa od založenia medzinárodnej konferencie v Dubrovníku venuje tejto oblasti veľká pozornosť. Príspevky, ktoré boli prezentované v tejto

sekcií sa zaobrali ekologickou koncepciou odpadov z textilných procesov, štúdiom fotodegradácie reaktívneho farbiva, dekolorizáciou farbiaceho kúpeľa obsahujúceho kovokomplexné farbivá, kombináciou činidiel pri praní vlny a ich recykláciou z odpadných vôd, určením dioxínov v disperzných farbivách.

Okrem kvalitného odborného programu účastníci konferencie mali možnosť sa zúčastiť veľmi bohatého a hodnotného spoločenského programu. Materiály a ďalšie informácie o konferencii sú dostupné na adrese <http://itcdc.ttf.hr>.

Anna Ujhelyiová