

**VLAČKNA
TEXTIL**

VLAČKNA TEXTIL



CHEMITEX



**Ročník 8.
2001**

ISSN 1335-0617

Indexed in:

**Chemical
Abstracts,**

**World Textile
Abstracts**

EMBASE

**Elsevier
Biobase**

**Elsevier
GeoAbstracts**

CONTENTS

- 2 *Mangovska B., Prendova M.*
Enzyme Treatments of Wool Yarns to Improve the Knitted Garment Quality
- 8 *Hodul P., Korcová D., Lokaj J., Murárová A.*
Effect of Additives on Soil Removal in Crease Resistant Finishing
- 13 *Jambrich M., Budzák D., Jambrich P., Lučivjanský J., Revúš M.*
The Development of Polyolefine Fibres in the World and in Slovakia
- 24 *Jirásková P.*
Influence of the Mass Irregularity of the Linear Textiles on the Plain Textiles Appearance
- 27 *Trajkovic C., Cirkovic N.*
Material deformation due to sewing
- 32 *Ignjatovic V., Novakovic M., Djordjevic D.*
Influence of Ultrasound Vibrations Various Frequencies on Cellulose Fibers Swelling and Mechanical Characteristics
- 36 *Marcičin A., Brejka O., Hricová M.*
Development of polypropylene fibres dyeable by exhaustion methon and printing
- 42 *Marcičin A., Ujhelyiová A.*
Dyeing of synthetic fibres by pigments
- 48 *Murárová A.*
Physiology of clothing. Men's thermal regulation
- 50 *Murárová A.*
Physiology of clothing. Apparel as a physiological system
- NEWS FROM DEPARTMENTS: THEORY, TECHNOLOGY AND APPLICATION**
- 53 *Herchlová I.*
Evaluation of results of conformity assessment regarding other specified products in VÚTCH-CHEMITEX Ltd. Žilina, Authorized Body SKTC-119 for the year 2000
- 55 **NEWS**
- 59 **INSTRUCTION FOR AUTORS**

OBSAH

- 2 *Mangovska B., Prendova M.*
Enzymatické spracovanie vlnených priadzí pre zlepšenie kvality pletených výrobkov
- 8 *Hodul P., Korcová D., Lokaj J., Murárová A.*
Účinok aditív pri nekrčivej úprave na uvolňovanie špiny
- 13 *Jambrich M., Budzák D., Jambrich P., Lučivjanský J., Revúš M.*
Vývoj polyolefinových vláken vo svete a na Slovensku
- 24 *Jirásková P.*
Vplyv nerovnomernosti hmotnosti dížkových textílií na vzhľad plošných textílií
- 27 *Trajkovic C., Cirkovic N.*
Stanovenie deformácie materiálov následkom šitia
- 32 *Ignjatovic V., Novakovic M., Djordjevic D.*
Vplyv ultrazvuku rôznej frekvencie na napučiavanie a mechanické vlastnosti celulózových vláken
- 36 *Marcičin A., Brejka O., Hricová M.*
Vývoj polypropylénových vláken farbiteľných vytahovacím postupom a potlačou
- 42 *Marcičin A., Ujhelyiová A.*
Pigmentácia syntetických vláken v hmotre
- 48 *Murárová A.*
Fyziológia odievania I. Tepelná regulácia človeka
- 50 *Murárová A.*
Fyziológia odievania II. Odev ako "fyziologický" systém
- Z VEDECKOVÝSKUMNÝCH A VÝVOJOVÝCH PRACOVÍSK**
- 53 *Herchlová I.*
Zhodnotenie výsledkov posudzovania zhody ostatných určených výrobkov vo VÚTCH-CHEMITEX spol. s r.o., Žilina, Autorizovaná osoba SKTC-119 za rok 2000
- 55 **ZO ZAHRANIČNÝCH ČASOPISOV**
- 59 **INŠTRUKCIE PRE AUTOROV**

ENZYME TREATMENTS OF WOOL YARNS TO IMPROVE THE KNITTED GARMENT QUALITY

Mangovska, B., Prend'ova, M.

Faculty of Technology and Metallurgy, Skopje Macedonia

A protease product Novolan L has been applied on the wool yarns in an attempt to improve shrink resistance properties of the garments made of them. The same product has been applied on to yarns of chlorine Hercosett treated top in an attempt to improve softness, handle and pilling resistance.

The influence of enzyme treatment on felting shrinkage in several washing cycles, softness and pilling resistance has been determined. The extent of the attack on the fiber properties was also examined.

INTRODUCTION

The inherent ability of wool to shrink, or felt, during wet finishing has been used for generations to produce a huge variety of products, ranging from woolen spun knitted and woven goods to felts for use either in hat manufacture or as covering for snooker tables. Felting is due to wool special frictional properties namely the difference in friction in the direction (top-to root and root-to-top) of the fiber. Whilst this property divides for endless property development potential, it does constitute a major disadvantage in terms of end-product performance, and impacts considerably on the care labeling associated with wool products. The products made from wool, which has not been subjected to chemical treatment, may only be labeled as being suitable for either dry cleaning or hand washing. But the modern consumer with the more casual lifestyle which, in turn, has emphasized the need for easy care properties, prefer wool products that can be machine washable.

Lot of investigations has been done on the surface modification dealing with the felting property of wool but they can roughly be divided in two groups [1,2]:

- Oxidative treatment (oxidizing agents most commonly used are chlorine, dichloroisocyanuric acid, potassium peroxymonosulphate) or
- Treatment with polymers although most processes for shrink proofing treatments features an oxidative pretreatment in combination with the application of suitable polymer.

The acid conditions featured in continuous top chlorination produce very little discolouration and allow the machine wash knitwear standards to be achieved but there are some disadvantages with the use of wool treated in this way like the impairment in handle which is produced and additional weight loss which can occur during dyeing and treatment. Second, when chemical treatments are used, harmful effluents such as high temperature waste water, and

acidic pH and chlorine discharges during the operation are produced. Owning to the increasing environmental consciousness, ecologically new treatments as an alternative surface modification technique for wool were proposed [3].

Enzymes are biocatalysts with selective and specific activity accelerating distinct reactions and remaining unchanged after the reaction. From an environmental and economical point of view, the moderate reaction parameters of enzyme-catalyzed processes and the possibility of enzyme recycling make enzymes particularly attractive as catalysts. Today enzymes are produced by biotechnological processes in great amounts of constant quality, and are therefore applicable to large-scale processes. Advances in the field of genetic engineering allow enzyme manufacturers to design specific enzymes for specific processes (with regard to temperature stability or an optimum pH, for example).

It is, however, the combination of these advances, with the pressures to improve the environmental acceptability of conventional textile-processing routes, that is making the development of new, enzyme-based technologies particularly attractive to the textile industry, and, indeed, a variety of new enzyme-based products and processes are already being marketed [4]. One of them is Novolan L from Novo Nordisk that is used in experiments.

When deciding upon the finishing route to be used, the primary consideration is the nature of the product, since, whereas the production of a washable worsted spun product will feature techniques designed to prevent facing-up, woolen spun products will require a route which includes a milling cycle in order to produce a typical woolen finish [5]. The products that are the subject of our investigations are worsted yarns and knitwear made of them. Worsted spun products may be produced either from continuously treated top, treated yarn or via garment treatment routes. Enzymatic treatment of wool top and

characterization of the features of the yarns and knitted garments produced of enzymatic treated wool top have already been discussed [6,7]. In this article characteristics of the enzymatically treated wool yarns and knitted garments produced from them are discussed and compared with yarns spun of chlorine Hercosett wool top and knits made of them.

EXPERIMENTAL

Wool samples

Wool yarns with two linear densities 28 tex x 2 and 36 tex x 2 were spun of untreated and superwash treated tops with fiber diameter of 21,5 mm for comparative purposes. In the text that follows marked, as (N) not treated and (S) superwash treated yarns. Superwash top was treated by IWS/CSIRO Chlorine Hercosett process. Acid chlorination affects wool scales by making them easier to deform, which then decrease felting shrinkage. Wool processed by this route meets the maximum Woolmark specifications for machine-washability and may therefore be used in the production of virtually any product, irrespective of structural considerations such as cover factor or yarn count and in our experiments was used for comparative purposes. The process of spinning was the same for both tops. After backwashing the tops are dried and blended. After that follows three-gill boxes the last one is the gill intersecting with aoutoleveller. The top supplied to the roving department has linear density of 22 ktex. Thus the main aim of roving preparation is top attenuation to the required linear density of roving. The process of worsted roving preparation comprising the processing of top in three passages of gilling machines and the production of roving in one passage of roving frame. Ring spinning frame was used for processing the roving into yarn and the single yarns were plied in two threads. At the end, the enzyme treatment and dyeing of the plied yarns were performed. Characteristics of spun wool yarns are given in tab.1.

Enzymes

Novolan L, a protease product, produced by modified *Bacillus* microorganism, supplied by Novo Nordisk A/S was used in the experiment.

Enzyme treatments

Enzyme treatment was performed with corresponding amount of Novolan L on the base of the yarn fineness and previous investigation [6]. Namely, the yarn, as a hairiness material has porous structure. Here, the dimensions of the holes are much smaller than the length of the yarn. Thus, the capillary proc-

Table 1 Physical and mechanical properties of the plied yarns, declared by the producer

Property	28 tex x 2		36 tex x 2	
	Normal	Superwash	Normal	Superwash
Linear density, tex	26,7 x 2	26,3 x 2	35,0 x 2	35,3 x 2
Cv, %	2,7	2,6	1,2	1,1
Twists, m ⁻¹	266	270	240	248
Tensile strength, N	3,52	3,38	4,90	4,26
Elongation, %	10	10	16	13
Uniformity, %	12,0	11,8	8,4	6,7
Humidity, %	13,8	9,3	13,9	10,2

ess occurred in the yarn. The speed of capillary process depends on hole diameter. Taking in account that the yarns are spun of the same type of fibers and the same spinning process was used as well as the mass of the yarn in the machine where the enzyme treatment was performed was constant, it was possible to account that the ratio of the yarn length is as follows:

$$L_2/l_1 = Tt_1/Tt_2 = 36/28 = 1,28 \text{ or } l_2 = 1,28 l_1$$

It means that the speed of the capillary process during the enzyme treatment of the yarn with lower linear density is 28% higher than of the coarse one. Thus, the enzyme concentration of the fineness yarn was raised to achieve the same effect of the enzyme treatment. It was 2,4% reverse to 2% at coarse yarn. The optimum enzyme concentration was determined in previous paper [6,7].

Prior to the application of enzyme the wool yarns were scoured for 30 min at 60 °C in package dyeing machine (on cones) with 0,5 g/l Tinovetin IU (Ciba). After scouring the wool yarns were rinsed with water several times and immediately treated with 2,4% and 2% Novolan L for (N) yarns with linear density of 28 tex x 2 and 36 tex x 2 respectively and 1,2% and 1% for (S) with the same linear densities in the presence of 1 g/l Subitol RNC (CHT) as a surfactant at pH 8,5 (NH₄Cl and NH₄OH) for 30 min at 55 °C. Enzymatic treatment of (S) yarns was done with half of the concentration of the enzyme for (N) yarns in the hope to improve harsh handle of Hercosett wool and decrease pilling. Treated yarns were cooled at 20 °C, rinsed and treated in hot water at 85 °C for 5 min in the presence of acetic acid at pH 4. Finally wool yarns were cooled down, rinsed with cold water and treated 20 min with 2 % Persoftal ASN, silicone elastomer (Bayer) at 40 °C in the presence of acetic acid (pH 5,5) and cross linked by drying at 85 °C. Part of the (N) yarns after enzymatic treatment were immediately dyed in black color with 10% Lanacron Black SB-N (2:1) Metalcomplex dye at pH 4,5 (with CH₃COOH) and treated with 2% Persofatl ASN. (S) yarns were only dyed with the same concentration of the dye without enzymatic treatment.

Instrumental methods

The progress of enzymatic treated yarns was monitored via:

- Acid solubility, F.S3.075
- Urea-bisulphite solubility, F.S3.076
- Yarn linear density, F.S2.050
- Tensile strength and elongation, F.S2.051
- Hairiness,
- No. of the yarn twists in the same direction till the break on Twist Tester – Metrimpex.

Hairiness was tested by microscopic method by measuring:

- Diameter of the body of the yarn,
- Diameter of the whole yarn.

Wool plane knits of (N) and (S) yarns, enzymatic treated (N) and (S) yarns, as well as dyed were knitted on fully fashion Stoll CMS 422.6. Following features were tested on knits:

- Tensile strength and elongation,
- Dimensional stability trough percentage area shrinkage,
- Pilling resistance,
- Abrasion resistance.

Shrinkage was determined by measuring the samples before and after being submitted to washing in cold water between two glasses (relaxation shrinkage), in cold water with pressure (consolidation shrinkage) and after 1, 2 and 5 washings in washing machine on wool program with detergent for machine washing (felting shrinkage). Equ.1 defined the percentage area shrinkage:

$$S_a = S_{11} + S_{12} - (S_{11} \cdot S_{12}) / 100 \quad (1)$$

Where S_a – area shrinkage (%), S_{11} – breadthwise linear shrinkage (%), S_{12} – lengthwise linear shrinkage (%).

Knitted garments were tested to determine the resistance to abrasion and piling using Universal wear tester Rubster (Metrimpex) load of 5N and 2000 cy-

cles. The weight loss (%) after 2000 cycles and formation of pills was followed. Pilling formation is visually determined with grades 1 to 3. 1 – no pilling performance; 3 – intensive pilling formation.

RESULTS AND DISCUSSION

The effect of enzymatic treatment on physical and chemical characteristics of (N) and (S) yarns is given in tab.2 and 3. (S) yarns with two linear densities have higher acid, lower urea-bisulfite and lower tensile strength than (N) yarns due to the damage during chlorination process. Additional damage of (S) yarns occurred during subsequent dyeing process as a result of significant loss of keratinous material, since modified keratin is dissolved during the dyeing process, along with nonkeratin [8] and there is the possibility of cystine decomposition to cysteine and dehydroalanine residues resulting in additional decrease of the tensile strength of 5 to 10% depending on the linear density of the yarn and decrease of urea-bisulphite solubility [2].

Table 2 Acid and urea-bisulphite solubility of the yarns before and after enzymatic treatment

Tt (tex)	Parameters of treatment	Acid solubility	Urea-bisulphite solubility
28	(N) untreated	9,7	55,0
	(N) 2,4% Novolan L	9,2	45,0
	x (N) 2,4% Novolan L black	9,9	26,6
	(S) superwash	17,0	45,5
	2 (S) 1,2% Novolan L	16,0	41,0
36	(S) dyed black	15,0	13,0
	(N) untreated	10,6	55,0
	(N) 2% Novolan L	10,0	44,53
	x (N) 2% Novolan L black	7,9	31,6
	(S) superwash	17,5	46,0
2	2 (S) 1% Novolan L	15,8	41,0
	(S) dyed black	15,5	14,0

Table 3 Effect of enzymatic treatment on linear density, tensile strength, elongation, hairiness and number of twists in the same direction till the break of wool yarns

Parameters of treatment	Linear density Tex	Tensile strength N	Coefficient of variation %	Breaking elongation %	Coefficient of variation %	Hairiness d_2/d_1	Coefficient of variation %	Number of twists till break, m^{-1}
(N) untreated	55,1	3,3	7,4	13,0	10,7	3,0	22,0	1325,7
(N) 2,4% Novolan L	51,4	2,5	7,3	8,9	18,4	2,8	19,5	1493,2
(N) 2,4% Novolan L dyed black	53,7	2,7	7,7	10,0	16,0	2,7	19,9	1356,2
(S) superwash	55,1	2,9	4,8	9,4	13,7	4,1	16,1	1369,8
(S) 1,2% Novolan L	52,9	2,7	5,9	8,8	8,9	3,1	21,1	1453,4
(S) dyed black	55,7	2,6	7,3	8,9	14,7	3,6	27,7	1408,6
(N) untreated	72,1	4,6	6,0	17,6	6,2	2,8	21,7	1125,4
2% Novolan L	69,0	3,7	9,8	7,9	27,8	2,7	19,0	1254,7
2% Novolan L dyed black	73,0	3,8	5,3	11,0	9,9	2,3	24,6	1128,1
(S) superwash	72,4	4,1	4,9	15,6	13,0	3,0	19,6	1108,1
(S) 1% Novolan L	70,5	3,5	10,7	12,8	13,4	2,8	22,2	1200,9
(S) dyed black	73,0	3,9	5,3	11,2	9,4	3,5	24,6	1158,7

In the case of proteases and of wool, the reaction is of the heterogeneous acid-base catalysis type, i.e. the reaction between the catalyst (liquid) and the wool material (solid) is initiated by adsorption at the surface of the wool, followed by diffusion in the direction of the inner layer of the fiber.

The wool fiber is covered with epicuticle of 2000 scales per cm, next are the exocuticle and the endocuticle covering the cells of the orthocortex and paracortex, which are themselves composed of medullar cells (separated by air-filled spaces). Approaching the core via the protein macrofibrils and microfibrils, at the end is molecular consistent of the amino acids arranged within the space of the right-handed alpha helix. Since a protease is a large molecule, it was thought not to be able to penetrate the fiber cuticle. Thus, it was expectate the attack would be limited to cuticular scales with only minor deterioration in mechanical properties being caused by the damage to the interior. Oposite effect was noticed when wool was treated only with enzymes[6]. Some of the enzymes were infiltrated into the molecular interstices between the scales and thus destroyed the entire ednocuticule. In fact enzymes catalyzed the degradation of different components of wool fibers, making the reaction control difficult. Location of the reaction on the surface of the fiber was further improved by the use of anionic surfactants due to their denaturing effect as a result of absorption at protonated amino sites what was shown in our previous works [6,7]. The texture and the state of the material also play a certain role, since a solid mass may present a greater or lesser lateral surface, depending on its geometry. Thus, yarn fineness, corresponding to the number of fibers in the yarn cross section, increases or decreases the contact surface (for the same type of fiber).

The results of linear densities, tensile strengths, breaking elongations, acid and urea bisulphite solubilities (given in tab.2 and 3) indicate that the degree of the hydrolysis greatly depended on pre-treatment process, the concentration of Novolan L and linear densities of the yarns. The decrease of the linear density and loss of tensile strength is a little bit lower at the yarns with higher linear density due to lower loss of mass related to the control one at the coarse yarn. Dyeing of the enzymatic treated (N) yarns with metalcomplex 2:1 dyes resulted in small increase of the linear densities and tensile strengths due to the shrinkage at the temperature of dyeing. Acid and urea-bisulphite solubilities of the hydrolyzed yarns with two linear densities are almost the same indicating the same degree of hydrolysis but a decrease of urea-abisulphite solubility was noticed on dyed hydrolyzed yarns due to the additional damage during the dying process at the boiling point of the water. Enzymatic hydrolysis was done in al-

kali medium (pH 8,5). During the enzymatic hydrolysis in alkali medium the lantionin and lizinoalanine connections were formed. They stabilized the wool structure by conformation changes in polypeptide structure transforming the disulphide into disulphide-sulphydryl connections lowering the solubility in urea-bisulphite [9].

When wool is used as substrate for enzyme-catalyzed reactions, a special type of enzyme kinetics is followed. Enzyme diffusion plays a much more decisive role in this heterogeneous system of soluble enzyme and solid substrate than it does in a homogeneous system, where both enzyme and substrate are soluble. The kinetics does not only depend on the concentration of the reaction partners, but also on the diffusion of the enzyme, and into the solid phase of the substrate and then diffusion of the reaction products out of the solid phase into the liquor. Concerning the former, the diffusion of the enzymes from the liquor into wool fiber resembles the diffusion of a dyestuff. It is well know, that chlorination disrupts the fiber surface, and it can be assume that it has removed the "surface barrier" stimulating the absorption of enzymes on the fiber surface resulting in further decrease of tensile strength of 6,9 to 14,6% depending on the linear densities and decrease of urea-bisulphite solubility. Due to the enzymatic hydrolysis hairiness of the fiber was decreased. Decrease of the hairiness is lower on yarns with higher linear densities due to the lower loss of mass related to the control one at the coarse yarn. From this results the lower loss of tensile strength of this yarn. Further decrease of hairiness of (N) hydrolyzed yarns arise during the dyeing process due to the additional reduction in the amount of surface hydrolyzed fibers.

Softness of the yarns was examined by measuring the number of the twists in the same direction till the breaking and given in tab.3. The results of the tab.3 indicate that enzymatic treatment of (N) and (S) yarns improved the softness of the yarns increasing the number of twists till the break by 10,3 to 11,2 and 5,7 to 7,7, % respectively.

Characteristics of the physical properties of knitted garments made of differently treated wool yarns are given in tab. 4. Garments made of (N) and (S) yarns with linear densities of 28 tex x 2 and 36 tex x 2 exhibit cockling. This effect is manifested as a three dimensional distortion of the knitted structure and is usually due to the:

- Evenness and consistency of the yarn and ultimately those factors which can influence those properties such as the quality of wool used in the production of a particular yarn (the fiber micron range),
- The degree of set imparted to yarns prior to knitting can also exert an influence since if yarns

can not be reset in the knitted configuration one might expect an inferior result,

- Yarn regain and tension control during knitting,
- And cockling may occur at the rib-panel interface and at panel edges where loops are stretched during fully fashioned knitting.

The yarns were produced from very fine fibers with fiber diameter of 21,5mm so the fibers probably did not have any influence on cockling. The degree of cockling was lower on garment knitted from (N) and (S) hydrolyzed yarns. During the enzymatic treatment at 55 °C, and subservient drying, mechanical strains introduced during the spinning were partly relaxed resulting in clearly visible uniform structure.

Garments made of (N) yarns have softer handle than made of (S) yarns. Acid chlorination introduces harsh handle. The softness of the garments made of enzymatic treated yarns increased especially on those made of (N) treated yarns. Fluidity was also improved. In other words, the garments hanged better.

Tensile strength and elongation, abrasion resistance and pilling ratings of garments made of (N) and (S) yarns given in tab. 4 show 4,5 to 6,5% strength loss followed by good abrasion resistance. Pilling resistance of treated garments improved as a function of enzymatic treatment. Reduced yarn hairiness, fewer protruding fibers available for entanglement diminished the pilling potential from 3 to 2 and 1.

Wool yarns specifications in terms of washability very according to the nature of the product, with garments worn next to the skin, such as underwear, hosiery and shirts, requiring a higher performance standard than, for example, trousers or knitwear. In the present study, examining fabrics are for use in sweaters. Relaxation, consolidation and 1, 2 and 5 felting shrinkage in washing machine were studded and the results presented on the Fig. 1 and 2. Garments made of yarn with linear density 28 tex x 2 shrink more intensively than those made of yarn with

higher linear density during relaxation, consolidation and felting washings. Relaxation shrinkage is normally introduced during finishing by oversize framing immediately prior to steam pressing, and is effectively removed during the cold water treatment. Knitted garments made of (S) yarns have lower % of relaxation shrinkage than of (N) yarns, and the decrease of relaxation shrinkage was noticed on the garments made of (N) and (S) hydrolyzed yarns. The same phenomena is noticed during the following the consolidation shrinkage. The felting shrinkage, which is the sum of the relaxation and felting shrinkage, is increasing with the number of the washing cycles. This increase is higher at the garments made of (N) and (N) hydrolyzed yarns then on the garments made of (S) and (S) hydrolyzed yarns. The maximum area felting shrinkage permitted is 8% after a total of 20 Woolmark machine wash cycles (40°C) and in our examination even the garments made of (S) hydrolyzed yarns have 11,9 to 12,7% area shrinkage after 5 washings. This shrinkage is in fact a sum of relaxation and felting shrinkage.

Clearly visible structures after five felting washings can be seen on garments made of (N) and (S) hydrolyzed yarns with linear density 36 tex x 2 and hydrolyzed (S) yarns with linear density of 28 tex x 2. Garments made of (N) hydrolyzed yarn with linear density 28 tex x 2 shows felty appearance.

CONCLUSIONS

Treating of wool yarns with protease product Novolan L reduced cockling, improved pilling resistance and soft handle of the garments and caused low shrinkage reduction during the several washing cycles without significant changes in physical and chemical properties of the knitted garments.

Treating of wool yarns of chlorine Hercosett top with the same product reduced cockling, improved

Table 4 Means of physical properties of knitted garments made of different treated wool yarns

Parameters of treatment	Knits made of yarn with linear density tex	Tensile strength N	Coefficient of variation %	% strength loss	Breaking elongation %	Coefficient of variation %	% abrasion resistance loss	Pilling ratings
(N) untreated	55,1	90,0	3,1	—	98,3	8,1	1	3
(N) 2,4% Novolan L	51,4	84,2	6,3	6,5	87,3	3,6	1,2	1
(N) 2,4% Novolan L dyed black	53,7	85,8	4,5	4,6	81,7	4,1	1,2	2
(S) superwash	55,1	84,2	6,6	—	89,3	4,5	0,8	3
(S) 1,2% Novolan L	52,9	79,5	2,6	5,5	74,3	5,4	1,3	2
(S) dyed black	55,7	80,3	2,9	4,6	75,7	5,3	1,1	3
(N) untreated	72,1	124,0	13,2	—	86,3	10,4	0,6	3
(N) 2% Novolan L	69,0	115,7	5,2	6,7	75,6	11,2	0,7	1
(N) 2% Novolan L dyed black	73,0	117,8	4,4	5,0	82,3	6,3	0,8	2
(S) superwash	72,4	118,8	7,0	—	80,0	3,2	0,7	3
(S) 1% NovolanL	70,5	111,8	2,7	5,9	74,0	12,9	1,2	2
(S) dyed black	73,0	113,5	6,9	4,5	75,0	5,0	1,0	3

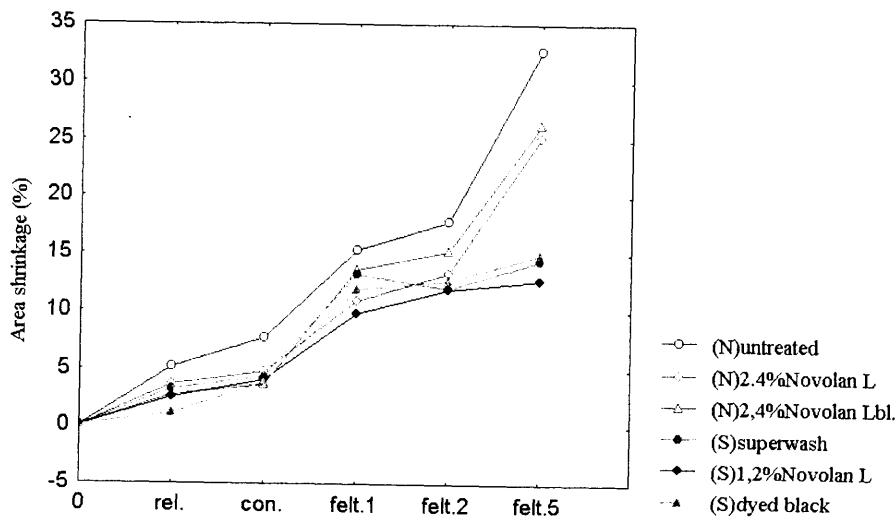


Figure 1 Area shrinkage of knitted garments made of 28 tex x 2

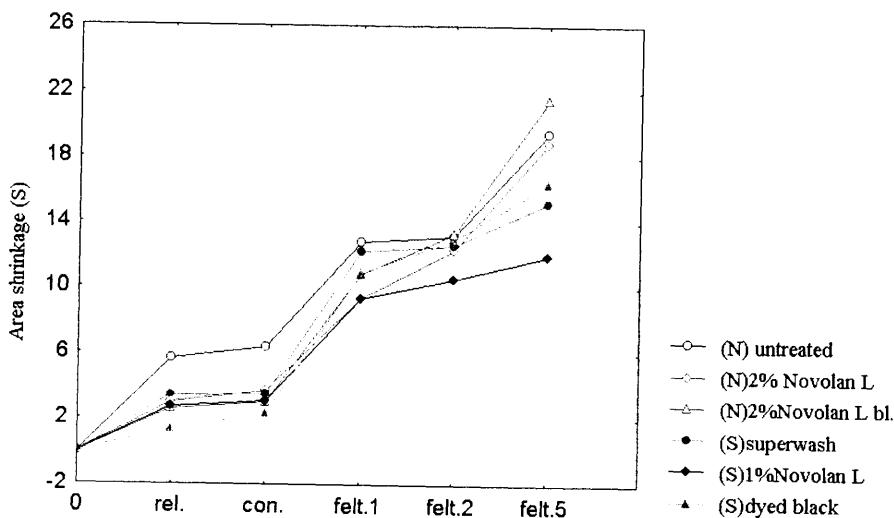


Figure 2 Area shrinkage of knitted garments made of 36 tex x 2

pilling resistance and soft handle without significant changes of the shrinkage properties of the knitted garments.

Literature Cited

1. Makinson, K. R., "Shrinkproofing of Wool", Marcel Dekker Inc., New York, 1979
2. McPhee, J.R., and Shaw, T., The Chemical Technology of Wool Processing, Rev. Prog. Color. 14, 58-69 (1998)
3. Waste Water Tax Law (1987) Federal Republic of Germany, Bonn, 5th March 1987 (Amendment of 1986 Law)
4. Fornelli, S., Enzymatic Treatment of Protein Fibers-State-of-the-art Biotechnology, Dyer, 178, 29-33 (1993)
5. Byrne, K.M., Machine-washable knitwear-Production routes, C.M.Carr, Chemistry of Textiles Industry, London, Glasgow (1992)
6. Mangovska, B., Jordanov, I., Encimatska obrada vunenog cesljanca, Tekstil (in press)
7. Mangovska, B., Prend'ova, M., Ljapceva, K., Karakterizacija predje i pletiva od encimatski hidroliziranog vunenog topsa, Tekstil (in press)
8. Roper, K., Fohles, J., Peters, D., and Zayn, H., Morphological Compositon of Cuticule from Chemically Treated Wool, Part II: The Role of the Cuticule in Industrial Shrinkproofing Processes, Textile Res. J. 54, 262-270 (1984)
9. Jovanović, R.: Prirodna i hemijska proteinska vlakna, Građevinska knjiga, Beograd (1988)

EFFECT OF ADDITIVES ON SOIL REMOVAL INCREASE RESISTANT FINISHING

Hodul P., Korcová D., Lokaj J., Murárova A.

Slovak University of Technology, Faculty of Chemical and Biochemical Technology, Bratislava

This paper is dedicated to the 50th anniversary of the Department of Fibres and Textile chemistry,
Faculty of Chemical and Biochemical Technology, Slovak University of Technology.

In this paper we report on influence of β -cyclodextrin and polyethyleneglycol (M.W. = 1000) as additives into the finishing bath in crease resistant finish of cotton with the reactant KNITTEX FEL on sodium dodecyl sulphate adsorption, wetting, re-wetting, soiling and soil removal. Adsorption isotherms in the CMC region are of the Langmuir type and the adsorbed amount of surfactant increases with increasing concentration of additives in the finishing bath. The additives decrease the wetting times. Re-wetting times depend on the surfactant concentration. There was only slight influence of additives on soiling and soil removal with mixed soil. On the other hand the significant soil release effect was observed with oily soil.

INTRODUCTION

Finishing of cotton fabrics as well as blends with chemical fibres particularly with that of polyester using bifunctional cross-linking agents represents one of the widely used process to provide dimensional stability and crease resistance (e.g. Easy-care, Wash-and-wear, Durable press). There are two common ways to carry out cross-linking, the first one being etherification e.g. using 1,3-dihydroxymethyl-4,5-dihydroxyimodazolidine-2-one (dimethyloldihydroxyethylene – DMDHEU), the second one is the esterification through reactions with polycarboxylic acids e.g. 1,2,3,4-butane tetracarboxylic acid (BTCA) [1].

End-use properties of goods finished can be desirable improved by application of various auxiliaries in the finishing bath. Typically, the bath contains softening agents (polyethylene emulsion). In the case the auxiliary contains suitable functional groups which are able to react with the cross-linking agent then, it can permanently be bound to the fibre surface. If supramolecular compounds such as cyclodextrin or polyethyleneglycol each containing the reactive hydroxyl group are used for this purpose the functional textile adopted to a specialty requirement profile can be produced. Knittel et al [2] have fixed cyclodextrin (further to be referred to as CD) to the fibre using crease resistant agent. Jinkins and Leonas [3] have applied polyethylene glycol (PEG) on polypropylene fibres material. CD has a capacity to bind to the fibre a variety of organic molecules – scents, bactericide etc., through the formation of inclusion complexes [4]. Polyethylene glycols in the meander structure like in the solubilization process can mediate linking such substances via hydrogen bonds.

In our recent paper [5] we investigated the influ-

ence of CD and PEG as additives in finishing bath on basic characteristics of finished 100% cotton fabric. It was found that these compounds had no negative effect on whiteness, caused slight lowering of dry wrinkle recovery angles, decreased the loss of tensile strength during curing and increased moisture regain mainly at lower relative humidity.

It's well known that crease proofing leads usually to higher soiling and creates problems in laundry which represents the most frequently used household maintenance. There are no problems with native cotton goods, which could be washed at the boil. On the other hand goods with crease proof finish can be washed at temperatures below 60 °C and thus, auxiliaries with soil release effect can be used. CD has been published to have an intensifying effect on soil removal of non-cellulosic materials in scouring [6].

Let's put a question: how the material with CD capable of forming inclusion complexes with surfactants as well as oily dirt and chemically bound on the surface will behave? Both CD and PEG will influence the value of fibre critical surface tension and thus the wettability mainly with oily components of soil, zeta potential as well as the surface structure and swelling. All these facts will contribute to changes in soiling and the soil removal by detergency. Usually three ways may be considered in which soil could be attached to a substrate – physical adsorption, mechanical retention and chemical reaction. There is no clear borderline between physical and chemical interactions between molecules. Van der Waals forces and hydrophobic bonding are usually considered to be of physical nature whereas hydrogen bonding and Coulombic attraction of ions can be considered as physical or chemical phenomena.

It's clear that the removal of oily liquid soil is predominantly a question of wetting the substrate with

both the oil and the washing bath, with solid particles soil, moreover, an important parameter is their diameter. Large particles the size of which is over 20 µm are easily removed by mechanical forces. Particles with diameter less than 0.1 µm can not be removed through washing procedure [7].

The aim of this paper was to obtain information on the influence of β-cyclodextrin and polyethylene glycol on the adsorption of sodium dodecyl sulphate, wetting and re-wetting, soiling and soil removal by detergency.

EXPRIMENTAL

Material – Fabric treatment

Desized, scoured and bleached 100% cotton fabric by Slovak standard STN 80 0101 was used throughout the study. Specification of fabric: weight per unit area of 125 g.m⁻², plain weave, linear density of yarn, warp 20 tex, weft 25 tex, warp sett 32 ± 2, weft sett 26 ± 2.

Cross-linking agent Knittex FEL (CIBA) on the basis of modified dimethyloldihydroxyethylene urea for crease resistant and easy care finishing cellulosic materials and blends was used. The agent has a very low content of a free formaldehyde. Magnesium salt catalyst Katalysator MO(Chemische Fabrik Pfersee) was selected for it's high stability and compatibility with starch.

β-cyclodextrin C₄₂H₇₀O₃₅, M.W.= 1135 g.mol⁻¹ made by Merck.

Polyethylene glycol M.W = 1000g.mol⁻¹ was supplied by Sloveca (SK) technical grade.

The sample (12x30 cm) was passed through the laboratory padder with a wet pickup of 90 % (owf) with a bath temperature of 20 °C. The composition of impregnating liquors is given in Table 1. For this investigations no softener was applied. The catalyst was added to the formulation immediately before application. Wetting agent Spolion 8 was used. After padding the fabric was taken on frame, dried (10 min., 100 °C) in a force draft oven, followed by curing in a second oven at 150 °C for 5 min.

After condensation the samples were scoured in distilled water (liquor ratio 1 : 30 at temperature of 50 °C) for 30 min., finally samples were dried at 105 °C.

Table 1 Formulations of impregnating liquors

Liquor No	Concentration gL ⁻¹				
Sample	Spolion 8	Knittex	Catalyst	β-CD	PEG
I.	1	60	12	–	–
II.	1	60	12	30	–
III.	1	60	12	50	–
IV.	1	60	12	–	30
V.	1	60	12	–	50

Values for untreated sample are given under P

1.1. Test methods

Evaluation of all fabric properties was carried out on samples conditioned at temperature of 20 ± 2 °C at 65 % of relative humidity for 24 hours.

2.2.1 Adsorption of surfactant of cotton samples

Adsorption of sodium dodecylsulphate (DDS) was investigated in a concentration of 2, 4, 14 and 20 mmol.L⁻¹. The wide-neck flask of a volume of 250 cm³ was filled with a 150 cm³ solution of the surfactant in which a cotton sample of dimensions of 12 x 15 cm was immersed at temperature of 20 C, respectively 50 °C and 70 °C for one hour. Two phase titration method [8] based on the use of a cationic titrant for solution of anionic surfactant was applied. These two surfactants react together to form a salt which is soluble in chloroform. As indicator bromcresol blue is used. At the end point dye is transferred completely from solution to chloroform. The difference in concentrations before and after the sorption respectively, yields the adsorbed amount of the surfactant.

Chemicals:

Natrium dodecylsulphate,
Septonex N-(α-carbethoxypentadecyl)-trimethyl-
amoniumbromide, 0.004M,
Bromcresol – green solution, 0.15g in 250 mL dis-
tilled water,
Solution of phosphates – 300 mL of 0.065 M of
natrium hydrogen phosphate, 100 mL of 0.065 M
trisodium phosphate and 80 mL of n-propanol,
1 M NaOH,
Chloroform,
n-propanol.
All chemicals were of p.a. grade.

Procedure

Transfer 10 mL of surfactant solution to 100 mL glass stoppered graduated flask add a volume of 24 mL solution of phosphates and 10 mL of 1M sodium hydroxide. Carry out titration with the Septonex solution. After each small volume adding shake well the cylinder. Wait for separation of phases. Continue titrating until all color is transferred to chloroform phase. The same procedure should be applied for blank but instead of DDS solution 10 mL of distilled water has to be used.

The analytical results were calculated as follows:

$$a = \frac{m_{DDS} - [m_{DDS} / (V_1 - V_2)] * (V_2 - V_0)}{20} * \frac{150 * c_{DDS}}{\rho * m_t}$$

where a – amount of adsorbed DDS (mmol g.⁻¹),
m_{DDS} – DDS weighted (g), ρ – weight concentration of DDS (g L⁻¹), c_{DDS} – concentration (mmol L⁻¹), V₀ – volume of cationic titrant for blank (mL), V₁ – vol-

ume of cationic titrant before adsorption (mL), V_2 – volume of cationic titrant after adsorption (mL), m_t – weight of fabric sample taken.

The reciprocal form of the Langmuir isotherm

$$\frac{1}{[c]_F} = \frac{1}{k \cdot [c]_F \cdot [c]_S} + \frac{1}{[c]_F}$$

where $[c]_F$ – amount of surfactant on the material, $[c]_S$ – surfactant concentration in solution, k – constant, was used to determine the maximum amount of surfactant adsorbed.

2.2.2 Wetting

Wettability of samples was evaluated using the modified immersion method DIN 53901 [9] in which the sinking time of a cloth placed on the surface of the water is determined. Circular disc of cotton fabric of 7 cm in diameter carefully dried for 24 hours under calcium chloride were prepared. Glass beaker of 800 mL of volume was filled with distilled water of 600 mL. The disc is placed onto water level by tweezers and the sinking time is measured. All the measurements were made at constant temperature of 22 ± 1 °C. Series of 10 measurements are taken to determine the mean value of sinking time. Times below 3 s and over 300 s are omitted.

2.2.3 Soiling and soil removal

A measurement of detergency implies simply an estimate of the amount of soil present on the substrate before and after cleaning operation (washing). Perhaps the most frequently used type of detergency test is the washing off artificially soiled fabric swatches followed by reflectance measurement to assess soil removal. In the experimental work two types of artificial soil were used:

- mixed soil composed of black Indian ink, tetrachloromethane, sunflower oil, dry milk, gelatin and water [10].
- oily soil, old engine oil [11].

Cotton fabric samples of dimensions of 12 x 30 cm were immersed for 5 min. in the particular soil and excess of soil was removed by squeezing mangle (wett pick-up 100%) and dried in the air and subsequently in an oven at 60 °C. After the reflectance has been measured samples were washed in a Launderometer in bath of volume of 100 mL at temperature of 60 °C for 10 min. LLAS based detergent in a concentration of 3 g.L⁻¹ was used. In distilled water scoured samples were dried at 60 °C and then their reflectance was measured again. Detergency (%) was calculated:

$$\%W = \frac{(K/S)_W - (K/S)_S}{(K/S)_O - (K/S)_S} * 100$$

where K/S – values are given by Kubelka-Munk function

$$K/S = \frac{(1-R)^2}{2R}$$

R – reflectance, $(K/S)_W$ – for washed swatches, $(K/S)_S$ – for soiled swatches, $(K/S)_O$ – for the swatch before soiling.

RESULTS AND DISCUSSION

Layers of surfactant adsorbed on the surface of the textile material have a pronounced influence on the final effect in wet technological operations as well as in the household maintenance of goods. Thus, the wettability in water is enhanced, zeta potential is changed and there is a competition in adsorption with other different substances such as dyes, soil etc., the soil removal being easier. All functional properties of surfactants are based on adsorption phenomena.

In order to obtain information on the influence of both CD and PEG on soiling and soil removal of treated cotton fabrics the adsorption of DDS in the range of CMC (8.1 mmol. L⁻¹) was investigated. The amount of surfactant adsorbed increases with higher concentration of surfactant in solution up to 15 mmol.L⁻¹, reaching the maximum value in the concentration range of 15–20 mmol.L⁻¹. Adsorption isotherms for all samples are of the Langmuir types (Fig. 1–5). In the case of non-treated cotton the amount of LSS surfactant adsorbed reaches equilibrium at

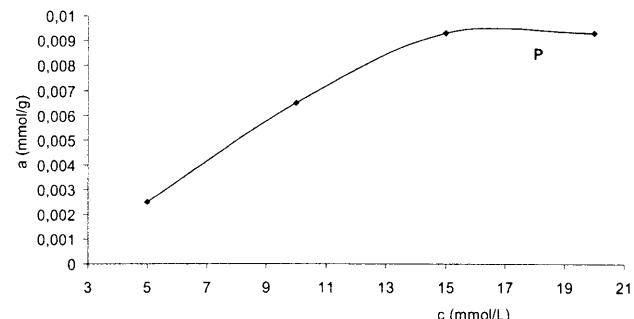


Fig. 1 Adsorption of surfactant on non-treated cotton fabric in dependence of the concentration DDS in solution (10 min., 20 °C)

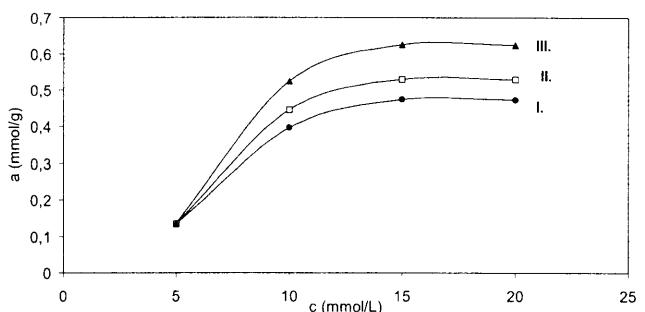


Fig. 2 Adsorption isotherms for DDS on cotton samples treated with bath I., II. and III.

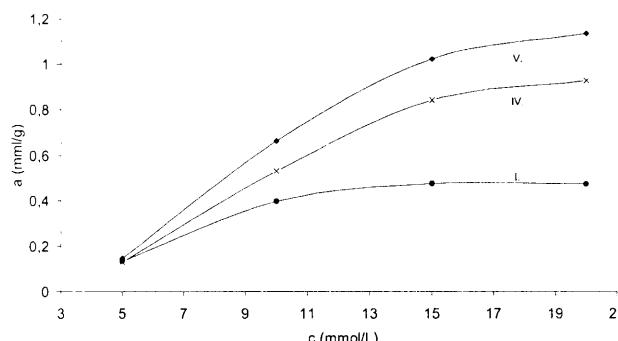


Fig. 3 Adsorption isotherms for DDS on cotton samples treated with bath I., IV and V.

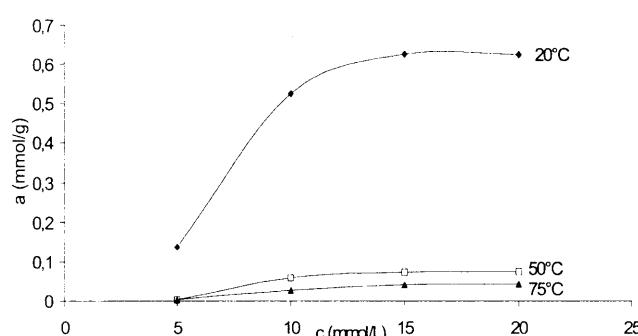


Fig. 4 Adsorption of surfactant on cotton fabrics treated with bath III at different temperatures

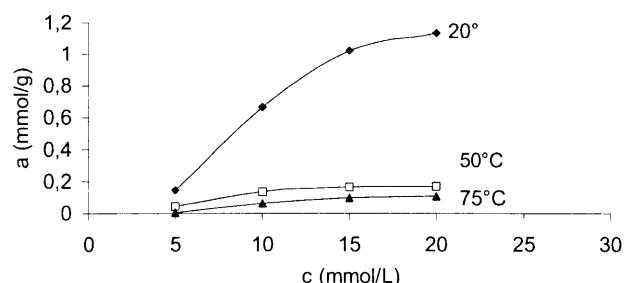


Fig. 5 Adsorption of surfactant on cotton fabrics treated with bath V at different temperatures

that the biggest surface area 7.02 nm^2 was found for untreated cotton. For treated samples this parameter decreased in following order:

Cross-linked cotton (P) > P + b - CD > P + PEG

For condensed oriented monolayer of DDS in the air/ solution boundary the molecular area of 0.2 nm^2 was published [7]. This value is higher than those found in samples III, IV a V.

It is well known that the adsorbed layers change the surface properties which successively influence the wettability, the latter being the determining factor in soiling and soil removal processes. One has to take into account that the desorption of surfactant

Table 2 Maximal amount adsorbed and molecular surface areas at 20 °C

Sample No	P	I.	II.	III.	IV.	V.
a_{\max} (mmol.g ⁻¹)	0.0145	0.5150	0.6307	0.7474	1.047	1.3539
Molecular area(nm ²)	7.02	0.20	0.16	0.13	0.09	0.01

the concentration of $0.0093 \text{ mmol.g}^{-1}$ (Fig. 1). For cross-linked cotton samples the corresponding value was significantly higher – $0.4728 \text{ mmol.g}^{-1}$. From Fig. 2 and 3 it can be seen that both CD and PEG cause further increasing of adsorption. The more additive was used the higher adsorption was observed. Due to PEG the increase of amount was greater ($1.1323 \text{ mmol.g}^{-1}$) than that with CD ($0.624 \text{ mmol.g}^{-1}$). It may be assumed that the surfactant enters the CD cavity in the same manner like inclusion complexes in surfactant solutions. The meander structure of PEG chain is favorable to enhance adsorption.

For two selected samples the influence of temperature on adsorption was investigated (Fig. 4 and 5). The increase in temperature leads to substantial decrease of adsorption. The calculated average surface area of 1kg cotton fibres of 172 m^2 was considered in calculating molecular areas of one molecule adsorbed. Areas corresponding to one adsorbed DDS ion were calculated for maximal amount adsorbed obtained using reciprocal form of the Langmuir isotherms.

From the results given in Table 2 it can be seen

Table 3 Wetting times in distilled water for cotton samples

Sample No	P	I.	II.	III.	IV.	V.
Wetting time [s]	10.7	20.8	16.4	16.8	17.6	21.3

Table 4 Re-wetting times for non-treated cotton and cross-linked cotton after the DDS adsorption ($t = 20^\circ \text{C}$)

Sample N°	P	I.
$c_{\text{DDS}} [\text{mmolL}^{-1}]$	2	8
Time [s]	22	19.6

in textile fibres is very slow and rarely to be completely achieved.

Wetting and re-wetting times obtained by means of the sinking method are given in Tables 3, 4 and 5.

Cross-linking of cotton causes an decreasing rate of wetting, the sinking times changed from 10.7 for non-treated sample to 20.8 for the finished one. CD and PEG at lower concentration speed up wetting when compared with the sample cross-linked without additives but the sinking times exceed the value of that for natural cotton. At higher concentration of

PEG (50 gL^{-1}) the situation is somewhat different, the wetting time is higher than that for sample I.

For measuring the re-wetting times the samples treated were immersed into the surfactant solutions of concentrations of 2–20 mmol L^{-1} at 20 °C for 10 min., dried and conditioned. Then, the sinking times in distilled water were measured. From Tables 4 and 5 it can be seen that for samples with surfactant adsorbed layer the re-wetting times were found to be higher than that compared with original samples (with the exception of sample I.). The higher concentration of surfactant the lower re-wetting times (with the exception of sample I.).

In final stage of our work attention was paid to the effect of additives to soiling and soil removal. The

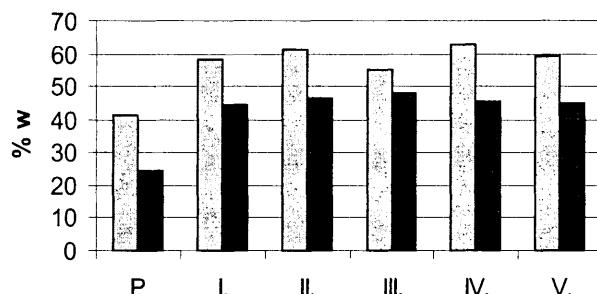


Fig. 6 Soil removal of mixed soil for samples soiled after condensation (1) and samples treated after condensation with surfactant solution and then soiled (2).

Table 5 Re-wetting times for cotton cross-linked with bath containing additives after the DDS adsorption ($t = 20^\circ\text{C}$)

Sample N°	$c_{\text{DDS}} [\text{mmol.L}^{-1}]$	Time [s]
II.	2	20.2
	8	16.5
III.	14	13.2
	20	10
IV.	2	22.9
	8	19.5
V.	14	16.8
	20	13.4
IV.	2	21.7
	8	20.1
V.	14	19.4
	20	19
V.	2	22.8
	8	22.1
V.	14	20.5
	20	18.4

results given in Table 6 indicate that as for the mixed soil the reflectance of samples after soiling is slightly lower and soil removal expressed in % was higher with additives (with the exception of sample III).

Experiments were also performed with samples which were treated in solution of DDS (concentration of 20 mmol. L^{-1}) after condensation, then dried and soiled in order to obtain information on the influence of adsorbed surfactant on soiling and soil removal. Surfactant adsorbed on samples before soiling causes decreasing % of detergency (Fig. 6).

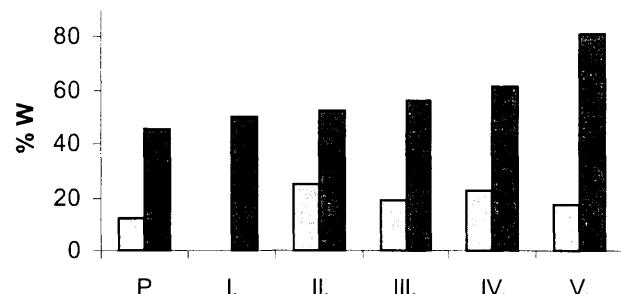


Fig. 7 Soil removal of used car oil for samples soiled after condensation (1) and samples treated after condensation with surfactant solution and then soiled (2).

Table 6 Soil removal of mixed soil by washing

Sample N°	P	I.	II.	III.	IV.	V.
R_o	86.46	85.37	85.18	85.42	85.54	85.07
R_s	21.41	20.08	17.59	17.84	18.02	18.86
R_w	48.44	58.31	59.10	55.27	60.54	58.15
%W	41.5	58.5	61.4	55.4	63.0	59.3

Table 7 Soil release of used car oil

Sample N°	P	I.	II.	III.	IV.	V.
R_o	85.85	80.21	81.05	85.93	81.3	86.34
R_s	27.29	27.85	28.10	28.98	27.35	28.48
R_w	34.9	27.96	41.47	39.71	40.74	38.13
%W	12.0	0.20	25.2	18.8	22.7	17.1

A quite different situation arises for experiments carried out with used car oil. In this case additives slightly lower soiling but significantly increase soil release (Table 7), the effect of CD being greater than that of PEG.

Creation of adsorbed surfactant layer on material surface before soiling unlike the results obtained with complex based soil significantly improves soil removal (Fig. 7).

ACKNOWLEDGEMENTS

This work was supported by the Slovak National Grant Agency (VEGA), Project No. 1/6159/99

REFERENCES

1. Welch C.M., Text. Chem. Col. 29, 1997, p.21
2. Knittel D., Buschmann H., Scholmayer E., Textilveredlung 26, 1991, p.92
3. Jinkins R.S., Leonas K.K., Text. Chem. Col. 26, 1994, p. 25
4. Saenger W., Angew. Chem. 92, 1980, p. 343
5. Hodul P. et al., Vlakna a textil 6, 1999, p. 119
6. Hodul P. et al., Tenside Surf. Det. 34, 1997, p.159
7. Cutler W.G., Davis R.C.: Detergency, Marcel Dekker, N.Y. 1972 p.49
8. Bareš M., Tenside 6, 1969, p. 312
9. Lindner K.: Tenside – Textilhilfsmittel – Washrohstoffe, Band II, Stuttgart, 1964, p. 1801
10. Sroková I., Talaba P., Hodul P., Balažová A., Tenside Surf. Det., 35, 1998, p. 342]
11. Antoš K., Hodul P., Textil 36, 1981, p. 437

THE DEVELOPMENT OF POLYOLEFINE FIBRES IN THE WORLD AND IN SLOVAKIA

Jambrich, M.* , Budzák, D.**, Jambrich, P.***, Lučivjanský, J.****, Revús, M.*****

* Faculty Of Industrial Technologies TrU, Púchov

** Research Institute For Man-Made Fibres a.s., Svit

*** Istrochem a.s., Bratislava

**** Chemosvit a.s., Fibrochem, Svit

***** The Slovak Company Of Industrial Chemistry, Bratislava

In this contribution we present the development of polyolefine fibres within the context of the development of chemical fibres, both in the world and in Slovakia. The development of polyolefine fibres in the past was explicitly conditioned by the development of chemical fibres and pyrolysis processes of crude oil products.

For about 7000 years during which textile fibres have been used, until the late 19th century only natural fibres – flax, jute, cotton, wool and natural silk – were in use.

At the end of the 19th century and at the beginning of the 20th century, the industrial production of chemical fibres from regenerated natural polymers was born and just before World War Two, the first industrially fabricated and processed synthetic fibres, not present in nature, appeared. Chemical fibres are then a legitimate child of our century. Their development has been enormous to such an extent that currently, their share in consumption of fibres in all application areas (clothing, home and engineering fabrics) is being about 58 percent [1, 2, 3, 4, 5]. At present, polyester (PET) and polyolefine fibres (PO), especially polypropylene ones, are the most developing (Tab. 1). Polyolefine fibres are represented by three types on the basis of polymers [5, 6]:

- polypropylene (PP)
- polyethylene (PE)
- polymethylpentene (PMP).

Polypropylene fibres have about 95-percent share in the whole production of polyolefine fibres, the share of polyethylene fibres is about 5 percent and the share of polymethylpentene fibres is negligible (Polymer-Mitsui). Polyethylene fibres are produced in form of non-woven materials (Spunbond, Meltblown, Tyvek, Dren) and technical super high-tenacious fibres prepared from high-molecular PE by the so-called xerogel method (UHMWPE) – fibres Spectra from the firm Allied Signal and fibres Dyneema from the firm DSM.

Prof. Natta's announcement of invention in 1954 – i.e. preparation of polypropylene by stereospecific polymerization, using Ziegler-Natta catalysts – meant a breakthrough also in polymer chemistry. This in-

Table 1 Worldwide production of polyolefin fibers (1000 tons) in 1995–1998 and production capacity in 1999–2000 [1]

Region/Country	1995		1996		1997		1998		1999		2000	
	NV	S	NV	S	NV	S	NV	S	NV	S	NV	S
Western Europe	814	362	785	426	793	421	751	462	975	562	992	575
Eastern Europe	86	44	91	40	109	44	110	44	195	55	207	78
Turkey	104	30	112	31	171	33	259	40	311	55	311	55
Canada	42	27	45	27	48	28	54	29	62	32	62	32
USA	851	238	874	255	914	283	971	290	1236	378	1255	378
Mexico	33		37	6	43	5	43	6	50	7	50	7
Other America	202	5	204	7	208	9	208	10	234	13	235	14
Japan	116	53	98	56	105	61	102	58	134	78	134	78
China	708	118	727	131	722	128	719	125	880	150	880	150
South Korea	79		80	6	81	8	76	8	88	10	88	12
Taiwan	118		120	5	122	5	124	9	137	12	143	12
Other Asia	249	8	271	9	274	10	257	9	335	17	331	74
Africa/Oceanic	103	17	117	19	117	19	129	21	149	24	163	24
Total	3505	902	3561	1018	3707	1054	3803	1111	4786	1393	4851	1489
	4407		4579		4761		4914		6179		6340	

NV = monofilaments, multifilaments yarns, spunbonds and film fibers

S = staple fibers and tow

Table 2 Properties of main type of fibers

Fiber	ρ (g/cm ³)	V_s (m ³ /kg)	MP (μm ² /tex)	λ (W/m.K)	RV (%)	T_m (°C)	T_t (°C)
PP	0,92	1,09	1087	0,8–1,0	0,01	140	165–175
PA	1,14	0,88	877	3,4	3,5–4,5	180	215–220
PAN	1,18	0,85	847	6,5	1,0		
PET	1,38	0,72	725	2,0–3,0	0,3–0,5	230	250–260
Viscose	1,52	0,66	658	11–14	11–14		
Wool	1,32	0,76	756	23	12–18		
Cotton	1,50	0,67	667	27,5	8–13		

ρ = density, V_s = specific volume, MP = specific surface, λ = heat conductivity when $\lambda_{air} = 0,026$ W/m.K

RV = moisture regains, T_m = softening temperature, T_t = melting temperature

Table 3 Mechanical properties of PP fibers made from Ziegler-Natta polymer (ZN-iPP) and metallocene polymer (m-iPP)

ZN-iPP: melting point = 163 °C m-iPP: melting point = 151 °C
MFI = 25 g/10 min MFI = 25 g/10 min

Take-up speed m/min	Tenacity cN/dtex		Elongation %		Shrinkage %	
	ZN-iPP	m-iPP	ZN-iPP	m-iPP	ZN-iPP	m-iPP
2000	2,6	3,2	140	160	15	14
2500	2,8	3,3	120	146	14	11
3000	3,1	3,8	85	135	16	10
4000	3,8	4,4	48	90	19	10,5

vention enabled to prepare crystallizable polymers also from monomers with asymmetric structure. Thus we came partly closer to the laws of creation of polymeric fibre-forming materials in nature (cellulose in cotton, proteins in natural silk and in wool). Also on this occasion, we pay our respects to Prof. Natta and his team for the contribution to polymeric chemistry as well as development of PP fibres [12, 13, 14].

Development done until now has ensured production of wide range of PP polymers, enabling preparation of fibres which are applied in all spheres of textiles while PP fibres have the dominant position in non-woven materials [2–4, 5, 9, 10, 11, 15, 16].

Owing to new-built plants, producing polypropylene, we can assume that in 2001, capacity of production of polymer in the world will reach 38,7 mil t/year. Capacity of production of PP polymer in Europe was about 8,9 mil t/year in 1998. 1,8 mil t from this quantity were applied to PP textiles. There is an assumption that in 2001, capacity of production of PP polymers in Europe will be 10,9 mil t/year [2–4, 19, 21, 22].

In recent years, further development of PP polymer on the basis of Ziegler-Natta (ZN) catalysts has been considerably in the shadow of preparation of polymer with metallocene catalysts (7,8,9). Polymers prepared with metallocene catalysts (m-iPP) have narrower distribution of molecular weights (M_w/M_n 2,5) in comparison with ZN-iPP (M_w/M_n 3–5), as well as lower content of atactic polymer (below 0,5 %), small share of volatile low-molecular fractions, usually lower melt temperature (146–150 °C) and lower

elasticity of polymer's melt. These properties of m-iPP enable preparation of PP fibres with higher tenacity, preparation of fine fibres as well as fibres with lower shrinkage – in comparison with fibres prepared from polymers ZN-iPP (Tab. 3).

Polypropylene attracted attention with its properties as early as the beginning of its preparation, and it was obvious that it would find a big application in the field of plastic materials processing. When applying polypropylene in production of chemical fibres, opinions were not united because of some properties of pure PP as lower light and thermal stability, bad dyeability in solutions of dyes, hydrophobicity, etc. For these reasons, big distrust of PP fibres developed, and important world fibre companies called it „fibre of the poor”.

Today, polypropylene fibres belong to the youngest generation of chemical fibres, having a large capacity production. Their development was relatively fast in comparison with other types of synthetic fibres. As early as 1958, i.e. four years after Prof.Natta's invention had been open to the public, production of PP fibres started in the U.S.A. and Italy. By 1965, this production was introduced in Japan, Great Britain, France and Slovakia. In 1970, production of PP fibres was 0,34 mil t, in 1980 around 1,05 mil t, and in 1990 2,2 mil t (Fig. 6). At present, production and consumption of PP fibres holds a second place (5 mil t), after PET fibres (16 mil t).

Dramatic development of PP fibres has been conditioned partly by sufficient source of basic raw material, but partly, it has happened thanks to their general, specific and special properties, applicability of facilities developed for synthetic fibres and also thanks to the prices of basic raw material [2–5, 9, 11, 15–20].

Polypropylene fibres have won through on the market as another type of chemical fibres and also because of their specific properties, especially:

- the lowest specific weight (Tab. 2)
- the highest specific volume and surface area (Tab. 2)
- high wet and dry resistance to abrasion
- lower retention of humidity (Tab. 2)
- high capillary elevation
- the lowest resistance to penetration of steam in their textiles

- high activity to non-polar organic compounds
- high resistance to acids and alkalis
- resistance to moulds, microorganisms and insects
- the lowest irritability of skin, hygienic – nonallergic
- non-toxic substances (CO_2 and H_2O) are released during thorough combustion
- higher thermal and insulating properties of their textiles
- higher absorption of sound
- high elasticity at low deformations
- soft and warm touch of their textiles
- high physical activity of their surface (separation properties)
- negative electrostatic charge.

The main assortment of PP fibres produced is in form of staples, BCF, tow, textile and technical yarn, foil tapes, fibrillated foil fibres and fleeces (spunbond, meltblown). PP fibres are produced in broad scale of colour shades, tenacity (1,5–9 cN/dtex), linear density (0,5–600 dtex) with various transverse and longitudinal geometries (Fig. 1), with various over-molecular and macromorphological structures (Fig. 2, 3). Basic physical properties of fibres are given in Table 2. Absorption of sound is given in Figure 4. The main spheres of application of PP fibres in products are given in Figure 5.

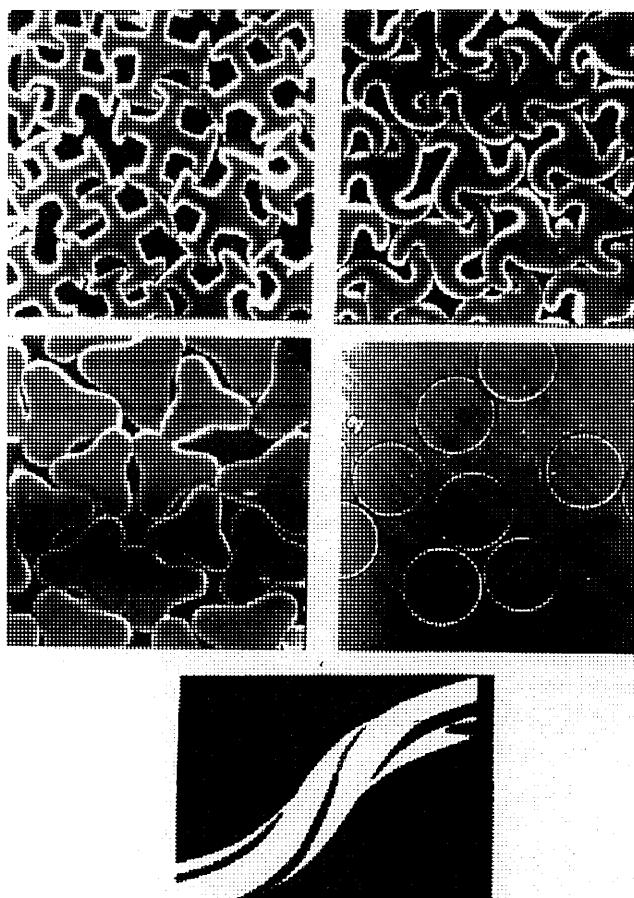


Fig. 1 SEM photographs of cross-section of PP fibres with density 27 dtex

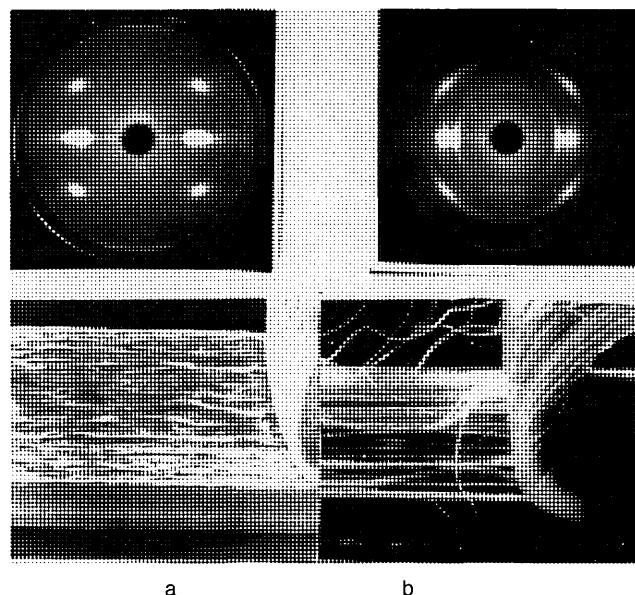


Fig. 2 WAXS and SEM photographs of fibres with different structural modification; a – PP fibres 1,3 dtex with the smectic-hexagonal structural modification, b – Cross-section PP fibres with inorganic substrata with monoclinic structural modification

The research and development of PP fibres in Slovakia started in 1958 in the Research Institute of Man-Made Fibres and at the Department of Chemical Fibres at CHTF SVŠT, in cooperation with textile research institutes, VUMCH and mechanical-engineering institutions. The first production of PP fibres was realized in Chemosvit Svit in 1965 (staple, technical yarn). In 1967, production of PP fibres was launched in SLZ Hnúšta (types of fibres for furniture-making). PP staple's production of a large capacity and basic unit of PP technical yarn – and later, of PP BCF – were realized in 1970 in Istrochem Bratislava. Production of PE and PP fibrous materials (spunbond) was realized in 1976 and 1977 in Tatralan Kežmarok. Further production of PP staples and PP BCF, having a large capacity, was realized in 1978 and 1981 in Istrochem Bratislava, and production of PP textile yarn in 1980 in Chemosvit Svit. The above-mentioned productions were introduced on the bases of our own research and development of machinery, with rich scale of colour shades, physical-mechanical properties, fineness, as well as various transverse and longitudinal geometries (profiled ones), and they were modified for significant spheres of application. In 1989, production of PP fibres and fibrous materials in Slovakia was 50 300 t/year. Since 1989, innovation of processes of fibres' preparation as well as further development of modified PP fibres have been happening.

At present, PP fibres in form of staple, BCF, yarn, non-woven textiles, tapes and similar products with large scale of colour shades, physical-mechanical properties, fineness and with various transverse and

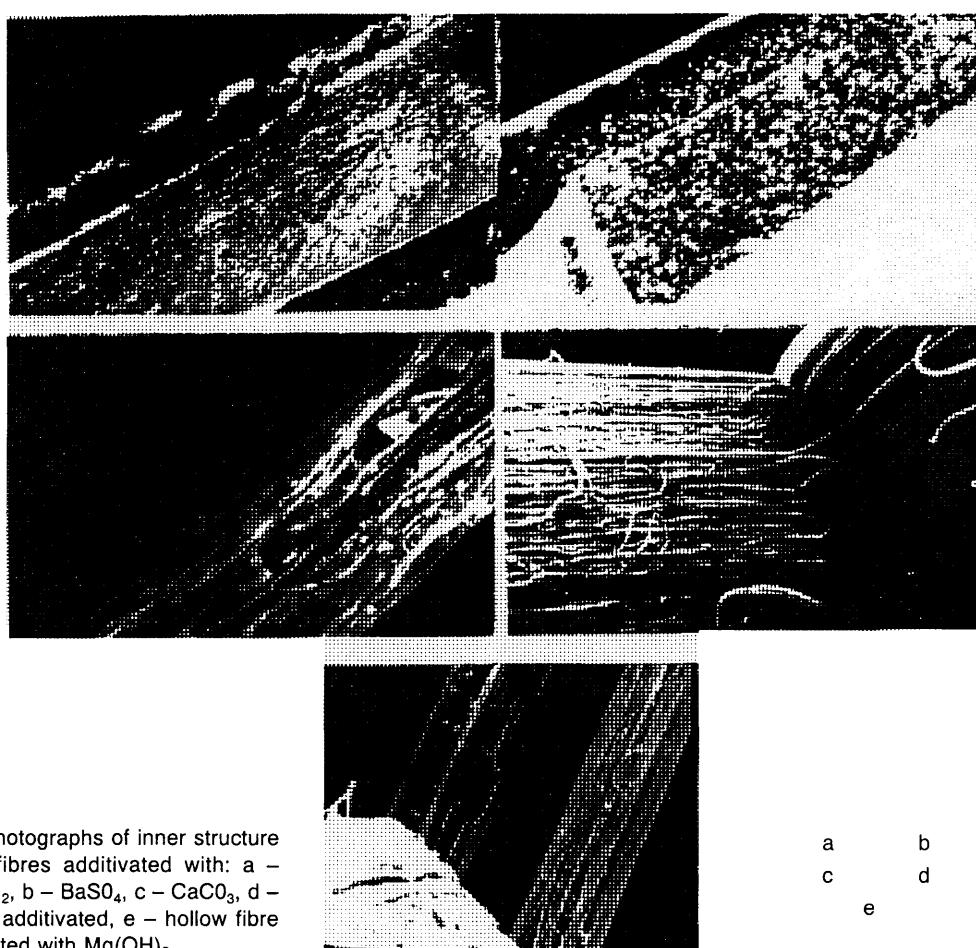


Fig. 3 SEM photographs of inner structure of PP fibres additivated with: a – $\text{Mg}(\text{OH})_2$, b – BaSO_4 , c – CaCO_3 , d – without additivated, e – hollow fibre additivated with $\text{Mg}(\text{OH})_2$

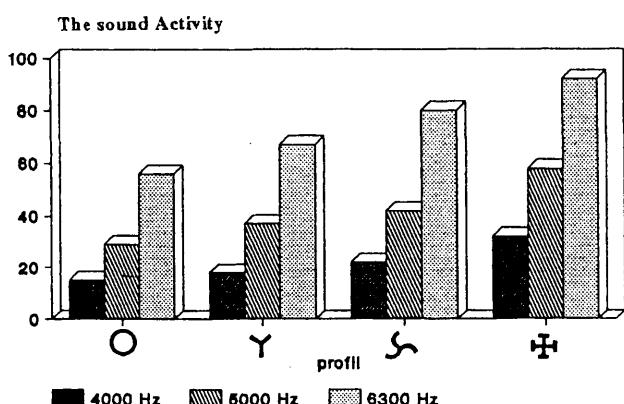


Fig. 4 The sound Activity of Fibrous Materials with of cross-section of PP Fibres

longitudinal geometries (profiled ones) are being produced in Slovakia. They are modified for various fields of application.

The basic classification of PP staples is as follows: carpet (C), woolen (W) and cotton (C) types.

Various types of fibres differ not only in their linear density, but also in their overmolecular and morphological structures, or, some types even in molecular composition of polymeric systems. Structure, or properties vary according to the field of application. Home textiles are the main field of application of PP staple.

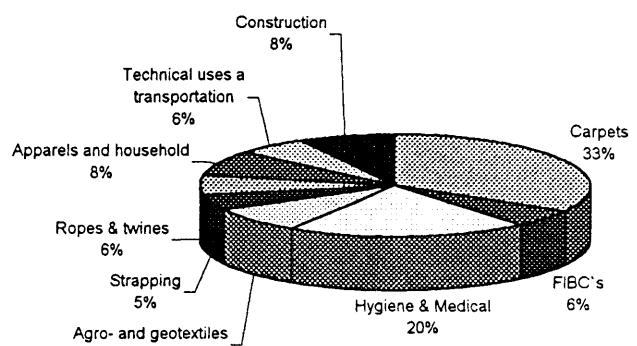


Fig. 5 Textile polypropylene consumption

Polypropylene carpet types of staple fibers is used especially for:

- tufted carpets as piles or underfelts
- needle felts and non-woven floor coverings
- non-woven decoration textiles and wall linings
- dewatering felts and filter fabrics.

Wool types of PP staples are used either alone, or in blends with viscose staple and natural fibres, mainly for:

- protective and work clothings for various working environments or climatic conditions
- ECO systems

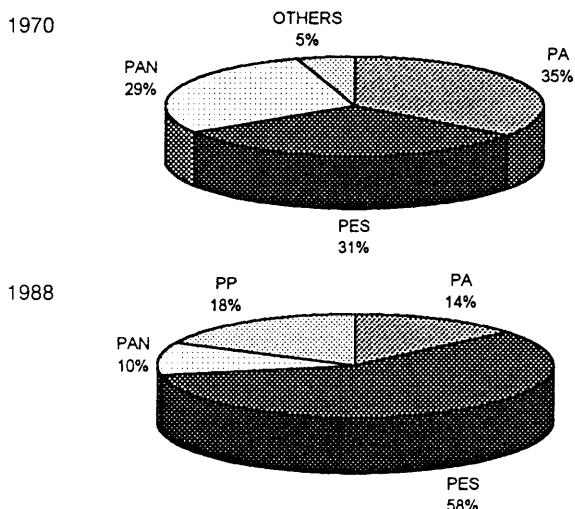


Fig. 6 Worldwide production of PP fibers in 1970 and 1998

- non-woven fabrics for hygiene products and worsted blankets
- knitted winter and sport socks, and for hand and machine knitting yarns
- non-woven fabrics for warming inserts, filtration of gases and liquids, e.g. deoiling filters
- textiles for building industry and transport.

Cotton types of PP staples have also found their broad application, either in yarns from 100% PP or in blends, especially with viscose staple and cotton. The main applications are following:

- fabrics for alkali resistant industrial uniforms and coveralls as well as common work clothing
- basic fabrics for special technologies (needle punching, tufting)
- technical filter fabrics for agriculture, building industry, transport, etc.
- fabrics for bedspreads, bandages, shoemaker's ducks
- interlock knitted fabrics for underwear, and one-ribbed knitted fabrics for production of bedspreads, sportswear, etc.
- shrinking fibres for blend fleeces for the production of synthetic leather
- non-woven fabrics from multicomponent fibres for gas or liquid circulation
- preparation of ECO materials.

The great part of polypropylene fibres is in form of non-woven materials, prepared directly under the nozzle and reinforced by mechanical, chemical and thermal treatment [1,6,7]:

- filter materials, underfelts for tufted carpets, wraps and hygiene products
- however, the main application is in form of geotextiles for the following spheres:
- building of roads, highways, forest and field driveways
- building of sport facilities

- stabilization of dam embankments, river banks, water reservoirs and channels – building of railroads and tunnels.

PP yarn is produced in a broad assortment and with different fineness, different overmolecular structure and physical-mechanical properties, and with various transversal geometry.

The main production volume is made up by transversally and longitudinally textured BCF which are used in the field of home textiles, especially for:

- tufted carpets with loop and pile
- upholstery fabrics and covers, decoration textiles, textile wall covering, etc.

This field can also include the so-called multi-component PP fibres in form of tow, intended for cigarette filters and for filtration of gaseous media.

Textile yarn with linear density from 30 to 600 dtex, flat as well as textured one, represents a relatively large production capacity which is increasing especially on a world-wide scale. Significant fields of its application are mainly following:

- textiles for needle punched blankets
- technical textiles for filtration, leakproof sheets, elastic belts and straps
- warps of upholstery fabrics
- needle punched materials for the manufacture of non-woven textiles
- furniture, decoration and upholstery textiles
- wadding textiles
- warp knitting fabrics
- plaited rubber materials
- bedclothes
- ribbons, ropes, lines, nets.

In clothing industry, PP fibres are applied to underwear, children's and ladies' clothes, socks, gloves, sportswear, leisure wear and protective working clothes e.g. for chemical plants and laboratories. PP yarn, textured and of various geometry, enables to prepare the so-called integrated areal textiles which represent a suitable product for clothing, in terms of physiology and hygiene.

The increasing interest in application of the special types for medicine is worth of our attention. In this sphere, PP fibres are used in form of surgical threads, bandages, swabs, prostheses, membranes for ultrafiltration of blood, wraps for diapers, bedsore protection mats, mulls, surgical uniforms, etc.

The interesting spheres, for which new assortments of PP fibres are being developed by innovation of their preparation processes and by their physical-mechanical modification, are following:

- modified, high shrinkage types for new types of carpets, upholstery fabrics, furniture textiles and coverlets, quilts (non-allergic), prepared by new combination of stereoisomers
- special types for floor coverings, wall facings and wallcovering, bedsheets, etc.

- in the sphere of textile fabrics, modified types in blends with other fibres are being developed for protective and working clothes for demanding application fields in industry, medicine and bio-laboratories
- fibres with changed transversal and longitudinal geometry for winter clothes and sportswear, and for warming inserts
- fibres for integrated textiles with good moisture transportation and good parameters of comfort of clothing (underwear, diapers, sportswear)
- compound fibres for new generation of poromers
- microfibres, prepared by classic procedures as well as by multicomponent M/F blends and by melt-blown procedures – they are used for exclusive dresses, sportswear and for technical applications
- fibres for technical textiles as geotextiles for building roads and highways, for stabilization of embankments, dams and water reservoirs, and for afforestation
- modified and high tenacious fibres for cement blends, used in building industry and for thermal insulation of buildings
- special fibres for sports facilities, ropes and wrap materials
- modified types of fibres for drainage felts, filter materials, air-conditioning
- fibres for solving ECO problems, mainly for separation of crude oil from water and gaseous substances and for protection of soil against contamination by harmful agents
- special fibres for transport, agriculture, food-processing and chemical industries
- multicomponent fibres based on PP of a M/F type – polyfibrous and multicore ones, whose mechanical and chemical properties are varying, and which are suitable also for preparation of microfibres
- bicomponent fibres of S/S and C/S types, especially heterophyllous and thermobonding
- bioactive PP fibres with wide fields of application in textile, technical and medicine products.

At present, PP fibres and fibrous materials are produced in Slovakia in the following firms:

- Istrochem, a.s. Bratislava (Supplement No. 1)
- Chemosvit-Fibrochem, a.s. Svit (Supplement No. 2)
- Research Institute For Man-Made Fibres, a.s. Svit (Supplement No. 3)
- Tatralan, a.s. Kežmarok (Supplement No. 4).

PP fibres have good chances of quantitative and qualitative development also in the further period. Today, the basic raw material – PP polymer – represents a sufficient source for preparation of fibres from the viewpoint of production amount [2,3,10,21,22]. Assortment composition of PP polymers is so wide that it enables to prepare PP fibres and fibrous materials which find their application in all spheres of textiles, used for personal and social consumption [3–9,11,19–26]. Recently, production of

new generation of PO and mainly PP polymers have started – they are based on metallocene catalysts which enable to prepare fibres with a broad scale of properties with high utility values [2–8]. New catalytic system gives chances of intentional preparation of PP stereoisomers (m-iPP, m-sPP, m-aPP), copolymers PP/PE, blends of polymers, LLDPE and cyclic I-polyolefines with high Tg and Tm for the high-tenacious fibre types, resistant to high temperature.

References

1. Fiber Organon Vo. 70, No.6. 1999
2. An.: „Polypropylene global markets in 2001“ Chemical Fibers International Vo. 48, Oktober 1998, p. 382 3. An.: „Current world market trends for PP fibers“. Chemical Fibers International Vo. 48, Oktober 1998, p. 363
4. Peckstadt, J.P. EATP Brussels „market perspectives of the West European polyolefin textile industry“, Chemical Fibers International Vo. 48, Oktober 1998, p. 362; Vo. 48, Oktober 1999, p. 362
5. Jambrich, M., Budzák, D., Štupák, A., Jambrich, P.: HISTORY AND PRESENT STATE OF THE DEVELOPMENT OF POLYOLEFINE FIBRES IN SLOVAKIA AND THE WORLD, Vlakna a textil 2 (2), 1995, s. 83–89
6. Urbanowski, A.: „Włokna polipropylenowe w tekstyliach technicznych“, In.: Konferencja o technickych textiliach Lodz 13.–14. 5. 1999
7. Gleichner, G., Asota GmbH, Linz / Austria; Vollmar, A., Tarjor GmbH Mainz / Germany: „Fibers of metallocene polyolefines“ Chemical Fibers International Vo. 48, Oktober 1998, p. 393
8. Jambrich, M., Sroková, I., Revúš, M., Durcova, O., Jambrich, P., Michlik, P.: „Struktura vlastnosti polyolefinových vláken z novej generacie polymerov“, In.: Zborník z konferencie „STRUTEX“ Liberec, 1.–2. 12. 1999
9. An.: „Worldwide 5 milion tons of polyolefin fibers already produced“ Chemical Fibers International Vo. 49, September 1999, p. 279, 370
10. Ji Guobiao, Zhang Jianchun, Qin laiuli: „The Application and Development of Polypropylene Fiber in China“, In.: 38 Internationale Chemiefasertagung, 15.–17. September 1999, s. 1–7
11. Marcinčin, A., Brejka, O., Ondejmiška, K., Jacanin, O.: „Polypropylene Fibres Dycable by exhaustion Proces“, In.: 38. Internationale Chemiefasertagung, 15.–17. September 1999
12. Ziegler, K., Natta, G.: Belgicky patent c. 538782/1954
13. Natta, G., Pino, P., Corradini, P., Danusso, F., Mantica, E.: J. Am. Soc. 77, 1955, p. 1708
14. Natta, G.: Angew. Chemie 68, 12. 1956, s. 393
15. Jambrich, M., Diačík, I.: „Polypropylenove vlakna“ Chemicke vlakna IX. c. 2, 1959
16. Jambrich, M., Diačík, I.: „Über den Einfluss verschiedener Strukturmodifikationen von izotaktischen Polypropylen auf den Deformationsvorgang“ Faserforschung und Textiltechnik 15, 12, 1954, s. 591–597
17. Diačík, I., Jambrich, M., Mitterpach, I.: „Beitrag zum Studium der Strukturveränderungen synetischer Fasern bei Deformation in der Faserlangsrichtung“ II. Polypropylenfasern „Faserforschung und Textiltechnik 23, 2, 1972, s. 70–74
18. Jambrich, M., Diačík, I., Kanitra, E.: „Einstufige Herstellung von PP – Filamentgarnen“ Chemiefasern/Textilindustrie, Januar 1985, s. 31–34
19. Ahmed, M.: „Polypropylene Fibres – Science and Technology“ Elsevier, Amsterdam, New York 1972
20. Jambrich, M., Pikler, A., Diačík, I.: „Fyzika vláken“. Alfa Bratislava 1987
21. Karger, J., a ini: „Polypropylene an A - Z reference“ Kluwer

- Academic Publishers, Dordrecht / Boston / London 1999
22. Koslowski, H. - J.: „40 years PP Fibers” Chemical Fibers International Vo. 49, Oktober 1999, p. 360
 23. Murárová, A., Jambrich, M.: „Select physical Properties of Textile Materials” In.: 4. International Conference on THEORETICAL AND EXPERIMENTAL PROBLEMS OF MATERIALS ENGINEERING” september 9.-11. 1999, Púchov
 24. Murárová, A., Jambrich, M.: Fibres and textiles in Eastern Europe 5 (1997), p. 53-54
 25. Rossi, R.: Textilveredlung 32 (1997), s. 187-191
 26. Lizák, P.: Vlákna a textil 5 (1998), s. 221-225

Supplement No. 2

ASSORTMENT OF PP FIBRES CHEMOSVIT-FIBROCHEM a.s., Svit

Trademark	Linear density (dtex), Td/Tdj	Charakteristic
1. POLYPROPYLENE YARN® – flat		
Prolen H	56-330/1,7-5,2	non-twisted
Prolen HP	56-330/1,7-5,2	No. of intermingl. points min.20
	660-1800/5,0-8,3	No. of intermingl. Points max.10
Prolen HS	84-660/3,3-5,2	twisted (75-180)
Prolen HSF	220/3,3	twisted (75-180)
Prolen HVP	660-1800/5,5-8,3	No. of intermingl. Points min.10

2. POLYPROPYLENE YARN® – textured, high elongation		
Prolenvel	56-660/2,2-3,3	spindle twisted KK min.25, Z 75
Prolenvel FT	110-220/2,2-3,3	friction textured, No. of intermingl. points min.60

3. POLYPROPYLENE YARN® – textured, low elongation		
Prolenset FX	84-660/3,3-5,2	thermo-stabilized after twisting KK max.5, Z 75, 100
4. POLYPROPYLENE YARN® – air textured		
Prolenvír P	330-500	low effect of texturing
Prolenvír CV	660-1100	medium effect of texturing – core effect
Prolenvír T	1300-3000	high effect of texturing – core effect of a taslan yarn character

Supplement No.1

ASSORTMENT OF PP FIBERS ISTROCHEM, a.s., Bratislava

PP STAPLE NOBELEX®, ISTRONA®, DIMPOS®

Trademark	Linear density (dtex), Td/Tdj	Charakteristic
NOBELEX B	1,3 2,8	high shrinkage
NOBELEX K	11 17	high shrinkage
ISTRONA B	1,7 2,2 2,5 2,8	cotton type
ISTRONA B TPS	2,2 2,5 2,8	thermobonding
ISTRONA B BST	2,2 2,5 2,8	antimicrobial
ISTRONA B BD	2,2 2,5 2,8	open end (OE)
ISTRONA B FDA	2,2 2,5 2,8	food contact approval
ISTRONA V	3,3 3,9 6,7	wool type
ISTRONA V TPS	3,3 3,9	thermobonding
ISTRONA V BD	3,9 6,7	open end (OE)
ISTRONA V BST	3,3 3,9 6,7	antimicrobial
ISTRONA V FR	3,9 6,7	flame retardant
ISTRONA V LS	3,9 6,7	high UV stability
ISTRONA V FDA	3,9 6,7	food contact approval
ISTRONA V HT	3,3 3,9 6,7	high tenacity
ISTRONA K	11 17 22 30	carpet type
ISTRONA K FR	11 17 22	flame retardant
ISTRONA K BST	11 17	antimicrobial
ISTRONA K LS	11 17	high UV stability
DIMPOS	6,7 17 30	cut length 8-20 mm

PP BCF VIRELON®

Trademark	Linear density (dtex)	Charakteristic
Virelon S	2100, 2600, 2670 2900, 4000	air textured, twisted
Virelon BS	1330, 2100, 2600, 2670, 2900, 4000	air textured, entangled
Virelon N	1330, 2100, 2600, 2670, 2900, 4000	air textured, non- twisted, non-entangled
Virelon BS	5340-12000	air interlaced
Virelon BS	2660, 5340	air interlaced PP+PA

Supplement No. 3

**ASSORTMENT OF PP FIBRES
RESEARCH INSTITUTE OF MAN-MADE FIBERS, a.s. Svit**

Trademark	Linear density (dtex), Td/Tdj	Charakteristic
POLYCORD – technical fibre	650–3000/ 5–17	high tenacious, flat, non-twisted, twisted
KALCIFIL S – staple	5–8	cut length (mm) 5, 12, 20, 38, natural, dull, mass-dyed
FIBROSAN – tow, staple or flock	6–7	composite fibre, cut length (mm) 5, 10, 12, 38, 60, 90, 115, 130, 150, sorption of petroleum substances 10kg/kg fibres
PP – staple	10–17	cut length (mm) 60, 75, 90, 105, 115, 130, 150, shrinkage max. 1,5 %, mass-dyed
PP – staple K	9, 11, 15, 17	cut length (mm) 60, 90, 130, 150, shrinkage min. 15 %, dull, mass-dyed
PP – staple PP/PE		thermobonding
MICRO-yarn	<1	flat, twisted

Supplement No. 4

**ASSORTMENT OF PP AND PE FIBROUS MATERIALS
TATRAĽAN, a.s., KEŽMAROK**

Trademark	Linear density (dtex)	Charakteristic
TATRATEX	200–1000	PP, width 3500 mm spunbond
DRÉN	850–1000	PE, three-dimensional fleece, width 1600 mm
TATRADRÉN	1000–1200	PE, two-layer, width 1600 mm
TEXIZOL	150, 600–3500	PE, meltblown,

ROZVOJ POLYOLEFÍNOVÝCH VLÁKNIEN VO SVETE A NA SLOVENSKU

Jambrich, M., Budzák, D.*, Jambrich, P.**, Lučivianský, J.***, Revús, M.****

Fakulta priemyselných technológií TrU Púchov

**Výskumný ústav chemických vláken a. s. Svit*

***Istrochem a. s. Bratislava*

****Chemosvit a. s. Fibrochem Svit*

***** Slovenská spoločnosť priemyselnej chémie Bratislava*

Za obdobie asi 7000 rokov používania textilných vláken boli až do konca 19. storočia používané iba prírodné vlákna – ľan, juta, bavlna, vlna a prírodný hodváb. Koncom 19. a začiatkom 20. storočia sa rodí priemyselná výroba chemických vláken z regenerovaných prírodných polymérov a tesne pred druhou svetovou vojnou sa objavujú prvé priemyselne vyrábané a spracovávané syntetické vlákna v prírode sa nenachádzajúce. Chemické vlákna sú teda legitimným dieľaťom nášho storočia. Ich rozvoj bol tak veľký, že dnes majú cca 58 %-ný podiel na spotrebe chemických vláken vo všetkých oblastiach aplikácie (obliekanie, bytový textil, technické textílie) (1,2,3,4,5). V tomto období sa najviac rozvíjajú polyesterové (PET) a polyolefinové (PO), najmä polypropylénové vlákna (PP) (tab.1). Polyolefinové vlákna sú reprezentované troma typmi na báze polymérov (5,6):

– polypropylén (PP)

– polyetylén (PE)

– polymetylpentén (PMP).

Polypropylénové vlákna z celkovej výroby polyolefinových vláken majú okolo 95 %-ný a polyetylénové cca 5%-ný podiel, polymetylpenténové vlákna majú zanedbateľný podiel (Polymer-Mitsui). Polyetylénové vlákna sú vyrábané vo forme netkaných materiálov (Spunbond, Meltbrown, Tyvek, Dren), technických superpevných vláken pripravovaných z vysokomolekulového PE, tzv. xerogélovým spôsobom (UHMWPE) – vlákna Spectra firmy Allied Signal a Dyneema firmy DSM z PE sú tiež vyrábané vo forme strún-vlascov. Oznámenie objavu prof. Nattom v roku 1954 o príprave polypropylénu stereošpecifickou polymerizačiou pri použití Ziegler-Nattových katalyzátorov prinieslo zvrat i v polymérnej chémii. Tento objav umožňoval pripraviť kryštalizovateľné polyméry i z monomérov s asymetrickou štruktúrou. Tým sme sa čiastočne priblížili

k zákonitostiam tvorby polymérnych vláknotvorných látok v prírode (celulóza v bavlnе, proteíny v prírodnom hodvábe a vlne). I pri tejto príležitosti vzdávame úctu prof. Nattovi a jeho kolektívu za vklad pre polymérnu chémiu i pre rozvoj PP vlákien (12,13,14).

Doterajší rozvoj zabezpečil výrobu širokej škály PP polymérov, umožňujúcej prípravu vlákien uplatňovaných vo všetkých oblastiach textíliej pričom PP vlákna majú dominantné postavenie v netkaných materiáloch (2,3,4,5, 9,10,11,15,16).

Novovybudované výrobne polypropylénu vytvárajú predpoklad, že v roku 2001 budú kapacity výroby polyméru vo svete na úrovni 38,7 mil. t/r. Kapacity výroby PP polyméru v Európe v roku 1998 boli cca 8,9 mil. t/r. Z toho bolo aplikované na PP textílie 1,8 mil. t. V roku 2001 sú vytvárané predpoklady na 10,9 mil. t/r kapacít výroby PP polymérov v Európe (2,3,4,19,21,22).

V ostatných rokoch ďalší rozvoj PP polyméru na báze Ziegler-Nattových (ZN) katalyzátorov je do značnej miery v tieni prípravy polyméru s metallocenovými katalyzátormi (7,8,9). Polyméry pripravené s metallocenovými katalyzátorami (m-iPP) majú užšiu distribúciu molekulových hmotností ($M_w/M_n \approx 2,5$) v porovnaní s ZN-iPP ($M_w/M_n \approx 3-5$), nižší obsah ataktického polyméru (pod 0,5 %), malý podiel prchavých nízkomolekulových frakcií, majú zvyčajne nižšiu teplotu topenia (146–150 °C) a nižšiu elasticitu taveniny polyméru. Tieto vlastnosti m-iPP umožňujú prípravu PP vlákien s vyššimi pevnosťami, prípravu jemných vlákien a vlákien s nižšou zrážavosťou v porovnaní s vláknami pripravenými z polymérov ZN-iPP (tab.3).

Svojimi vlastnosťami vzbudil polypropylén pozornosť hneď v začiatkoch jeho prípravy a bolo zrejmé, že v oblasti spracovania plastických látok nájde veľké uplatnenie. Pri uplatnení polypropylénu vo výrobe chemických vlákien neboli jednotné názory z dôvodov niektorých vlastností čistého PP ako nižšia svetelná a tepelná stabilita, zlá vyfarbitelnosť z roztokov farbív, hydrofóbnosť a pod.. Z týchto dôvodov sa vytvorila k PP vláknam veľká nedôvera a významné svetové vláknarské firmy toto vlákno označovali ako „vlákno chudobných“.

Polypropylénové vlákna patria dnes medzi najmladšiu generáciu veľkokapacitne vyrábaných chemických vlákien. Ich rozvoj bol relatívne rýchly v porovnaní k ostatným typom syntetických vlákien. Už v roku 1958, t.j. po 4 rokoch od zverejnenia objavu prof. Nattom začína výroba PP vlákien v USA a Taliansku. Do roku 1965 bola zavedená výroba v Japonsku, Veľkej Británii, Francúzsku a na Slovensku. V roku 1970 bola výroba PP vlákien 0,34 mil. t, v roku 1980 asi 1,05 mil. t a 2,2 mil. t v roku 1990 (obr. 6). Dnes zaujíma výroba a spotreba PP vlákien druhé miesto (>5 mil. t) za PET vláknami (>16 mil. t).

Prudký rozvoj PP vlákien bol podmienený jednak dostatočným zdrojom základnej suroviny ale i zásluhou ich všeobecných, špecifických a špeciálnych vlastností, aplikovateľnosťou zariadenia vyvíjaného pre syn-

tetické vlákna a tiež cenou základnej suroviny (2,3,4,5,9,11,15–20). Polypropylénové vlákna sa presadili na trhu ako ďalší typ chemického vlákna aj z dôvodov ich špecifických vlastností, predovšetkým:

- najnižšia špecifická hmotnosť (tab. 2)
- najvyšší merný objem a merná plocha (tab. 2)
- vysoká odolnosť v odere za sucha a mokra
- nižšia zádrž vlhkosti (tab. 2)
- vysoká kapilárna vzlínavosť
- najnižší odpór voči prestupu vodných párov v ich textiliách
- vysoká aktivita k nepolárnym organickým zlúčeniam
- vysoká odolnosť voči kyselinám a alkáliám
- odolnosť voči pliesňam, mikroorganizmom a hmyzu
- najnižšia dráždivosť pokožky, hygienicky nezávadné – nealergické
- pri dokonalom spaľovaní vznikajú netoxickej látky (CO_2 a H_2O)
- vyššie tepelno-izolačné vlastnosti ich textilií
- vyššia pohltivosť zvuku
- vysoká elasticita pri nízkych deformáciách
- hebký a teplý ohmat ich textilií
- vysoká fyzikálna aktivita ich povrchu (separačné vlastnosti)
- negatívny elektrostatický náboj.

Hlavný sortiment vyrábaných PP vlákien je vo forme striže, káblika, kábla, textilného a technického hodvábu, fóliových pások, fibrilovaných fóliových vlákien a rún (spunbond, meltblown). Výroba PP vlákien je v širokej škále farebných odtieňov, pevnosť (1,5–9 cN/dtex), jemnosť (0,5–600 dtex) o rôznej priečnej a pozdĺžnej geometrii (obr. 1), s rôznomu nadmolekulovou a makromorfologickou štruktúrou (obr. 2, 3). Základné fyzikálne vlastnosti vlákien sú uvedené v tab. 2. Pohltivosť zvuku je uvedená na obr. 4. Hlavné oblasti aplikácie PP vlákien vo výrobkoch sú uvedené na obr. 5.

Výskum a rozvoj PP vlákien na Slovensku začal r. 1958 vo Výskumnom ústave chemických vlákien a na katedre chemických vlákien CHTF SVŠT za spolupráce s VU textilnými, VUMCH a strojárskymi inštitúciami (VÚ a výrobcami zariadenia). Prvá výroba PP vlákien bola realizovaná v Chemosvite Svit r. 1965 (striž, technický hodváb). V r. 1967 bola spustená výroba PP vlákien v SLZ Hnuštie (nábytkárske typy vlákien). Veľkokapacitná výroba PP striže a základná jednotka PP technického hodvábu a pozdejšie PP káblika boli realizované v r. 1970 v Istrochemie Bratislava. Výroba PE a PP vláknitých materiálov (spunbond) bola realizovaná v r. 1976 a 1977 v Tatralaže Kežmarok. Ďalšia veľkokapacitná výroba PP striže a PP káblika bola realizovaná v r. 1978 a 1981 v Istrochemie Bratislava a PP textilného hodvábu v r. 1980 v Chemosvite Svit. Uvedené výroby boli zavedené na podkladoch vlastného výskumu a vývoja strojného zariadenia s bohatou škálou farebných od-

tieňov, fyzikálno-mechanických vlastností, jemnosti, s rôznou priečnou a pozdĺžnou geometriou (profilované) a modifikované pre rozhodujúce oblasti aplikácie.

V r. 1989 bola výroba PP vlákien a vláknitých materiálov na Slovensku 50 300 t/r. Od roku 1989 došlo k inovácii procesov prípravy vlákien ale aj k ďalšiemu vývoju modifikovaných PP vlákien. V tomto období sú na Slovensku vyrábané PP vlákna typu striž, káblik, hodváb, netkané textilie, pásky a podobné výrobky s rozsiahloou škálou farebných odtieňov, fyzikálno-mechanických vlastností, jemnosti a rôznej priečnej a pozdĺžnej geometrii (profilované) a modifikované pre rôzne oblasti aplikácie. Základné klasické delenie PP strižových vlákien je na typy kobercové (K), vlnárske (V) a bavlnárske (B). Vlákna rozdielnych typov sa líšia nielen svojou jemnosťou ale i nadmolekulovou a morfologickou štruktúrou, resp. niektoré typy i molekulovým zložením polymérneho systému. Štruktúra, resp. vlastnosti sa menia podľa oblasti aplikácie. Hlavnou oblasťou aplikácie PP strižových vlákien je oblasť bytového textilu.

Polypropylénová striž kobercového typu sa používa najmä do:

- všívaných kobercov ako vlasová i ako podkladová časť
- ihlovaných plstí a netkaných podlahových krytín
- netkaných dekoračných látok a obkladov stien
- odvodňovacích plstí a filtračných textilií. Vlnárske typy PP strižových vlákien využívame buď samotné alebo v zmesiach s viskóznou strižou a prírodnými vláknami najmä na:
- ochranné a pracovné odevy do rôznych pracovných prostredí, resp. klimatických podmienok
- pre EKO systémy
- netkané textilie pre hygienické účely a česané prikrývky
- pletené zimné a športové ponožky a ručné a strojné pletacie priadze
- netkané textilie pre oteplovacie vložky, filtráciu plynov a kvapalín, napr. odolejovacie filtre, textilie pre stavebnictvo a dopravu. Bavlnárske typy PP strižových vlákien majú tiež širokú aplikáciu jednak v priazdach zo 100 % PP alebo v zmesiach, najmä s viskózovou strižou a bavlnou. Hlavné aplikácie sú nasledovné:
- tkaniny pre pláste a odevy s ochrannou funkciou proti anorganickým žieravinám ale i obyčajné pracovné odevy
- základné tkaniny pre špeciálne technológie (vpichovanie, všívanie)
- technické tkaniny filtračné, pre poľnohospodárstvo, stavebnictvo, dopravu a podobne
- tkaniny pre prestieradloviny, obvázoviny, obuvnícke stielky do obuvy
- interlokové pleteniny pre spodnú bielizeň a jednolícke pleteniny pre výrobu prestieradiel, športové odevanie a pod.

- vlákna zrážavé pre zmesné rúna na výrobu syntetických koží
- netkané materiály z viackomponentných vlákien pre recirkuláciu plynov alebo kvapalných médií
- pre prípravu EKO materiálov. Veľký podiel aplikácie polypropylénu je vo forme netkaných materiálov pripravených priamo pod hubicou spevnených mechanicky, chemicky a termicky (1,76):
- filtračné materiály, podkladové textilie pre všívané koberce, obaloviny a pre hygienické účely
- hlavné použitie je však vo forme geotextilií pre oblasť:
 - výstavba ciest, diaľnic, lesných a poľnohospodárskych prístupových cest
 - výstavba športových areálov
 - spevňovanie násypov hrádzí, násypov pri riekach, vodných nádrží a kanálov
 - výstavba železnic a tunelov.

Nekonečné PP vlákna vyrábame v širokom sortimente a rozdielnej jemnosti s rozdielnou nadmolekulovou štruktúrou a fyzikálno-mechanickými vlastnosťami a rôznu priečnou geometriou.

Hlavný objem produkcie tvoria priečne a pozdĺžne tvarované kábliky a sú používané v oblasti bytových textilií, najmä do:

- všívaných kobercov so slučkou a vlasom
- nábytkové a poťahové látky, dekoračné textilie, textilné tapety a pod.

Do tejto oblasti zapadajú aj tzv. viaczložkové PP vlákna vo forme kábla, určené pre cigaretové filtre, ktoré majú svoje špecifické vlastnosti a dávajú šancu využiť ich i pre iné oblasti filtrácie plynnych médií. Nekonečné vlákna – textilný hodváb o jemnosti od 30 do 600 dtex hladký i tvarovaný predstavuje relatívne veľkú kapacitu produkcie, ktorá najmä v celosvetovom meradle narastá. Jeho rozhodujúce oblasti aplikácie sú najmä:

- tkaniny pre prešívané prikrývky
- technické tkaniny pre filtráciu, nepremokavé plachtoviny, elastické pásy a popruhy
- osnovy nábytkových tkanín
- prešívacie materiály pre výrobu netkaných textilií
- nábytkové, dekoračné a čaluničke tkaniny
- výplnkové tkaniny
- osnovné pleteniny
- opletané gumeny
- posteľná bielizeň
- stuhy, laná, šnúry, sieťky.

V odevnom priemysle je aplikácia polypropylénových vlákien do bielizne, detského a dámskeho ošatenia, ponožiek, rukavíc, športového a oddychového oblečenia a oblečenia pre náročné pracovné odevy, napr. do chemických prevádzok a laboratórií. Polypyropylénový hodváb tvarovaný a s rozdielnou geometriou umožňuje pripraviť tzv. integrované plošné textilie, ktoré predstavujú vhodný výrobok pre ošatenie z hľadiska fyziológie odievania a hygieny. Za pozor-

nosť stojí neustále rastúci záujem aplikácie špeciálnych typov v oblasti medicíny. Tu sa PP vlákna využívajú v podobe chirurgických nití, obvázových tkanín, tampónov, protéz, membrán pre ultrafiltráciu krvi, obalové materiály pre plienky, dekubitné podložky, sanitárne gázy a chirurgické plášte a pod. Zaujímavé oblasti, pre ktoré sa ďalej vyvíjajú nové sortimenty PP vlákiem cestou inovácie procesov ich prípravy a fyzikálno-chemickou modifikáciou sú:

- modifikované typy vysokozrážavé pre nové typy kobercov, poťahových látok, nábytkových tkanín a prikrývky, paplóny (nealergické) novou kombináciou stereoisomérov
- špeciálne typy pre podlahoviny, obkladačky stien a tapety, prestieradlá a iné
- v oblasti textilných textilií sa vyvíjajú modifikované typy v zmesiach s inými vláknami pre ochranné a pracovné odevy pre náročné oblasti použitia v priemysle, medicíne a biolaboratóriách
- vlákna so zmenenou priečnou a pozdĺžnou geometriou pre zimné a športové odievanie a oteplovacie vložky
- vlákna pre integrované textílie s dobrými transportnými vlastnosťami vlhkosti a dobrými parametrami komfortu odievania (spodné prádlo, detské plienky, športové obleky)
- zmesné vlákna pre nové generácie poromérov
- mikrovlákna pripravované klasickými postupmi, ďalej cez viackomponentné zmesi M/F a postupom melt-blown, ktoré sa využívajú na exkluzívne a športové oblečenie a technické aplikácie
- vlákna pre technické textílie ako sú geotextílie pre výstavbu ciest, diaľnic, spevňovanie násypov, hrádzí, vodných nádrží, zalesňovanie a iné
- modifikované a vysokopevné vlákna do cementových zmesí pre stavebníctvo a zateplňovanie budov
- špeciálne vlákna pre športové areály, laná a obaloviny
- modifikované typy vlákiem pre odvodňovacie plaste, filtračné materiály, pre klimatizačné zariadenia
- vlákna pre riešenie EKO problémov, najmä pre separáciu ropných látok z vodných a plynných prostredí a na ochranu pôdy pred kontamináciou škodlivými substrátmami
- špeciálne vlákna pre dopravu, poľnohospodárstvo, potravinársky a chemický priemysel
- viackomponentné vlákna na báze PP typu M/F polyfibrilárny a multijadrový typ u ktorých sa menia mechanické a chemické vlastnosti a sú vhodné i na prípravu mikrovláiek
- bikomponentné vlákna typu S/S a J/P, najmä heterofilné – termopojivé
- bioaktívne PP vlákna so širokými oblastami aplikácie v textilných, technických a medicínskych výrobkoch. V súčasnosti sa vyrábajú PP vlákna a vláknité materiály na Slovensku v nasledujúcich firmách:
 - Istrochem, a.s. Bratislava (príloha 1)
 - Chemosvit-Fibrochem, a.s. Svit (príloha 2)
 - Výskumný ústav chemických vlákien, a.s. Svit (príloha 3)
 - Tatračan, a.s. Kežmarok (príloha 4)

PP vlákna majú i v ďalšom období dobré predpoklady pre kvantitatívny a kvalitatívny rozvoj. Základná surovina PP polymér predstavuje z hľadiska množstva výroby v tomto období dostatočný zdroj pre prípravu vlákiem (2, 3, 10, 21, 22). Sortimentná skladba PP polymérov je tak široká, že umožňuje prípravu PP vlákiem a vláknitých materiálov uplatňujúcich sa vo všetkých oblastiach textilií využívaných v osobnej a spoločenskej spotrebe (3–9, 11, 19–26). V ostatnom období začína výroba novej generácie PO, najmä PP polymérov na báze metalocenových katalyzátorov, ktoré umožňujú prípravu vlákiem so širokou škálou vlastností s vysokými úžitkovými hodnotami (2–8). Nový katalytický systém dáva predpoklady zámernej prípravy PP stereoisomérov (m-iPP, m-sPP, m-aPP), kopolymérov PP/PE, zmesi polymérov, LLDPE a cyklických l-polyolefinov s vysokými Tg a Tm pre typy vlákiem vysokopevných a znášajúcich vysoké tepelné zaťaženie.

INFLUENCE OF THE MASS IRREGULARITY OF THE LINEAR TEXTILES ON THE PLAIN TEXTILES APPEARANCE

Jirásková P.

TU v Liberci, Department of mechanical technologies, Czech Republic

1. THE IRREGULARITY OF THE LINEAR TEXTILES

Parameters and characteristic functions exist to description and denomination of the mass irregularity of linear textiles and they are usually used in practise.

There are these parameters in practise limit irregular calculation of the additional irregularity that originate during of the production – production and mechanical irregularity. According to index irregularity is formulated dimension of the real length textile irregularity.

Characteristic functions are spectrogram and variance – length curve. Spectrogram records variability of the periodic components of the mass irregularity and spectrogram evaluates and identifies defect in technology. The variance – length curve records variability unperiodical components of irregularity. It is possible to identify imperfect step in the technology.

2. THE IRREGULARITY OF THE PLAIN TEXTILES

2.1. The visual evaluation of textiles

The area of the irregularity of the plain textiles isn't elaborated in detail. The visual evaluation of textile appearance is only method used in practise. Yarn defects – periodic but even

unperiodic show in the final appearance of the textiles this way.

a) Periodic faults can be divided according to wavelength:

- 1 "moiré effect" (that means unsettled appearance of the textiles) – that is made by components, with the short wavelength ($\lambda < 50$ cm);
- 2 faults with middle wavelength ($\lambda = 50$ cm – 5 m) is caused specific condition. They no more occur in the practice;
- 3 barriness (that means strong cross strip) – that is made by components with longer wavelength ($\lambda > 5$ m)

b) The unperiodical defects show like fluttering sloudiness appearance.

This classification is subject method that it isn't based any quantitative parameters.

2.2. The characteristic of the plain irregularity

2.2.1. Variance – area coefficient fabric

The same way like yarn, the effort was about determination of the parameters and characteristic functions for description and the evaluation of the mass irregularity of the plain textiles. It uses similar parameters like in yarn – optical diameter of the yarn can be interpret as transparency of the light, the transparency or using the mass.

According to mass variation G , area F , with test areas f , WEGENER and PEUKER determined variance – area coefficient fabric $CB(F, f)_s$:

$$CB(F, f)_s = \sqrt{\frac{\frac{1}{N-1} \left[\sum_{i=1}^N G_i^2 - \frac{1}{N} \left(\sum_{i=1}^N G_i \right)^2 \right]}{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N G_i}} \quad (1)$$

Where are G_i – mass of the test pattern, N – number of the measure pattern

2.2.2. Ideal area variation

According to presumption about accidental distribution of the thick or the thin places in the yarn WEGENER and HOTH determined of fabric that are produced by ideal process of the ideal area variance.

For area variance coefficient ideal regular warp and weft yarn are accepted:

$$CB^2(F, T)_{i,i} = \frac{1}{\sqrt{F}} \left[\frac{CB^2(L_u, T)_i \cdot z_u \left(\frac{e_u \cdot Nm_o}{e_o \cdot Nm_u} \right)^2 + CB^2(L_o, T)_i \cdot z_o}{\left(z_u \frac{e_u \cdot Nm_o}{e_o \cdot Nm_u} + z_o \right)^2} \right] \quad (2)$$

Where $F = L_e^2$ – area fabric in the form square with length side L , $CB(L_u, T)_i$ – ideal variance length coefficient of the weft, $CB(L_o, T)_i$ – ideal variance length coefficient of the warp, $L_u = e_u \cdot (F)^{0.5}$ – the length of the weft yarn woven – in to area F , $L_o = e_o \cdot (F)^{0.5}$ – the length of the warp yarn woven – in to area F , $e_u = L_u/L_e$ – weft shortening, $e_o = L_o/L_e$ – warp shortening, z_u – number of the weft thread, z_o – number of the warp thread, Nm_u – weft count (metric number), Nm_o – warp count (metric number)

They determined coefficients of outside texture ξ (the weft coefficient), η (the warp coefficient) according to parameters, that independent on area dimension F (count, warp shortening and weft shortening, warp and weft sett).

Coefficient of the structure – weft:

$$\xi = \frac{z_u \cdot \left(\frac{e_u \cdot Nm_o}{e_o \cdot Nm_u} \right)^2}{\left(z_u \cdot \frac{e_u \cdot Nm_o}{e_o \cdot Nm_u} + z_o \right)^2} \quad (3)$$

Coefficient of the structure – warp:

$$\eta = \frac{z_o}{\left(z_u \cdot \frac{e_u \cdot Nm_o}{e_o \cdot Nm_u} + z_o \right)^2} \quad (4)$$

Then we decide the equation (5) from the equation (2):

$$CB^2(F, T)_{i,i} = \frac{1}{\sqrt{F}} [CB^2(L_u, T)_i \cdot \xi + CB^2(L_o, T)_i \cdot \eta] \quad (5)$$

2.2.3. Variance – area curve fabric

We have of the fabric with different construction. We need determine relation between the irregularity of the linear as well as of the plain textiles (the irregularity is made warp and weft threads). WEGENER and PEUKER made construction for variance – area curve determination, where the weft threads provoke the irregularity and the irregularity of the warp threads is imponderable. The same way was made variance – area curve for the contrary case. For the real construction of the fabric is ideal variance – area determined by equation (2).

The variance – area curve for the fabric with weft thread irregularity only:

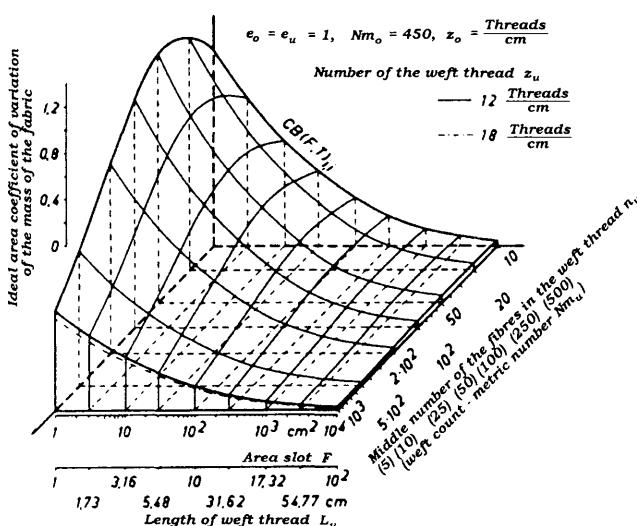


Fig. 1 Ideal area variance curve $CB(F, T)_{i,i}$

$$CB^2(F, T)_{i,i} = \frac{CB^2(L_u, T)_i \cdot \xi}{\sqrt{F}} \quad (6)$$

The variance – area curve for the fabric with warp thread irregularity only:

$$CB^2(F, T)_{i,i} = \frac{CB^2(L_o, T)_i \cdot \eta}{\sqrt{F}} \quad (7)$$

The figure 1 describing ideal area variance curve of the fabric. The fabric was weave from the VI yarns, which had ideal linear variance curve. The fabric was weave with the ideal weaving process.

2.2.4. The variance – area curve of the knitted fabric

When we make relation two – dimensional system for one-dimensional system, we determine variance – area curve of the knitted fabric in condition nought number of the warp threads.

$$CB^2(F, T)_{i,i} = \frac{CB^2(L_m, T)_i}{\sqrt{F} \cdot z_m} \quad (8)$$

Where z_m – number of the courses, which are on 1 cm.

On one course is knitted yarn of the length $L = e_m \cdot (F)^{0.5}$, and e_m – shortening for one course.

2.2.5. The quality of the production of the plain textiles

The parameter corresponds to the dimension of the irregularity (analogously as the irregular index of the linear textiles). Index K compares of the theoretical and of the real area variance of the textiles (according to WEGENER, HOTH):

$$K(L, T)_s = \frac{CB(F, T)_{s,s}}{CB(F, T)_{i,i}} K(L, T) \quad (9)$$

This quality index includes of the textiles production process as well as of the spinning process.

2.2.6. Apparatus for determination of the plain (area) – variance

The method of the cutting and weighing of the square area (shaping plate) was used for determination of the mass.

The mass area can be determined according to radioactive isotope – the method of the middle reflection or the radiography method of the electrons. This method was used for checking of the thick tapes, foil surface coating of the fabrics. Measuring ionisation flow is the mass and proportional the plain mass. This manner measure relatively small areas. The finish mass of the large areas we can determine:

- a) indirectly – by adding the specific of the small areas;
- b) directly – by measuring of the large areas.

For determination of the characteristics (of the light transparency in the fabric) was used the photometric method which correspond to the "optical diameter". This method is used only for the smaller areas and the fabrics that haven't pile or felted surface.

Plain variances the coefficients are dependent:

1. irregularity of the mass
2. irregularity of the diameter
3. irregularity of the twist.

The variance coefficients light transparency of the fabrics is defined ambiguously.

KEISOKI – the apparatus for determination of the irregularity of the area textiles.

Japanese firm developed the instrument, which calculate the parameter D from the components of the mass irregularity with the bigger wavelength. According to this parameter we can determine the relation of the yarn to the barriness.

ZWEIGLE – the apparatus for the measuring of the irregularity of the linear textiles on the optical principle (measure the diameter of the yarn, her volume). According to measured value is practised computer simulation of the fabric appearance.

USTER TESTER IV. – the apparatus for the measuring of the irregularity of the linear textiles on the

capacity principle (it measures quantity passing, her mass). According to the spectrogram of the yarn is practised computer simulation of the future appearance of the plain textile (fabrics as well as knitted fabrics).

Practise application to the above – mentioned of the parameters acquires oneself ill.

The manner of the evaluation to the apparatus KEISOKI isn't expand. This article is summary information and relations. The most use manner of the evaluation of the irregularity of the plain textiles is computer simulation on the base finding (count) parameters of the linear textiles.

The object of this article is summarises knowledge about this problem.

In next work is necessary the numerical or experimental analyses of the relation for calculation of the plain variance.

Using literature

- [1] WEGENER, W., PEUKER, H.: Die Beziehung zwischen der Garnungleichmäßigkeit und dem Warenbild textiler Flächengebilde, Institut für Textiltechnik der Technischen Hochschule Aachen, 1961
- [2] URŠÍNY, P.: Theory of the spinning, VŠST Liberec, 1992
- [3] Technical literature of the firm ZELLWEGER USTER

BESTIMMUNG DER INFOLGE DES NÄHENS AUFTRENDEN MATERIALDEFAORMATIONEN

Trajkovic, C., Cirkovic, N.

Tehnologisch Fkultät in Leskovac, Universität in Nis Bulevar Oslobođenja 124, 16000 Leskovac, Yugoslavia

Die Materialdeformationen im Nahtbereich des Kleidungsstückes, die beim Nähen entstehen, können in Form des Schrumpfens der Naht entlang und bei den zweeilinigen Stichen auch quer auf die Naht auftreten. Deformation der Naht entlang kommt vor wie: Kräuselung der unteren Materialschicht in Bezug auf die obere, Schrumpfung oder Verkürzung der Nahtlänge durch Stichengarn sowie Wellenbildung am Material der Naht entlang. In dieser Arbeit sind die Ergebnisse einer Untersuchung der Kräuselung der unteren Materialschicht in Bezug auf die obere sowie der Schrumpfung oder Verkürzung der Länge einer Naht mit der Bezeichnung 1.01.01. entstanden durch Nähgarn für die Stichtypen 301 und 401 und durch Nahtlinien in Ketten und Schußrichtung dargestellt.

Beim Nähen der Textilmaterialien, d.h. beim durchstechen des Materials durch Nähnadel kommt es sehr oft zu unterschiedlichen Beschädigungen des Materials, die sich durch Unterbrechungen oder teilweise Beschädigungen der Schuß- und Kettenfäden bei den Geweben, des Garns beim Gestrick oder des Nähgarns manifestieren, was meistens eine Folge der unentsprechend ausgewählten Nähparameter ist, d.h. Stichdichte, Art und Längsmasse des Garns, Nummer und Spitzenform der Nähnadel, Garnspannung, Nähgeschwindigkeit u.a. Man sollte natürlich auch die Beschädigungen nicht vergessen, die durch die Nadel (abgenutzt oder beschädigt), Fuss (seines Drucks auf das Material), des Zugmechanismus u.a. verursacht werden.

Die Materialien können auch beim Zusammen nähen der Teile des Kleidungsstückes durch Nähgarn deformiert werden, wodurch eine Kräuselung der Naht entlang (Abb. 1) und bei mehrlinigen Stichen auch quer auf die Naht (Abb. 2) entsteht.

Diese Deformationen, die der Naht entlang vorkommen, manifestieren sich als: Kräuselung der unteren

Schicht in Bezug auf die obere, Schrumpfung – Verkürzung der Länge der Naht durch Stichengarn und Wellenbildung am Material der Naht entlang [1,2].

Die Kräuselung wird in Form von Verkürzung der unteren Materialschicht in Bezug auf die obere ausgedrückt. Die untere Materialschicht, die sich an der Seite des Zahnrechens befindet, verkürzt sich mehr als die obere, die sich an der Seite des das Material aufdrückende Fusses befindet [1,2,3].

Die Verkürzung wird als eine Relativgrösse dargestellt Δ_n (%) und durch die Gleichung bestimmt:

$$\Delta_n = \frac{L_g - L_d}{L_o} \cdot 100 \quad (1)$$

wobei: L_o – Länge der oberen bzw. unteren Gewebe schicht vor dem Nähen (cm), L_g – Länge der oberen Gewebe schicht nach dem Nähen (cm) und L_d – Länge der unteren Gewebe schicht nach dem Nähen (cm).

Die Kräuselung wirkt sich negativ auf die Qualität des Nährzeugnisses aus. Schrumpfen bzw. Krump-

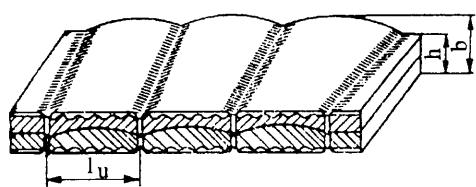


Abb. 1 Kräuselung – Krümmung des Materials der Naht entlang

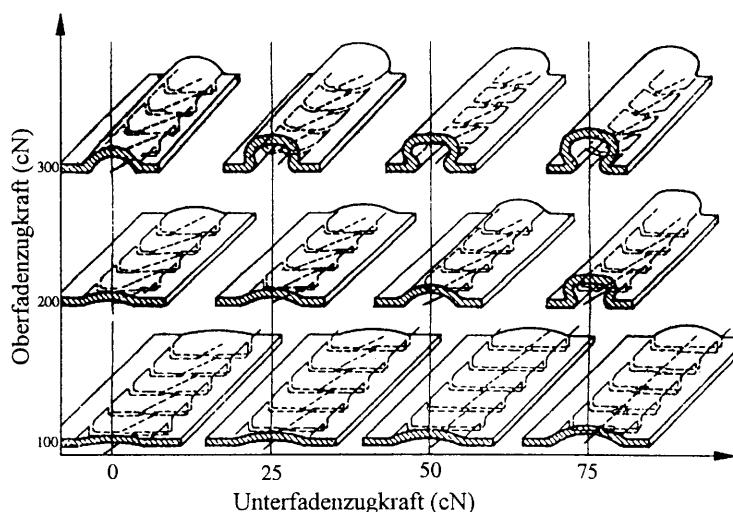


Abb. 2 Schrumpfung des Materials durch – komplexe Zweeilinienstich

fen wird in Form der gemeinsamen (gleichzeitigen) Verkürzung des Materials ausgedrückt, nach dem Durchnähen auf Kosten der Materialdeformation durch Nahtgarn (Abb. 1).

Diese Größe wird auch als relativ dargestellt Δ_c (%) und durch die Gleichung bestimmt:

$$\Delta_c = \frac{L_o - L_g}{L_o} \cdot 100 \quad (2)$$

Wellenbildung wird in Form von Krümmung des Materials der Nahtlinie entlang ausgedrückt (Abb. 1). Solche Krümmungen der Naht entlang sind für Materialien mit gröserer Festigkeit, d.h. mit großem Steifmodul, charakteristisch. Für die Gewebe sind zwei Arten von Wellenbildung charakteristisch:

a) Nahtwellenbildung, wenn sich die Welle über einige Maschen hinüber durchzieht und b) Maschenwellenbildung, wenn sich die Welle auf die Länge einer Masche ausbreitet.

Die Größe der Wellenbildung kann durch Wellenbildungskoeffizient W (%) beurteilt werden, der das Verhältnis der Krümmung und Länge der Stiche darstellt, an der sich die Welle ausbreitet (Abb. 1):

$$W = \frac{f}{l_u \cdot n} \cdot 100 \quad (3)$$

wobei: f – Krümmung in der Naht, $f = b - h$ (mm), b – Abstand von der Kette bis Spitze der Welle (mm), h – Dicke der Gewebeschichten (mm), l_u – Stichlänge (mm) und n – Anzahl von der Welle erfassten Maschen.

Bei der Stichenwellenbildung (für eine Stiche $n = 1$), beträgt der Wellenkoeffizient W (%):

$$W = \frac{f}{l_u} \cdot 100 = \frac{b - h}{l_u} \cdot 100 \quad (4)$$

Weiche Gewebe mit kleinem Steifmodul verkürzen (schrumpfen) sich leicht, so dass der Wellenkoeffizient nicht groß ist. Feste – grobe Gewebe mit großem Steifmodul verkürzen (schrumpfen) sich schwer, dafür kommt aber die Wellenbildung mehr zum Ausdruck (der Wellenkoeffizient ist grösser).

Bei komplexen zweilinigen Stichen bemerkt man außer der schon genannten auch die Querdeformation der Nähste, d.h. Schrumpfen des Materials zwischen den Stichen seitens des Greiferfadens, der zwei parallele Nähste verbindet (Abb. 2).

Diese Größe kann auch als relativ dargestellt werden Δ_{cs} (%), d.h.:

$$\Delta_{cs} = \frac{\check{S}_o - \check{S}_c}{\check{S}_o} \cdot 100 \quad (5)$$

wobei: \check{S}_o – Ausgangs Breite des Teils (mm) und \check{S}_c – Breite des Teiles nach dem Durchnähen (mm).

GRUNDEIGENSCHAFTEN DES NÄHMATERIALS

Zur Untersuchung des Einflusses der Stichdichte und Nähgeschwindigkeit auf die Gewebedeformationen während des Nähens wurde ein Baumwollgewebe verwendet, mit in der Tabelle 1 enthaltenen Grundeigenschaften. Genäht wurde mit mercerisiertem Baumwolleggarn, Handelsbezeichnung 60, dessen Grundeigenschaften in der Tabelle 2 gegeben sind.

Verbinden – Nähen der Gewebemuster wurde durch Stichen der Typen 301 und 401 (lt. ISO 4916) an der Naht mit der Bezeichnung 1.O1.OI (lt. ISO 4915) durchgeführt.

Gewebemustern wurden gemäß der Anweisungen aus der Literatur [4] vorbereitet, so dass der Einfluss der Veränderung der Nähgeschwindigkeit vom Anfang des Nähens bis zum Erreichen der Nominalgeschwindigkeit und beim Stilllegung der Maschine vermieden wurde.

Tabelle 1 Grundeigenschaften des Gewebes

Eigenschaften 1	Maßeinheiten 2	Werte 3
Flächenmaße	g/m ²	130.1
Fadendichte: – in Kette	cm ⁻¹	28
– in Schuß		16.2
Dicke	mm	0.38
Längsmaße des Garns: – für Kette	tex	
– für Schuß		29.5
Reißkraft:	N	
– auf Kette		488
– auf Schuß		267
Reißdehnung:	%	
– auf Kette		6.8
– auf Schuß		12.7
Schrumpfen beim Waschen:	%	
– auf Kette		0.1
– auf Schuß		2.8
Bindun	–	Tuch

Tabelle 2 Grundeigenschaften des Nähgarns

Eigenschaften 1	Maßeinheiten 2	Werte 3
Längsmaße	tex	10.3 x 3
Anzahl der Drehungen beim Zwirnen	m ⁻¹	819
Reißkraft: – absolut	cN	849
– relativ	cN/tex	27.47
Reißdehnun	%	5.2

UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE UND DISKUSSION

Ergebnisse der Untersuchung des Schrumpfens der unteren Materialschicht in Bezug auf die obere Δ_n und Schrumpfen – Verkürzen der Nahtlänge durch Stichengarn Δ_c sind in den Tabelle 3 bis 6

Tabelle 3

Lfd. Nummer	Nähgesch- windigkeit (min ⁻¹)	Stichdichte (cm ⁻¹)	Δ _n (%)	Δ _c (%)
1	2	3	4	5
1	1500	3.51	0.22	0.20
2	"	4.01	0.30	0.60
3	"	5.45	0.40	0.61
4	"	6.62	0.32	0.30
5	"	10.52	0.61	0.20
6	2000	3.51	0.40	0.61
7	"	4.00	0.40	0.41
8	"	5.45	0.60	0.41
9	"	6.53	0.62	0.41
10	"	10.90	0.40	0.20
11	2500	3.47	0.20	0.60
12	"	3.99	0.20	0.60
13	"	5.46	0.20	0.60
14	"	6.99	0.40	0.80
15	"	10.75	0.80	0.20
16	3000	3.57	0.20	0.40
17	"	4.03	0.22	0.41
18	"	5.46	0.42	0.61
19	"	6.60	0.20	0.40
20	"	10.60	0.61	0.40
21	3 500	3.60	0.20	0.60
22	"	4.02	0.20	0.60
23	"	5.43	0.40	0.40
24	"	6.85	0.20	0.40
25	"	10.81	0.40	0.40

Tabelle 5

Lfd. Nummer	Nähgesch- windigkeit (min ⁻¹)	Stichdichte (cm ⁻¹)	Δ _n (%)	Δ _c (%)
1	2	3	4	5
1	1500	3.14	0.20	0.40
2	"	3.33	0.40	0.20
3	"	4.24	0.20	0.20
4	"	5.10	0.10	0.10
5	"	6.73	0.40	0.40
6	2000	3.15	0.20	0.40
7	"	3.33	0.40	0.40
8	"	4.24	0.69	0.20
9	"	5.00	0.40	0.20
10	"	6.02	0.20	0.40
11	2500	3.17	0.20	0.40
12	"	3.33	0.20	0.40
13	"	4.22	0.20	0.40
14	"	5.00	0.20	0.39
15	"	6.06	0.20	0.40
16	3 000	2.97	0.40	0.40
17	"	3.33	0.10	0.20
18	"	4.15	0.41	0.40
19	"	5.00	0.40	0.41
20	"	5.87	0.40	0.40
21	3500	2.97	0.20	0.40
22	"	3.31	0.30	0.40
23	"	4.13	0.40	0.40
24	"	4.97	0.10	0.20
25	"	5.95	0.20	0.60

Tabelle 4

Lfd. Nummer	Nähgesch- windigkeit (min ⁻¹)	Stichdichte (cm ⁻¹)	Δ _n (%)	Δ _c (%)
1	2	3	4	5
26	1500	3.53	0.61	0.82
27	"	4.00	0.50	0.91
28	"	5.46	0.41	1.02
29	"	6.78	0.20	1.02
30	"	10.87	0.41	1.0Z
31	2000	3.53	0.21	1.06
32	"	4.01	0.21	1.05
33	"	5.46	0.40	1.05
34	"	6.83	0.25	1.23
35	"	10.89	0.20	1.23
36	2500	3.43	0.20	1.07
37	"	4.02	0.20	1.07
38	"	5.46	0.21	1.28
39	"	6.80	0.42	1.28
40	"	10.75	0.42	1.27
41	3000	3.39	0.20	1.07
42	"	4.03	0.21	1.22
43	"	5.46	0.20	1.15
44	"	6.80	0.40	1.22
45	"	10.90	0.20	1.31
46	3 500	3.42	0.21	1.28
47	"	4.01	0.31	1.22
48	"	5.47	0.42	1.15
49	"	6.79	0.20	1.22
50	"	10.91	0.10	1.43

Tabelle 6

Lfd. Nummer	Nähgesch- windigkeit (min ⁻¹)	Stichdichte (cm ⁻¹)	Δ _n (%)	Δ _c (%)
1	2	3	4	5
26	1500	3.07	0.20	0.62
27	"	3.52	0.20	0.62
28	"	4.18	0.20	0.62
29	"	5.00	0.40	0.80
30	"	5.88	0.40	0.80
31	2000	3.02	0.41	0.41
32	"	3.51	0.20	0.60
33	"	4.16	0.21	0.62
34	"	4.98	0.20	0.80
35	"	5.95	0.40	0.81
36	2500	3.10	0.20	0.83
37	"	3.44	0.20	0.80
38	"	4.15	0.20	1.03
39	"	5.02	0.21	0.83
40	"	5.98	0.40	0.80
41	3 000	3.04	0.20	0.83
42	"	3.44	0.10	0.80
43	"	4.15	0.20	1.03
44	"	4.95	0.21	1.03
45	"	5.91	0.20	1.00
46	3500	3.07	0.20	0.80
47	"	3.44	0.10	0.83
48	"	4.10	0.10	1.24
49	"	4.95	0.21	1.03
50	"	5.91	0.20	1.00

dargestellt. Es wurde die Nadel Nummer 90 mit normaler Spitze verwendet sowie Naht mit der Bezeichnung 1.01.01., Stich Typ 301 in Richtung Schuß

(Tabelle 3) und in Richtung Kette (Tabelle 4) sowie Stiche Typ 401 in Richtung Schuß (Tabelle 5) und in Richtung Kette (Tabelle 6).

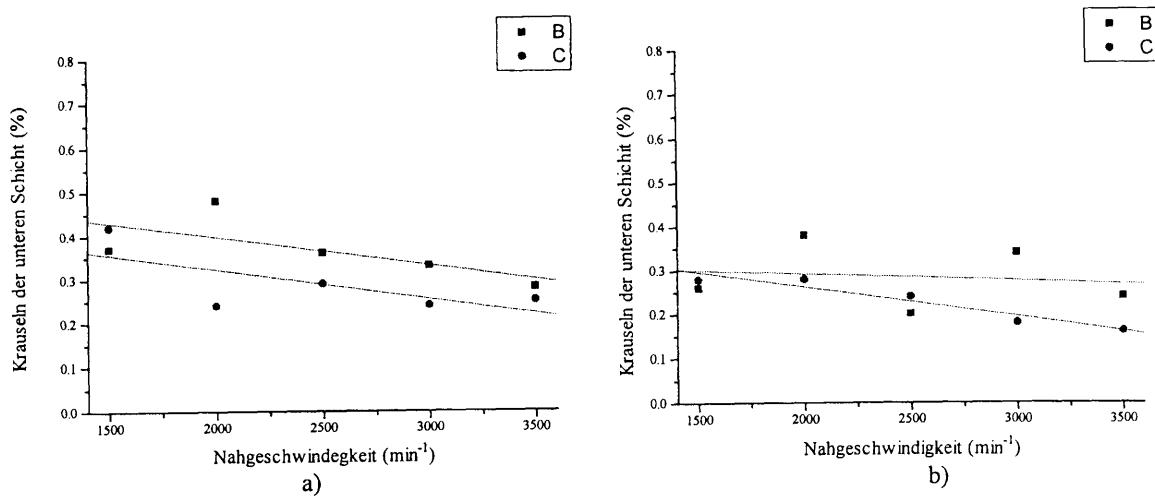


Abb. 3 Grafiken der Veränderung der Kräuselung der unteren Materialschicht (Δ_n) abhängig von der Nähgeschwindigkeit: a) bei den Nahtmustern mit der Stiche Typ 301 und b) bei den Nahtmustern mit der Stiche Typ 401 (B – Nahtlinie ist in der Schußrichtung uhd C – Nahtlinie ist in der Kettenrichtung)

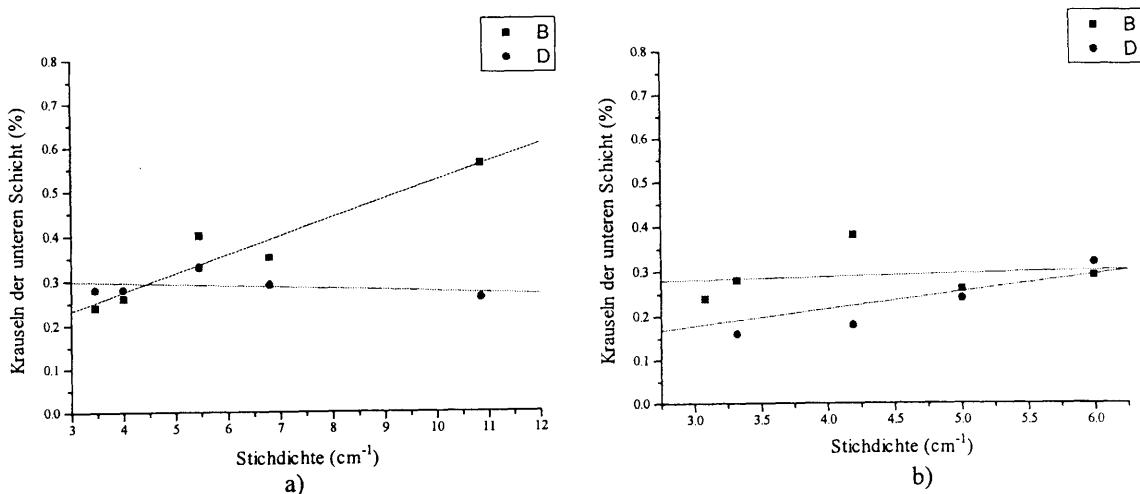


Abb. 4 Grafiken der Veränderung der Kräuselung der unteren Materialschicht (Δ_n) abhängig von der Stichdichte: a) bei den Nahtmustern mit der Stiche Typ 301 und b) bei den Nahtmustern mit der Stiche Typ 401 (B – Nahtlinie ist in der Schußrichtung und D – Nahtlinie ist in der Kettenrichtung)

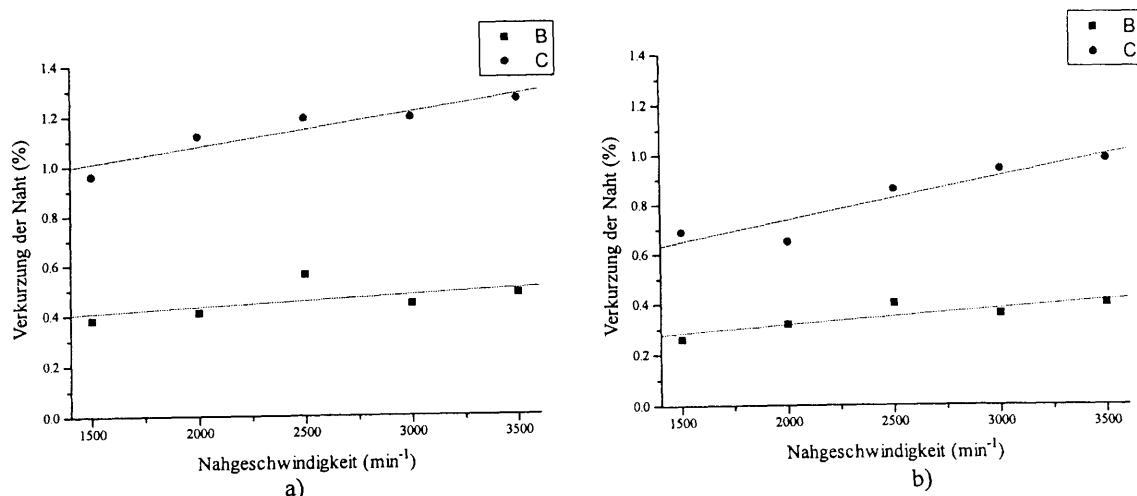


Abb. 5 Grafiken der Veränderung der Nahtverkürzung durch Maschengarn (Δ_c) abhängig von der Nähgeschwindigkeit: a) bei den Nahtmustern mit Stiche Typ 301 und b) bei den Nahtmustern mit Stiche Typ 401 (B – Nahtlinie ist in Richtung Schuß und D – Nahtlinie ist in Richtung Kette)

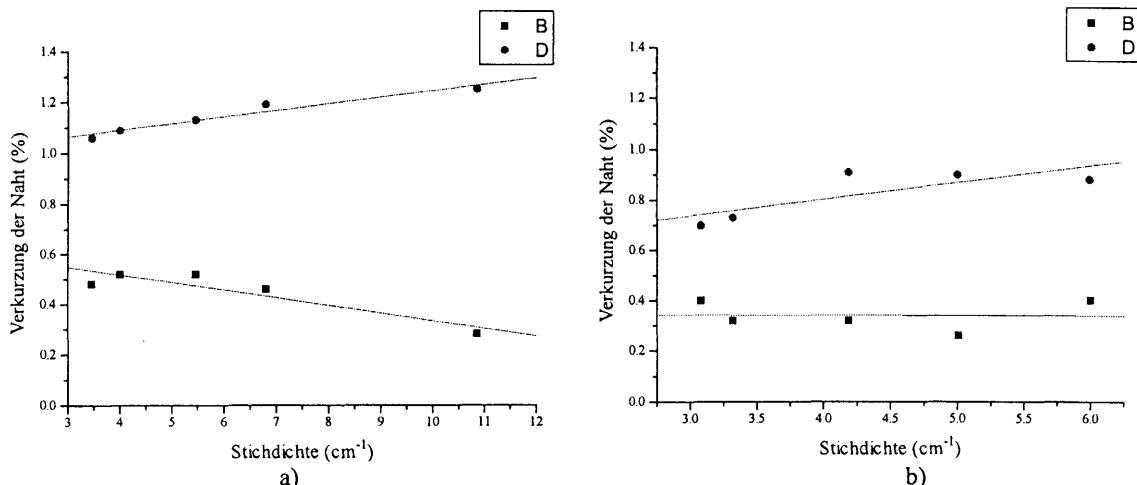


Abb. 6 Grafiken der Veränderung der Nahtverkürzung durch Maschengarn (Δ_c) abhängig von der Stichdichte: a) bei den Nahtmustern mit Stiche Typ 301 und b) bei den Nahtmustern mit Stiche Typ 401 (B – Nahtlinie ist in Richtung Schuß und D – Nahtlinie ist in Richtung Kette)

Kräuseln der unteren Materialschicht in Bezug auf die obere Δ_n zeigt die Tendenz der Verminderung mit der Erhöhung der Nähgeschwindigkeit (Abb. 3). Mit der Erhöhung der Stichdichte nimmt diese Größe bei den Mustern mit Nahtlinie in Richtung Schuß zu, während sie bei den Mustern mit der Nahtlinie in Richtung Kette die Tendenz zur Stagnation zeigt (Abb. 4). Etwas grössere Werte für Δ_n sind bei den Mustern mit der Stiche Typ 301 und Nahtlinie in Richtung Schuß in Vergleich mit den Mustern mit Stiche Typ 401.

Die Größe Δ_c (die Schrumpfung – Verkürzung der Naht durch Nähgarn) nimmt mit der Erhöhung der Geschwindigkeit zu (Abb. 5), und mit der Erhöhung der Stichdichte ab, bei den Mustern mit Nahtlinie in Richtung Schuß und nimmt zu bei den Mustern mit Nahtlinie in Richtung Kette (Abb. 6). Auch bei dieser Größe haben die Mustern mit der Stiche Typ 301 höhere Werte gegenüber Stiche Typ 401.

SCHLUßFOLGERUNG

Kräuseln, Schrumpfen und Wellenbildung am Material beim Nähen sind eine Folge der nicht richtig

ausgewählten Nähparameter oder nicht richtig eingestellten Mechanismen der Nähmaschinen.

Um diese Erscheinungen auszuschließen oder zu minimisieren, ist es nötig:

- Richtige Auswahl der Nähmaschine bezüglich des Nähmaterialssowie, des Nähgarns, der Nähnadel, der Stichdichte, der Nähgeschwindigkeit usw.,
- einwandfreie Einstellung und Wartung der Nähmaschine,
- Gute Ausbildung der Arbeiter und
- permanente Durchführung der Qualitätskontrolle.

LITERATUR

- [1] V. F. Shan'gina: Soedineniya detalei odezhdy, Legkaya industriya – Moskva, 1976
- [2] E. F. Popova, B. A. Zaitsev: Vliyanie natyazheniya nitei na velichinu volnistosti shva, Tekhnologiya legkoi promyshlennosti – Moskva, 12 (1969) 6, 106–111
- [3] I. I. Galynker, I. V. Safronova: Mekhanicheskaya tekhnologiya proizvodstva odezhdy, Legkaya industriya – Moskva, 1977
- [4] C. Trajkovic, N. Cirkovic: Uticaj parametara sivenja na jacinu i deformaciju savova, Glasnik hemicara i tehnologa Republike Srpske, Banja Luka, 39 (1996), 151–156

INFLUENCE OF ULTRASOUND VIBRATIONS VARIOUS FREQUENCIES ON CELLULOSE FIBERS SWELING AND MECHANICAL CHARACTERISTICS

Ignjatovic, V., Novakovic, M., Djordjevic, D.

Faculty of Technology University of Nis, Bulevar oslobođenja 124, 16000 Leskovac
E-mail: vesnateh@yahoo.com, Serbia-Yugoslavia

Ultrasound vibrations cause compression and refraction in water medium, i. e. high and low pressure areas, respectively. The refraction itself creates bubbles that spread, and finally, during compression, undergo to disintegration, making shock-waves. This phenomenon of creation and disintegration of bubbles (known as cavitation) is generally responsible for most of the ultrasonic physical and chemical effects observed in solid-liquid and liquid- liquid systems. Thus ultrasonic energy has been applied in textile industry, as well, for the most part in soaking processes, and textile washing, cleaning and dyeing.

Ultrasound application in textile processes compiles heterogeneous systems in processing bath, with textile substrates inside. However, mechanisms of ultrasound action on the substrates, active substances and all fibers related phenomena inside the bath are not clear yet. This paper deals with investigation of ultrasound action on textile substrates (bubbling and mechanical characteristics of cellulose classical and micro fibers as well as cotton fibers). The fibers were treated in water, at 25 °C, with and without ultrasound vibrations ($v = 40$ kHz), during periods of 90 and 180 minutes, respectively. It appears that ultrasound vibrations contribute to increased fibers swelling compared to the controlled fibers (not treated by ultrasound). After drying, the fibers diameter retained the same size, and mechanical characteristics were not deteriorated.

1. THEORETICAL PART

1.1 Introduction

At the end of millennium ecology has become one of the enterprising crucial issues. Textile industry, especially a final textile processing touches some very much ecological problems. That is why a research to find or invent new technological processes with less ecological implications has never stopped.

Compared to chemicals being employed in textile refinement processes, use of ultrasound seems to be much more acceptable from ecological point of view. Some previous reports already anticipated use of ultrasound in textile industry, primarily in : washing and drying processes, preparative processes of some wet finishing, textile fibers dyeing etc. That is why it was necessary to explore some damaging ultrasound effects on textile fibers properties.

This paper is a part of research done for the requirements of project titled "Modern Approaches in New Dyeing Procedure Development for Optimal Pollution of the Environment", and financed by Science and Technology Ministry of Serbia.

1.2 Ultrasound

Man's ear can detect sound waves with lower limit of 16–20 Hz, and the upper limit of 16 000–20 000 Hz, depending on the recipients individual characteristics and age.

A sound with frequencies below 16 Hz (the lower

limit of man's hearing) has been called infrasound. A sound with frequencies belonging to 20 000– 10^{10} Hz range ("the over-hearing range") has been called ultrasound. A sound with frequencies over 10^{10} Hz is being called hypersound.

Depending on the wavelengths and frequencies, ultrasound expresses some specifies in its irradiation, spreading and reception, and so in its application. From this reasons, it is convenient to divide ultrasound frequencies range in three major areas: low-frequency ultrasound (20 000–100 000 Hz), high-frequency ultrasound (10^5 – 10^6 Hz), and diagnostic ultrasound (10^6 – 10^{10} Hz).

Ultrasound waves obey to the same spreading laws as the other acoustic waves from all frequencies ranges. They are obedient to general wave equation, applicable to all frequencies. Then, similarly to electromagnetic waves, ultrasound waves obey to general reflexion and refraction laws at various media borders, to diffraction in the presence of obstacles and heterogeneity's inside the medium, to absorption (i.e. weakening) during spreading (because of sound's energy transformation in other, most often heat form), to interference (i. e. simultaneous action of many sound waves inside the same medium), to formation of standing waves, to focusing by using acoustic lenses etc. However, contrary to electromagnetic waves, ultrasound waves spreading take place in the mediums with elastic characteristics only. That is why the ultrasound waves are so clearly distinguished from light and other forms

of electromagnetic waves that freely spread in universe. During the ultrasound spreading the elastic medium particles oscillate and transfer energy across the medium towards the waves spreading direction. The oscillations intensity is proportional to the applied force and its duration. During this process, an energy transfer among the particles take place, and not the particles shifting.

Depending on the external applying force on an elastic material, one may distinguish two kinds of waves:

- Longitudinal waves, with particles oscillating in direction parallel to the waves spreading direction, appearing in the mediums in all three aggregate states;
- Transversal waves, with particles with particles oscillating in direction vertical to the waves spreading direction, appearing in solids only [1,2].

1.3 Ultrasound application

Ultrasound has been broadly applied in many areas, like: mechanical treatment, welding, metals crystallization, metallization, soldering, plastic deformations, thermal stabilization, cleaning, aerosols coagulation, emulsions, dispersions, scattering, electrochemical processes, materials refinement, medical therapy and surgery, investigations of constructions stability. Also, it has been applied in microscopy and visualization, defectoscopy, medical diagnostics, materials testing without damaging, hydrolocation, fluids level, volume and flow control, in navigation and signalization, materials structures analysis, in acoustic communications, in environment protection. Few multidisciplinary areas emerged as a result of the application: acoustic electronics, acoustical optics, and sonochemistry [3, 4].

One of the most important sonochemical effects is cavitation. Ultrasound vibrations cause compression and refraction in water medium, i. e. high and low pressure areas, respectively. The refraction itself creates bubbles that spread, and finally, during

compression, undergo to disintegration, making shock-waves. This phenomenon of creation and disintegration of bubbles (known as cavitation) is generally responsible for most of the ultrasonic physical and chemical effects observed in solid-liquid and liquid- liquid systems. Thus ultrasonic energy has been applied in textile industry, as well, for the most part in soaking processes, and textile washing [5], bleaching [6–8] and dyeing [9–22].

Ultrasound application in textile processes compiles heterogeneous systems in processing bath with textile substrates inside. However, mechanisms of ultrasound action on the substrates, active substances and all fibers related phenomena inside the bath are not clear yet. This paper deals with investigation of ultrasound action on textile substrates (bubbling and mechanical characteristics of cellulose classical and micro fibers as well as cotton fibers).

2. EXPERIMENTAL PART

2.1 Ultrasound influence on cellulose fibers swelling

Ultrasound influence on cellulose fibers swelling at 25 °C has been studied in order to better understand ultrasound effects on wet textile processes. The investigations were done on the next textile fibers: Russian cotton ST I 33/34 (100 fibers), ZW classical type fiber, and ZW microfibers (50 fibers each).

The fibers were exposed to ultrasound action in distilled water for few time intervals. The fibers di-

Table 1 The increase of the fibers diameters (%)

	H ₂ O				H ₂ O + ultrasound (40 kHz)		
	60 min	90 min	180 min	24 h	60 min	90 min	180 min
Cotton	5–8	7–12	12–29	20–26	9–13	11–22	25.7–30
ZW classical	6.4	7.3	9.7	12	7.9	11.4	17.6
ZW mikro	8.16	17.6	22.9	23	17.3	26.7	28

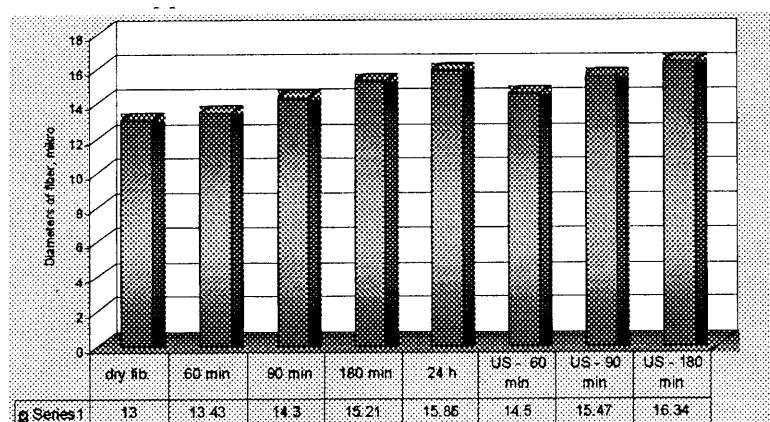


Fig.1 The cotton fibers diameters changes, depending on the time of ultrasound treatment in distilled water.

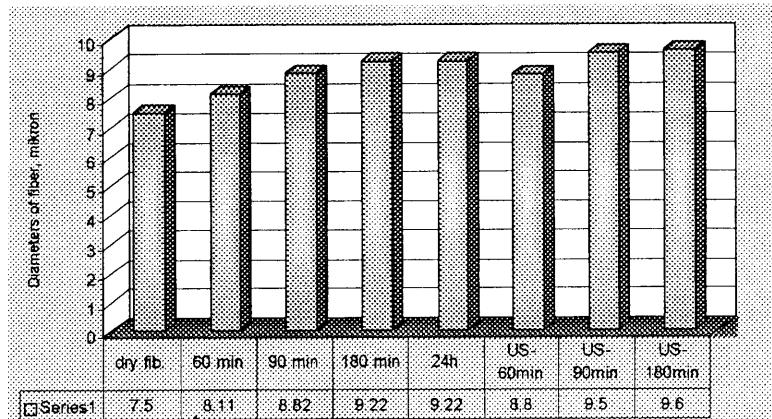


Fig.2 The cellulose microfibers diameters changes, depending on the time of ultrasound treatment in distilled water.

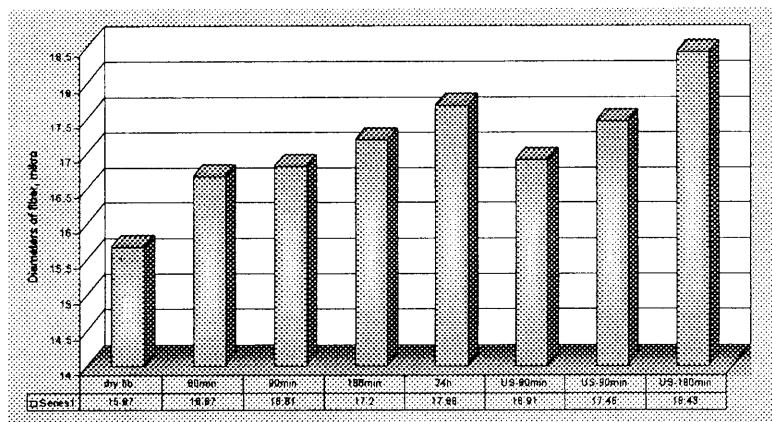


Fig.3 The diameters changes at classical type cellulose fibers, depending on the time of ultrasound treatment in distilled water.

Table 2 The fibers mechanical characteristics, depending on the way of treatment.

	Russian cotton		ZW classical	
	cN/tex	I (%)	cN/tex	I (%)
	SD	SD	SD	SD
0 min	27.32	7.2	16.34	18.79
	1.06	0.2	1.94	2.12
	3.94	9.0	0.27	0.3
H_2O – 90 min without US	28.22	7.5	17.84	15.84
	1.17	0.3	2.81	3.09
	4.23	3.5	0.4	0.44
H_2O – 180 min without US	27.97	7.6	17.24	17.94
	1.52	0.2	1.56	2.63
	5.54	3.0	0.22	0.37
40 kHz – 90 min	26.76	7.3	16.4	15.7
	1.39	0.3	2.46	4.04
	5.29	4.2	0.35	0.57
40 kHz – 180 min	26.81	7.7	16.89	19.84
	1.64	0.4	1.34	2.6
	6.23	4.6	0.19	0.37
200 kHz – 90 min	25.54	7.6	–	–
	0.95	0.2	–	–
	3.81	2.0	–	–
600 kHz – 90 min	26.2	7.3	–	–
	1.95	0.3	–	–
	7.64	4.0	–	–

ameters changes were detected by using microscopy. The experiments were done in ultrasound bath Sonic (SONIC-YU), with frequency of 40 kHz and power of 150 W.

The histograms as well as the Table 1 points out the cavitation effect as the major force behind the increased fibers swelling. The ultrasound induced 90 minutes swelling is equal to 24 hours swelling without ultrasound. This is very important for wet textile processes, primarily for washing, bleaching and dyeing.

2.2 Ultrasound effects on the fibres mechanical characteristics

Cotton and cellulose fibres were treated in distilled water for 90 and 180 minutes respectively, without and with 40 kHz ultrasound treatment. The 200 and 600 kHz ultrasound duration was 90 minutes.

The cotton fibres mechanical characteristics were investigated on USTER HVI 900 apparatus (ZELWEGER), while those of cellulose fibers on VIBRODIN (LENZING). The statistically handled results were shown at Tab. 2.

The cotton fibers exposed to ultrasound express a weakening of the strength, and insignificant elongation. The maximal strength weakening is 6.5%, found for 90 minutes of treatment with 200 kHz ultrasound. No such changes were found at the cellulose fibres. One could say that ultrasound does not have a significant influence on the mechanical characteristics, i. e. does not damage them. That offers a lot of potential possibilities to ultrasound application in textile industry.

3 CONCLUSION

Cavitation caused by ultrasound contributes significantly to textile fibres swelling. On the other hand, it does not damage them in dried state.

REFERENCES

1. Branislav Sladojević, "Research of materials by ultrasound", Beograd (1997)
2. Momilo S. Kocić, "Physics", Faculty of Technology, Leskovac (1996)
3. Ley, Steven and Low, Caroline, M.R., "Ultrasound in Sintesis", published by Springer-Verlag; Berlin Heidelberg (1989)
4. A. Henglein, U1 trasonics, Vol . 25 January, 6-16 (1987)
5. K.A.Thakore, C.B.Smith and T.G.Clapp, Amer.Dyestuff Rep., (Oct 1990) 30
6. Safonov, V.V., Tekstil. Prom. ; (Moscow) No.1; 60 (1989)
7. Drozdov,V.G.et.al.; Tekh. Tekstil.Promst.No-5 (113) ; 29 (1976)
8. Pop, M. and Nagy, G. , Industria Usoara, 33 (10) 455 (1982)
9. Sokolov,A. I. and Tumansky, S. S. , Zhur. Prik. Khimi. ; 14, 843 (1941)
10. Brauer, M. , Melland Textilber; 32 (9) , 707 (1951)
11. Rath, H. and Merk, H. , Melland Textilber. ; 34 (3) , 211 (1952) ; (4) 311 (1952)
12. Alexander, P. and Meek, G.A. , Melland Textilber. 34 (1) 57 (1953); (2) 133 (1953)
13. Fredman, V.M. , Tekstil. Prom. 16 (12) 34 (1956); 14. Simonovich, G. S., Tekstil.Prom.; 22 (6), 70 (1962); 15. Kubilius, Y. Y. , Tekstil. Prom. 22 (6), 69 (1962)
16. Chuz, E. I., and Demoroslov, S. P., Tekstil. Prom. 22 (2) 54 (1962)
17. C.B.Smith, G.McIntosh and S.Shanping, Amer.Dyestuff Rep., 77 (10) (1988) 15
18. M. K. Novaković, V. Ignjatović, 1 st International Conference of the Societies of the South-East European Countries, book of abstracts Vo1.I P0306, june 1–4 Halkidiki (1998)
19. V. Ignjatovic, M.Novakovic, M.Miljkovic, "The effects of ultrasonic waves on dye penetration with cellulose fabrics dyed by vinylsulphonic dyes", 137th Meeting Acoustical Society of America, 2nd convention of the EAA: Forum Acusticum, 15–19. Mart (1999) Berlin
20. M.Novakovic, V. Ignjatovic, M.Miljkovic, "The effects of ultrasonic energy on reactive dye absorption in the presence of reduced quantities of salt", 137th Meeting Acoustical Society of America, 2nd convention of the EAA: Forum Acusticum, 15–19. Mart (1999) Berlin
21. Shimizu Yoshio, Yamamoto, R. and Shimizu, H. Tex. Res. J. 59 (11), (1989) 684
22. W. Y. Wan Ahmad and Michael Lomas, JSDC, Vol. 112 , september (1996) 245–248

VÝVOJ POLYPROPYLÉNOVÝCH VLÁKNIEN FARBITELNÝCH VYŤAHOVACÍM POSTUPOM A POTLAČOU.

Marcinčin, A., Brejka, O.*, Budzák, D.* Hricová, M.

Katedra vlákien a textilu CHTF STU, Radlinského 9, 812 37 Bratislava.

*Výskumný ústav chemických vlákien, 059 21 Svit.

1. VÝVOJ POLYPROPYLÉNOVÝH VLÁKNIEN

1.1. Vývoj vo svete

Strižové polypropylénové (PP) vlákna a BCF vlákna určené pre podlahoviny predstavujú podstatný podiel v súčasnosti vyrábaných PP vlákn. Dlhoročne tento podiel reprezentuje približne tretinu systematicky sa zvyšujúcej produkcie PP vlákn, ktorá v porovnaní s rokom 1990 stúpla viac ako 50 %.

V súčasnosti PP vlákna predstavujú asi 35 % výroby syntetických vlákn vo svete. Spolu s polyetyléntereftalátovými (PET) vláknami majú najvyšší index rastu za posledné desaťročie, a kým výroba PET vlákn predstavuje vyše 55 % podiel na celkovej výrobe chemických vlákn, PP vlákna objemom výroby v posledných rokoch predstihli výrobu celulózových, polyakrylonitrilových i polyamidových vlákn ako ukazuje Tab. 1 [1–4].

Polypropylénové vlákna nachádzajú dobre uplatnenie najmä v bytovom textile a v poslednom období sa ujali tiež v automobilovom priemysle. Malú časť z ich produkcie predstavujú nekonečné vlákna, multifilamenty s aplikáciou pre odevné pletené i tkané textílie. Veľká časť polypropylénových vlákn má uplatnenie ako technické vlákna. Ich súčasný rozvoj podporuje najmä nízka cena, technické a ekologické faktory. K technickým faktorom patria niektoré prednosti vo výrobe a vo vlastnostiach [5]:

- univerzálnosť PP vlákn pre technické i textilné aplikácie
- výrobné postupy s využitím technologických zariadení pre zvlátkovanie z taveniny, spoločne vhodné tiež pre PET a polyamidové (PA) vlákna
- variabilnosť v technológii vlákn a široký sortiment
- textilné, technické, BCF, netkané textílie (spunbond a melt blown technologic), vlákna z fólií a pásky
- spracovanie polyméru PP v širokom rozsahu molekulovej hmotnosti MFI od 6 g/10 min do 600 až 1000 g/10 min

- recyklovateľnosť polyméru a nízka chemická reaktivita
- možnosť modifikácie vlákn nízkomolekulovými i polymérnymi aditívmi
- vyriešená tepelná i svetelná stabilita
- vysoká úroveň procesu farbenia v hmote pigmentmi
- riadená reológia pri výrobe vlákn
- perspektíva vývoja nových typov s novou generáciou katalyzátorov pre syntézu – vývoj vlákn z metalocénových PP vlákn (mPP)
- nízka cena v porovnaní s inými vláknotvornými polymérmi

Nové impulzy pre rozšírenie sortimentu vlákn a pre prípravu PP vlákn so zlepšenými vlastnosťami poskytujú nové katalytické systémy pri syntéze, ktoré umožňujú pripraviť PP s regulovanou molekulovou hmotnosťou, štruktúrou tzv. metalocénové polyméry m-iPP [6].

Polypropylénové vlákna majú aj niektoré nedostatky, ktoré bránia niektorým ďalším aplikáciám a ktoré prinajmenšom brzdia ich ďalší rozvoj. Sú to najmä:

- relatívna nízka teplota topenia
- nižšia elasticita a zotavovacie vlastnosti v porovnaní s PET a PA vláknami
- nevyriešená otázka ich farbitelnosti vyťahovacím postupom a potlačou

Posledné dva body sú z hľadiska aplikácie PP vlákn veľmi významné a posledný z nich sa priamo dotýka nových postupov farbenia a predstavuje aj zameranie tejto práce.

1.2. Vývoj na Slovensku

Pokles výroby chemických vlákn v deväťdesiatych rokoch na Slovensku bol výsledkom spoločenskej a hospodárskej krízy v krajinách RVHP, ktorá viedla k rozpadu „plánovaného hospodárstva“ a rozpadu trhu v strednej a východnej Európe.

Table 1 Svetová produkcia syntetických vlákn (1000 t)

Vlákna / roky	1970	1975	1980	1990	1995	1998
Polyamidové vlákna	1903	2469	3151	3742	3911	3 390
Polyesterové vlákna	1645	3374	5127	8687	11 958	16 050
Polyakrylové vlákna	1003	1398	2060	2320	2420	2 510
Polypropylénové vlákna	370	730	1110	2640	4816	3 178
Svetová produkcia celkom	4921	7971	11 586	16 552	22 105	27 820

Table 2 Rozvoj výroby chemických vlákien na Slovensku v kt.

Druh vlákna	Rok výroby				
	1989	1991	1993	1995	1998
Celulózové	8,3	6,3	6,6	7,4	3,8
Polyesterové	17,6	14,1	14,7	16,5	12,0
Polyamidové	57,4	45,1	32,5	38,0	35,0
Polypropylénové	50,3	23,2	13,4	14,4	12,7
Celková produkcia	133,7	88,7	67,2	76,3	64,1

Kým výroba celulózových a polyesterových vlákien v r. 1995 zostala na úrovni r. 1989 a produkcia polyamidových vlákien klesla z 57,5 tis. ton na 38,0 tis. ton (-34%), k najväčšiemu poklesu došlo vo výrobe PP vlákien. Tento pokles z 50,4 tis. ton na 14,5 tis. ton (-71%) bol výsledkom najmä rozpadu východného trhu a nízkej konkurencieschopnosti vyrábaného sortimentu vlákien. Vážnym ekonomickým problémom bola tiež nízka akumulácia zdrojov aj pre jednoduché pokračovanie výroby. Prehľad výroby PP vlákien na Slovensku za posledné desaťročie je vidieť v tabuľke 2 [7, 8].

Polypropylénové vlákna v súčasnom období majú v európskom priestore prioritu v mnohých textilných i technických aplikáciách. Vzhľadom na tradíciu ich výroby a dobré personálne zázemie na Slovensku je až nepochopiteľná ich nízka produkcia v súčasnom období, keď v okolitých štátach došlo k významnému nárastu ich výroby, napr. v Českej republike, Rakúsku atď.

Je možné reálne predpokladať, že veľký podiel polypropylénových vlákien určených pre bytový textil najmä strižových a BCF vlákien, by bolo možné uplatniť aj najmä v technológii potlače (koberce, dekorované materiály), kde v súčasnosti dominuje farbenie v hmote i na Slovensku [7].

Jednou z podmienok zvýšenia konkurencieschopnosti polypropylénových vlákien v týchto oblastiach spotreby je inovácia sortimentu a zlepšenie niektorých vlastností ako napr. elastických vlastností a vyfarbiteľnosti z kúpeľa resp. potlačou.

2. SÚČASNÝ STAV FARBENIA POLYPROPYLÉNOVÝCH VLÁKNIEN

Vzhľadom k hydrofóbному reťazcu makromolekuly PP bez aktívnych funkčných skupín majú polypropylénové vlákna veľmi malú až zanedbateľnú afinitu k chemickým reaktantom, čo platí tiež o farbivách. Preto tieto vlákna nie je možné vyfarbiť klasickým postupom ako iné chemické vlákna – polyesterové, polyamidové, polyakrylonitrilové, celulózové atď. Prakticky celá súčasná produkcia farbených PP vlákien sa vyrába postupom farbenia v hmote t.j. pigmentáciou taveniny polypropylénu pred zvláknením, ktorá spočíva v dispergácii anorganických či organických pigmentov prípadne aj rozpustných farbív

v polyméri v priebehu extrúzie a zvlákňovania. Ten-to postup je relatívne jednoduchý, ekonomicky výhodný a farbené vlákna majú v závislosti od použitých pigmentov dobré až výborné stálosť vyfarbenia na svetle, v praní, v otore [9, 10].

K nevýhodám farbenia v hmote patrí najmä malá flexibilita v zmene farebného odtieňa v priebehu zvlákňovania a tým aj nízka kreativita v dizajne textilných materiálov, ako aj veľký objem odpadu pri prechodoch farebného odtieňa. Ďalšou nevýhodou je adaptácia technologických zariadení a investície na ďalšie zariadenia ako sú hmotnostné dávkovače, bočné extrúdery, homogenizéry a iné.

Nemožnosť použitia klasického postupu pri farbení PP vlákien sa prejavuje najmä pri moderných technológiách ako je potlač. Polyesterové a polyamidové vlákna, ktoré je možné farbiť alebo potláčať v malých položkách, našli široké uplatnenie v odevníctve a bytovom textile. Podobná situácia je aj v produkcií kobercov. Na európskom trhu je stále vysoká požiadavka na flexibilitu, na výrobu v menších objemoch, na rýchle dodávky, na vyšší počet farebných odtieňov a kreativnosť dizajnu textilných výrobkov. Z toho vyplýva stála požiadavka vyfarbitelnosti z kúpeľa a potlače aj pre PP vlákna [10, 19].

2.1. Doterajší vývoj PP vlákien vyfarbitelných klasickým postupom

Farbenie PP vlákien klasickým postupom, napr. disperznými farbivami, dáva veľmi nízku výtažnosť farbiva a veľmi nízke stálosť v praní. V posledných 30 rokoch sa zaznamenali dve obdobia so zvýšenou intenzitou výskumných prác v oblasti klasického farbenia PP vlákien. Bolo to obdobie 1970–1980, kedy boli vyvinuté niektoré technológie farbenia do vysokého stupňa realizácie na báze nízkomolekulových aditív, avšak len niektoré z nich sa používali v priemysle a to len vo veľmi obmedzenom rozsahu. Druhé obdobie predstavujú deväťdesiate roky, kedy na základe predchádzajúcich výsledkov boli vyvinané PP vlákna modifikované najmä polymérnymi aditívami. Medzi technologicky i technicky zaujímavé riešenia patrili nasledovné postupy:

1. Vývoj nových typov farbív pre nemodifikované PP vlákna. Boli pripravené farbivá, najmä antrachinónové typy disperzných farbív s molekulou s dlhým uhlôvodíkovým reťazcom [11]. Týmto spôsobom sa významne zvýšila sorpcia z kúpeľa a farebná sila vlákien. Tento postup však vyžadoval farbivá cenovo náročné, a v dôsledku toho ako aj nižších stálosť vyfarbenia, najmä v praní sa priemyselne neujal.

2. Zavedenie funkčných skupín do polymérneho reťazca najmä hydroxylových, halogénových, karboxylových, esterových, nitrilových, amidových a iných chemickou cestou. Sľubné výsledky sa získali najmä pri očkovanej kopolymerizácii PP vlákien vinylo-

vými monomérmi ako akrylovou kyselinou, akrylonitrilom, styrénom, vinylpiridínom a vinylacetátom [10, 11]. Oxidácia, chlorácia, resp. ďalšie drastické úpravy povrchu vlákien sa neujali pre technologickú náročnosť a nerovnomernosť modifikácie. Podobné problémy aj keď v menšej miere sa ukázali pri očkovani PP vlákien polárnymi monomérmi. Okrem toho stálosti vyfarbenia týchto vlákien boli nízke najmä v otre. Kopolymerizácia s cieľom zaviesť kyslé funkčné skupiny do reťazca PP očkovanom polymerizáciou nebola úspešná, podobne ako syntéza kopolyméru priamo pri príprave polyméru.

3. Fyzikálna modifikácia polyméru PP pred zvláknením nízkomolekulovými alebo polymérnymi aditívami s vhodnými funkčnými skupinami. Táto modifikácia bola orientovaná najmä na aditíva so zásaditými aminoskupinami, prípadne terciárnym dusíkom, pre farbenie lacnými kyslými alebo kationovými farbivami, ktoré sa používajú na farbenie vlny a polyamidových vlákien. Sortiment týchto farbív je veľmi široký a ukazovali sa tu dobre predpoklady pre tento typ modifikácie. Z často používaných a úspešných aditív to boli najmä: kopolyméry etylénu s alkylaminoakrylátkami, vinylpiridín, N-vinylkarbazol a akrylamid, ďalej akrylátové kopolyméry, kopolyamidy s derivátmi piperazínu, polyamínotriazoly, polymočoviny a styrén–aminové živice. Do polypropylénu sa pridávali pred zvláknením v množstve do 10% hmot. [13–16].

4. Fyzikálna modifikácia organokovovými zlúčeniami hliníka, medi, zinku, ale najmä niklu vo forme soli organických kyselín, alkoholátov, fenolátov, amínov a triazolov. Táto modifikácia vyžadovala vývoj špeciálnych farbív s možnosťou tvorby chelátových komplexov Ni a aditíva [10]. Ani táto relativne úspešná modifikácia nenašla širšie priemyselné využitie. Hlavné dôvody spočívali v obmedzenom množstve relatívne drahých farieb schopných tvoriť komplexy s Ni. Všetky farby mali odtieň do zelena. Postup sa vyznačoval obtiaženosťou dosiahnutia sýtych odtieňov a nižšou reprodukateľnosťou vyfarbenia. Negatívne boli tiež ekologické dôsledky pri vyššom obsahu Ni v polyméri. PP vlákna modifikované Ni zlúčeninami sa využívali najmä pri úsekovom farbení, kde reprodukateľnosť a egálnosť vyfarbenia nie je tak významným faktorom.

5. Fyzikálna modifikácia PP vlákien polymérnymi aditívami s cieľom vyfarbenia vlákien disperznými farbivami, používanými na farbenie polyesterových vlákien. Ukázalo sa, že PP vlákna modifikované polymérnymi aditívami na báze polyamidov [14] a polyesterov [17–19] do koncentrácie 8–12 % hmot. je možné vyfarbiť aj na sýte odtiene disperznými farbivami [16–19]. Boli vyvinuté polyesterové aditíva s dobrou kompatibilitou s polymérnou matricou použitím vhodných kompatibilizátorov [18–19]. Na dobrej úrovni sa ukazuje riešenie modifikácie PP vlákien

modifikátormi vyvinutými v laboratóriach Centexbel v Belgicku. Tento modifikátor pod názvom Chromatex zaviedla do výroby fy Atochem. Môže byť pridaný do PP ako koncentrát pred zvláknením do obsahu okolo 8% hmot. Aditívum poskytuje sýte vyfarbenie vlákien disperznými farbivami s dobrými stálosťami na svetle v otere a v praní [19].

2. 2. Vláknotvorné zmesi polypropylén – polyamid

Modifikácia PP polyamidom 6 (PA6) v závislosti od koncentrácie dispergovanej fázy zlepšuje niektoré vlastnosti polypropylénových vlákien ako napr. zvyšuje sorpciu vodných párov a znížuje tvorbu elektrostatického náboja už pri koncentráciách do 7% hmot. [20, 21]. Pri vyššej koncentrácií (do 30% hmot.) sa zlepšujú hlavne elasticke vlastnosti PP vlákien a vyfarbitelnosť disperznými farbivami [22, 23]. Okrem PA6 sa pre prípravu vlákien z polymérnej zmesi PP–PA použili tiež PA66 a PA12 [24]. Všeobecne je možné konštatovať, že polypropylén s polyamidmi tvorí heterogénne zmesi typu polymérnych zliatin.

Vzhľadom na slabé adhézne väzby na fázovom rozhraní PP–PA heterogénnej zmesi pri vyššom obsahu dispergovanej fázy je nevyhnutné použiť kompatibilizátory. Ako veľmi výhodné sa ukázali reaktívne aditíva na báze polyolefínu (PP) očkovaného maleinanhydridom. Analýza fázového rozhrania pomocou IČ ukázala, že v priebehu tavenia a dispergácie PA v PP za prítomnosti očkovaného PP, dochádza k chemickej reakcii medzi maleinanhydridovými jednotkami a $-\text{NH}_2$ skupinami PA6 [23]. Chemická reakcia na fázovom rozhraní PP/PA zvyšuje napätie na zvlákňovacej dráhe. To má za následok vyššiu orientáciu PP pod hubicou a vyššiu rýchlosť kryštalizácie.

Pri vyššom obsahu PA6 v PP, pri obsahu 2–3% očkovaného PP ako kompatibilizátora, sa zvýšila pevnosť vlákien a klesla ťažnosť. Vyššie hodnoty vyznačovali tiež zotavovacie parametre vlákien [22, 23]. Pri obsahu PA fázy okolo 25–35% v PP sa našla veľmi dobrá vyfarbitelnosť zmesi z vlákien disperznými farbivami [25–27].

2.3. Vlákna zo zmesi PP a polyesterov

Podobne ako polyamidy väčšina komerčných polyesterov pri dispergácii v PP tvorí jasne nemiešateľné zmesi, ktoré sa nad 10% hmot. dispergovanej fázy musia nevyhnutne kompatibilizovať. Pre zlepšenie znášanlivosti polypropylénu a polyetyléntereftalátu (PET) sa môžu použiť tak reaktívne ako aj nereaktívne aditíva. Z reaktívnych aditív je známy očkovaný kopolymér PP a maleinanhydridu, ktorý je však menej účinný ako v prípade zmesi PP/PA. Dobré výsledky najmä v spracovateľnosti PP/PET zmesi sa zís-

kali pri použití kompatibilizátora na báze 2–4(alkoxyfenyl)oxazolínu [28–30].

Ako čiastočne reaktívne aditíva je možné použiť estery a amidy nízkomolekulových a oligomérnych látok ako napr. alkyléndiamidy karboxylových kyselín (ADKK) [30].

Analýza reologických vlastností zmesí PP/PET ukazuje, že kompatibilizér ADKK znižuje odchýlku viskozity zmesí od aditívnej hodnoty a zlepšuje znášanlivosť zložiek. Naviac aditívum významne znižuje viskozitu taveniny PET. Aditívum takto vytvára špecifické podmienky pre prípravu PP/PET vlákien tzv. polyfibrilárneho typu, kde dispergovaná fáza vytvára dlhé fibrily v polymérnej matrici s relatívne nízkou distribúciou hrúbky fibríl [18, 28].

Pre zmesné vlákna PP/PET sú charakteristické štandardné mechanicko – fyzikálne vlastnosti. Pevnosť vlákien mierne klesá s obsahom dispergovanej zložky. Podobne mierne klesá aj ľahlosť, najmä pri vyšších koncentráciách PET. Napriek nižšej pevnosti zmesné vlákna vyzkazovali vyššiu elasticitu, ktorá rás-tla úmerne s obsahom PET [18].

Polypropylénové vlákna modifikované polyesterovým aditívom do 10–15% majú dobrú vyfarbitelnosť a vysoké hodnoty vytiahnutia z kúpeľa v porovnaní s nemodifikovanými vláknami [18, 28].

2.4. Vývoj aditíva „Chromatex“

Na úvod je potrebné konštatovať, že táto práca predstavuje jednu z najucelenejších koncepcii pri vývoji PP vlákien, farbených z kúpeľa alebo potlačou, v histórii vývoja PP vlákien.

Experimentálne práce sa uskutočnili v Belgicku za finančnej podpory projektových agentúr. Zo získaných a publikovaných výsledkov je možné časť aplikovať v ďalšom výskume farbenia PP vlákien. Pri vývoji tohto aditíva sa urobila dôkladná analýza doterajších modifikácií polypropylénových vlákien s cieľom zabezpečenia farbenia klasickým postupom. Z ekologických dôvodov boli vylúčené aditíva obsahujúce ľahké kovy. Ako nádejnyj postup sa volila modifikácia polymérnymi aditívmi. Vzhľadom na nízku kompatibilitu aditív obsahujúcich vyšší obsah ionových skupín (napr. soli organických kyselín) s polypropylénom, tieto boli podobne vylúčené z výberu už na začiatku [19].

Vychádzajúc z týchto analýz a poznatkov pri experimentálnej práci sa potvrdili niektoré teoretické predpoklady a to najmä v dvoch aspektoch. Na jednej strane polymérne aditívum musí byť hydrofóbne aby sa zabezpečila dobrá kompatibilita s PP matricou, na strane druhej aditívum musí byť dostatočne polárne aby sa zabezpečilo viazanie farbiva jeho funkčnými skupinami. Aby sa zabezpečila rovnováha týchto požiadaviek boli selektované špeciálne kopolymérne aditíva. Naviac nie samostatné aditívum, ale

zmesí takto pripravených polymérov a kopolymérov sa testovali na miešateľnosť s PP a vyfarbitelnosť vláken. Sledovali sa najmä podmienky vzniku synergického efektu v obidvoch parametroch, v znášanlivosti i vo vyfarbitelnosti.

Znášanlivosť polypropylénu s aditívom sa sledovala analýzou stupňa jeho disperzity v polypropylénových vláknach mikroskopicky a na základe hodnotenia mechanických vlastností vláken. Jemnejšia disperzia aditíva mala pozitívny vplyv na mechanické vlastnosti zmesných vláken.

Vyfarbovacia schopnosť modifikovaných PP vlákien sa sledovala v závislosti od typu farbiva, kde sa uskutočnila významná selekcia farbív. Optimalizovali sa tiež parametre farbiaceho postupu. Z koloristických vlastností sa sledovala farebná sila vláken, vytiahnutie kúpeľa a vplyv koncentrácie vybraných aditív na tieto vlastnosti vlákna. Študoval sa tiež vplyv teploty ustaľovania na zmenu koloristických vlastností vláken, najmä stálosť vyfarbenia všeobecne. Špeciálna pozornosť sa venovala stálosťiam vyfarbenia na svetle, kde rad disperzných farbív sa ukázal ako nevhodný pre farbenie takto modifikovaných PP vláken.

Ukázalo sa, že podstatný vplyv na stálosť vyfarbenia na svetle majú interakcie farbív s polymérnom matricou a nemôže byť odvodená z farbenia iných typov syntetických vláken. Dôležitá je aj stálosť v otre, ktorá súvisí najmä s limitnou hodnotou vytiahnutia farbiva z kúpeľa a jeho prebytku na povrchu vlákna. Znižovanie vytiahnutia farbiva z kúpeľa je výsledkom afinity modificačnej prísady a jej koncentrácie vo vlákne.

Aditívum Chromatex je definované ako systém niekoľkých kopolymérov, ktoré zabezpečujú dobrú kompatibilitu s PP a vytvárajú aktívne miesta pre kotvenie farbiva vo vlákne pri dostatočnej rýchlosťi farbenia a vytiahnutí farbiva z kúpeľa.

Vzhľadom na prítomnosť polárnych funkčných skupín je Chromatex hygroskopický a pred aplikáciou sa musí sušiť, spravidla v granulovanej forme. Sušenie pri 60–70 °C počas niekoľkých hodín poukazuje na nízku tepelnú stabilitu aditíva, alebo vysoký sklon k hydrolyze vplyvom vody a teploty.

Prídavok 8% aditíva Chromatex do PP sa ukázal ako dostatočný pre získanie sýtych odtieňov pri farbení. Zmena tejto koncentrácie nemá za následok zmenu v kinetike a vytiahnutí farbiva z kúpeľa, môže však ovplyvniť niektoré mechanické i koloristické vlastnosti vláken.

3. MODIFIKÁCIE A FARBENIE PP VLÁKEN NA SLOVENSKU – DOTERAJŠÍ VÝVOJ

V našich podmienkach sa venovala pozornosť modifikácii PP za účelom farbenia PP vlákien z kúpeľa

a potlačou v rámci niektorých úloh základného a aplikovaného výskumu v minulosti a niektorých úloh VEGA v poslednom období v spolupráci VÚCHV, Katedry vlákien a textilu CHTF STU a SAV.

Na základe poznatkov o organických látkach obsahujúcich kovy ako Zn, Al a Ni, schopných tvoriť stabilné farebné komplexy sa úspešne vyvíjali modifikované PP vlákna s aditívami na báze nikelnatých zlúčenín viacerými renomovanými výskumnými pracoviskami na svete. Najrozšírenejšie modifikátory boli na báze niklu, a to alkoholáty, fenoláty a pod.

Na VUCHV vo Svite bola vyvinutá modifikácia PP vlákien stearatom nikelnatým. Táto modifikácia mala niektoré nedostatky, ktoré nakoniec boli príčinou, že táto modifikácia sa v priemysle v širšom merítku neužala. Boli to najmä: málo brilantné farby a ľahký kovový nádych vyfarbených vlákien, nedostatočne široká škála farieb a ich vysoká cena a tiež problém s farbením zmesi PP vlákien s niektorými prírodnými vláknami. Na druhej strane modifikácia zlúčeninami niklu priniesla zlepšenie niektorých vlastností PP vlákien ako zvýšenie tepelnej a svetelnej stability [17].

Prvé modifikácie PP bázickými zlúčeninami na úrovni pilotných skúšok boli na báze nízkomolekulových a oligomérnych, resp. polymérnych aditív s obsahom voľných $-NH_2$ skupín schopných viazať kyslé farbivá. Bola to skupina triazolov, oligomérnych živíc i využitie japonského modifikátora Sumiepoch FS22 na báze aminoalkylakrylátov [15–17]. Vlákna vykazovali dobrú vyfarbiteľnosť kyslými farbivami, avšak mali nízke stálosti najmä na svetle. Svetlostálosti týchto farieb boli o 2–3 stupne nižšie ako v prípade vyfarbenia čistých polyamidových vlákien. Zistilo sa, že negatívny vplyv na vyfarbenie modifikovaných PP vlákien majú oxidačné produkty polypropylénu, ako perroxidy, aldehydy, ktoré sa môžu podieľať na ďalších oxidačných i redukčných procesoch. Starostlivo vybrané stabilizátory (svetelné, tepelné) môžu významne zvýšiť stálosťi vyfarbenia na svetle. Modifikácia polypropylénových vlákien sa však stáva neúnosne nákladnou a eliminuje jednu z najdôležitejších predností polypropylénu a to jeho nízku cenu.

Boli pripravené tiež polypropylénové vlákna modifikované aditívami na báze polyesterov [18, 28]. Použili sa pri tom kompatibilizátory, ktorých funkciou bolo zlepšenie spracovateľnosti nemodifikovaného polypropylénu. Na vyfarbenie sa použili disperzné acetátové modré a červené farbivá a niektoré vývojové typy farbív fy Bezema. Na základe experimentálnych výsledkov sa zistilo, že 10% koncentrácia polyesterového aditíva za prítomnosti vhodných kompatibilizátorov je dostatočná pre vyfarbenie vlákien na sýte odtiene. Pre farbenie nie je potrebné použiť teploty nad 100°C ani žiadne prenášače farbiva. Farebná sila vlákien závisí od koncentrácie aditíva a rastie s teplotou. Stálosťi v otore a v praní sú vyhovujúce aj bez alkalického prania [28].

Tieto práce predstavujú úvodné experimentálne práce do problematiky farbenia PP vlákien z kúpeľa resp. potlačou po predchádzajúcej modifikácii polypropylénu polyesterovým aditívom za prítomnosti vybraného kompatibilizátora.

Niekteré výsledky z farbenia modifikovaných PP vlákien sú v tabuľkách 3–5.

Table 3 Mechanické vlastnosti zmesi PP–PET vlákien po termofixácii pri 100 °C, 30 min

Vzorka	c _{PET} %	Pevnosť cN/dtex	Ťažnosť %	ε _{cel} %	Elasticitá pri 50 % pevnosti ε _{el} %	ε _{el} %
1	0	2.22	27.0	7.4	6.2	83.9
2	5	1.98	27.1	8.2	7.1	86.6
3	10	1.96	29.4	8.6	7.6	88.9
4	15	1.95	27.3	7.3	6.6	89.7
5	100	1.55	19.3	8.0	7.0	87.5

ε_{cel} – celková deformácia, ε_{el} – elasticá deformácia, ε_{el}⁰ – stupeň pružnosti

Table 4 Vplyv modifikácie PP vlákien polyesterovým aditívom (10%) na farebnú silu vlákien.

Farbívá fy Bezema	Vlátko	K/S	
		Nemodifikov.	Modifikované
Blau SE-RDL	Hladké	3.0	26.5
	Tvarované	5.0	27.5
Rubín SE-RDL	Hladké	2.0	27.5
	Tvarované	2.1	30.5
Gelb E-RD	Hladké	3.5	24.5
	Tvarované	4.5	22.5

Table 5 Farebná sila a stálosť vyfarbenia zmesných PP/PET vlákien, pre farbiva Bemacron, pri 2% vyfarbení.

Vzorka	Farbivo	K/S 100°C	Stálosť v odere		
			Pred reduk. praním	Po reduk. praní	Stálosť v praní
1	Rubín SE RDL	2.5	–	–	–
2	Blau SE RDL	28.3	5	5	5
	Blau E RD	19.5	5	5	5
	Rubín SE RDL	31.2	5	5	5
	Rot E RD	17.8	4	4	5
	Rot SE RDL	10.3	5	5	5
	Orange SE RDL	19.5	4	4	5
	Gelb E RD	23.1	5	5	5
	Gelb SE RDL	18.8	5	5	5

1 – nemodifikované PP vlátko, 2 – PP/PET vlátko (10% PET)

Pri farbení týchto vlákien škálou farbív fy Bezema sa dospelo k pozitívnym výsledkom z hľadiska mechanických vlastností vlákien ako aj ich koloristických vlastností.

Vlákna PP s obsahom polyesterového aditíva (do 10% hmot.) majú dostatočné mechanicko-fyzikálne vlastnosti. Pevnosť vlákien je nižšia asi o 10%, avšak elasticke vlastnosti vlákien (stupeň pružnosti) sa zvyšujú asi o 10% oproti nemodifikovaným PP vlátkam.

Farebná sila modifikovaných PP vláken po vyfarbení je v priemere desaťnásobne vyššia ako nemodifikovaných vláken. Účinok redukčného prania je prijateľný pri trnavých farbivách (modrá, rubínová). Pre červené a žlté farbivá dochádza po redukčnom praní asi k 20–30% poklesu farebnej sily. Vplyv koncentrácie aditíva nad 10% hmot. je zanedbatelný pri teplotách farbenia nad 100°C. Vyšší obsah modifikátora má pozitívny vplyv na vyfarbenie pri teplotách do 100 °C. Vyfarbenie modifikovaných PP vláken disperznými farbivami vykazuje dobré stálosťi v otore a v prani.

4. ZÁVER

V príspevku sa diskutuje súčasný vývoj modifikácie PP vláken s cieľom zlepšenia ich farbenia z kúpeľa, resp. tlačou. Perspektívnu modifikáciu sa ukazuje aditivácia PP vláken polymérmi na báze polyestrov.

Nové impulzy pre rozšírenie sortimentu vláken a pre prípravu PP vláken so zlepšenými vlastnosťami poskytujú nové katalytické systémy pri syntéze, ktoré umožňujú pripraviť PP s regulovanou molekulovou hmotnosťou, štruktúrou tzv. metalocenové polyméry m-iPP [6].

K základným nedostatkom doterajšej modifikácie polypropylénu polyesterovými aditívmi patrí najmä nedostatočná úroveň technologickej znášanlivosti polypropylénu a polyestrov, ktorá sa prejavuje v zhoršenej spracovateľnosti pri dlhodobom zvlákňovaní, včítane aditíva Chromatex a nedostatočné poznatky z reologického chovania sa zložiek pri príprave zmesných vláken a ich vplyvu na spracovateľnosť a morfológiu (spracovateľnosť polymérnej zmesi pri zvlákňovaní).

Ďalej sú to nedostatočné poznatky z procesu farbenia a potlače modifikovaných PP vláken.

Riešenie týchto úloh spolu s ďalším výberom aditív a kompatibilizátorov ako aj riešenia špecifických problémov farbenia zmesných vláken, najmä stálosťi vyfarbenia na svetle môžu v blízkej budúcnosti prispiť k úspešnému zavedeniu farbitelných modifikovaných PP vláken v priemyselnom merítku.

Publikácia bola vytvorená za finančnej podpory Grantovej agencie SR, grant VEGA 1/8106/01 (A-26/01). Článok je venovaný 50. výročiu založenia Katedry vláken a textilu na Chemickotechnologickej fakulte, Slovenskej technickej univerzity v Bratislave.

5. LITERATÚRA

1. F. Fourne: Syntetic Fibres, Hanser Publ. Munich, 1999, s. 14
2. Anonym: Chem Fibers International 49, 1999, s. 370
3. J. P. Peckstadt: Market Perspectives of European Polyolefin Text. Industry. Preceding of 37 th Int. Man-Made Fibres Congress, Dornbirn, Austria 1999.
4. J. P. Peckstadt: Chem. Fibers International, 49, 1999, s. 362
5. M. Van Parys: Man-Made Fiber Year Book, Chem. Fiber International 1998, s. 12–20
6. G. Gleixner: Chem. Fibers International, 48, 1998, s. 393
7. M. Jambrich, A. Marcinčin, D. Budzák: História rozvoja výroby chemických vláken na Slovensku a v Čechách, Vlákna a textil, mim. č. 1966, s. 31
8. M. Jambrich a i.: Fibres and Textiles in Estern Europe, 5, No 1, 1977, p. 14
9. A. Marcinčin, M. Krištofič: Fibres and Textiles in Estern Europe, 2, No 3, 1994, s. 38–42
10. M. Ahmed: Polypropylene Fibres, Sci. And Technol., Elsevier Sci., Amsterdam, 1982, s. 100
11. Anonym: Textile Chemist and Colorist 21, No 2, 1989, s. 38–40
12. Lee: Plastic and Rubber Institute, International Conference York, September 1975
13. A. Marcinčin: Dyeing of Polypropylene Fibres, In Polypropylene An A–Z Ref. (Ed: J. K. Kocsis). Kluwer Acad. Publ., Dordrecht, 1999, s. 172–179
14. M. Krištofič a i. : J. Makromol. Chem. , Pure Appl. Chem., A 35, 1998, s. 1279–1284
15. J. Maňasek a i. : Acta Polymerica, 40, 1989, s. 667–672
16. J. Ackrman: Chemické vlákna, 43, 1993, s. 18–30
17. K. Ondrejmiška: Vlákna a textil, 1, 1994, s. 11–16
18. A. Marcinčin, O. Brejka a i. : Exhaust Dyeable PP Fibres, In: Preceedings of 37 th International Man-Made Fibres Congress, Dornbirn, Austria, 1999
19. L. Ruys: Chem. Fibers International, 47, 1997, s. 376–384
20. I. Grof, o. Ďurčová, A. Marcinčin: Acta Polymerica, 40, 1989, s. 344
21. O. Ďurčová, I. Grof, A. Marcinčin: Acta Polymerica, 41, 1990, s. 166–184
22. I. Grof, O. Ďurčová, M. Jambrich: Colloid and Polym. Sci. 270, 1992, s. 22
23. M. Jambrich, O. Ďurčová: Fibres and Textiles in Estern Europe, 1, 1993, s. 34
24. L. A. Utracki: Polypropylene An A–Z Ref. (J. Karger – Kocsis) Kluwer, Acad Publish, Dordrecht, 1999
25. V. Prchal a i. . Fibres and Textiles in Estern Europe, 2, 1994, s. 42
26. I. Grof, A. Marcinčin, M. Jambrich: Chim. Volokna, 1, 1990, s. 51
27. P. Štefanik, M. Lesný: Chemie fasern, text. Ind. 41/93, 1991, s. 1173–1174
28. A. Marcinčin a i. : Vlákna a textil, 6, 1999, s. 119–124
29. J. Kronek, J. Luston, F. Bohme: Chemické listy, 92, 1998, s. 175–178
30. J. Borsig: J. Macromol Sci, Pure and Appl. Chem. A36, 1999, s. 1699–1715

PIGMENTÁCIA SYNTETICKÝCH VLÁKNIEN V HMOTE

Marcinčin, A., Ujhelyiová, A.

Chemickotechnologická fakulta, Slovenská technická univerzita v Bratislave,
Radlinského 9, 812 37 Bratislava, Slovenská republika
tmarcin@chtf.stuba.sk, ujhel@chtf.stuba.sk

Článok je venovaný 50. výročiu založenia Katedry vlákien a textilu
na Chemickotechnologickej fakulte, Slovenskej technickej univerzity v Bratislave.

1. Modifikácia chemických vlákien aditívami

Modifikácia chemických vlákien aditívami predstavuje jeden z významných spôsobov prípravy vlákien s upravenými alebo úplne novými úžitkovými vlastnosťami. Je to najrozšírenejší spôsob zvýšenia tepelnej a svetelnej stability vlákien [1–5], zlepšenia vyfarbenia z kúpeľa [6, 7], antistatických vlastností vlákien [8] a elasticity [9]. Cestou aditívacie sa pripravujú antibakteriálne vlákna [10] a tiež vlákna farbené v hmote pigmentami, keď farbenie vyťahovacím postupom z kúpeľa je nemožné alebo pri vysokých požiadavkách na stálosť vyfarbených vlákien [11, 19, 20]. K najdôležitejším modifikačným postupom v technológii chemických vlákien zvlášť polypropylénových patrí aditívacia svetelnými stabilizátormi a tuhými časticami – pigmentami a plnívami. V obidvoch prípadoch sa jedná o inkorporáciu kvapalných zložiek alebo tuhých častíc do polymérnej taveniny a následná príprava vlákien. Tento proces pozostáva z dvoch stupňov:

- a. Príprava koncentrovanej disperzie pigmentov, plnív alebo iných aditív vo vhodnom spravidla polymérnom nosiči, (koncentrátu).
- b. Miešanie a homogenizácia koncentrovanej disperzie so základným polymérom pred zvláknením.

Pri tepelnej a svetelnej stabilizácii sa často používajú aj iné postupy ako napr. aditívacia už pri syntéze, kým pri farbení v hmote a príprave plnených vlákien je tento dvojstupňový proces pravidlom.

Postup pigmentácie syntetických vlákien v hmote bol pôvodne vyvinutý pre polypropylénové vlákna, ktoré nemôžu byť uspokojivo farbené vyťahovacím postupom z kúpeľa vzhľadom na parafinický charakter polyolefínov bez funkčných skupín schopných viazať farbivo. Niektoré významné prednosti tohto postupu, najmä ekologické a vysoké stálosť vyfarbenia pigmentami sú tak zreteľné, že sa používa i pri farbení polyesterových a polyamidových vlákien určených pre náročné aplikácie a pre sýte odťiene [11, 12]. Najmä stálosť na svetle pigmentovaných vlákien sú prakticky nedosiahnutelné pri farbení klasickými farbivami. Preto sa syntetické vlákna farbené v hmote používajú často pre textilné materiály do extrémnych podmienok, ako sú koberce, podlahové krytiny a automobilové textílie.

Pigmentácia syntetických vlákien v hmote vychádza

z pôvodnej technológie „suchého“ farbenia plastických látok, avšak požiadavky na stupeň disperzity pigmentov, na miešateľnosť koncentrovaných disperzií so základným polymérom a na celkovú rovnomernosť vyfarbenia, sú kvalitatívne vyššie. V literatúre je tento proces známy pod pojмami ako „dope dyeing, extrusion dyeing, melt dyeing, spin dyeing“.

Pri doterajšom vývoji farebných koncentrátov i farbení vlákien v hmote museli byť rešpektované základné princípy dispergácie pigmentov vo vysokoviskóznych polymérnych taveninách pri príprave koncentrátov i vlákien. Termodynamické podmienky dispergácie pigmentov v tavenine polyméru sú determinované vzájomnými interakciami zložiek, spravidla pigmentu, nosiča a dispergovaneho aditíva – dispergátora. Okrem toho významnú úlohu v dispergácii pigmentov, ale tiež pri dispergácii – miešaní koncentrátu a základného polyméru majú reologické vlastnosti zložiek, čo súvisí s kinetickými podmienkami procesov farbenia v hmote.

Výsledkom pôsobenia termodynamických i kinetických faktorov je dispergácia alebo aglomerácia pigmentových častíc, prípadne vznik flokúl pri nemiešateľnosti dispergátora s polymérnym nosičom. Poznanie vplyvu vzájomných interakcií zložiek na spracovateľnosť pigmentu a tiež koncentrátu v procese farbenia v hmote, ako aj na koloristické vlastnosti vlákien, najmä na farebnú silu pigmentu, predstavuje základ modifikácie vláknotvorných polymérov pigmentami pri využití farebných koncentrátov ako finálnych aditív.

Predložený súbor prác je zameraný na štúdium vzájomných interakcií zložiek v disperziach organických pigmentov v polypropyléne a na vplyv týchto interakcií na reologické a koloristické vlastnosti farebných koncentrátov a PP vlákien farbených v hmote. Je venovaný tiež vývoju nových dispergačných aditív, optimalizácii zloženia a podmienok prípravy farebných koncentrátov a vplyvu pigmentov na štruktúru vlákien.

2. Koncentrované disperzie (koncentrát) pigmentov ako polymérne aditíva

Koncentrované disperzie pigmentov pre farbenie syntetických vlákien v hmote predstavujú unikátny

polymérny materiál s vysokým obsahom organických pigmentov (do 40% hmot.), alebo anorganických pigmentov (do 50 % hmot.), s vysokým stupňom disperzity a vysokou rovnomenosťou rozdelenia častíc, spravidla v semikryštalickej polymérnej matrici. Sú zložené spravidla z troch komponentov: polymérneho nosiča, pigmentu a dispergátora. Farebné koncentrát s nosičom na báze polypropylénu alebo polietylénu nie je možné pripraviť bez účinného dispergačného aditíva. Aj v prípade, že polymérnym nosičom sú polyestery alebo polyamidy s polárnejšími funkčnými skupinami, pozitívny vplyv dispergátora na spracovateľské vlastnosti koncentrátov je tiež evidentný [13].

V deväťdesiatych rokoch boli vyvinuté nové koncentrované disperzie vybraných pigmentov s vysokoúčinnými dispergátormi [13, 14], určené najmä na farbenie veľmi jemných vlákien a mikrovlákien a pre technológie vysokorýchlosťného zvlákňovania [15]. Farbenie týmito disperziami dáva vysokú farebnú silu a farebné stálosť na svetle, v otore, praní a chemickom čistení. Vysoká technologická spoľahlivosť spracovania je spájaná najmä s reologickými vlastnosťami a „filtratelnosťou“ koncentrátov.

Polymérne nosiče

Pre prípravu koncentrátov na farbenie vlákien sa vychádza spravidla z práškového polyméru s vysokým merným povrchom. Práškový polypropylén sa získava priamo z procesu syntézy. Koncentrát s lepšou spracovateľnosťou sú spojené s úzkou distribúciou veľkosti častíc polyolefín [16, 17].

Polyetylentereftalát a polyamid 6 sa priemyselne prípravujú syntézou v tavenine a získavajú sa v granulovanej forme. Pre prípravu koncentrátov sa granulovaný polymér melie na práškový materiál pri nízkych teplotách. Vzhľadom na miešateľnosť zložiek pri farbení v hmote, polymérny nosič je spravidla chemicky identický so základným polymérom, pre farbenie ktorého je určený.

Pigmenty a ich dispergačná schopnosť

Pre pigmentáciu polypropylénových, polyesterových a polyamidových vlákien v hmote sa uprednostňujú organické pigmenty, ktoré majú vysokú farebnú silu a poskytujú brillantné odtiene. Z anorganických pigmentov sa využívajú najmä sadze a oxid titaničitý. Pigmenty sú podľa chemickej štruktúry registrované v Color Indexe (C. I.) a sú označené farbou a číslom napr.: diazokondenzačný červený pigment: C. I. Pigment Red 144.

Organické pigmenty predstavujú spravidla cyklické zlúčeniny obsahujúce chromofórové skupiny. Vyznačujú sa neropustnosťou a vysokou tepelnou stabilitou.

Pre farbenie vlákien sa používajú najčastejšie nasledovné skupiny pigmentov [14, 18, 19, 20, 21, 22]:

a. *Monoazopigmenty*. Niektoré sú menej tepelné stabilné nad 260 °C (C. I. Pigment Red 48:3) a dávajú

nižšie stálosť vyfarbenia. Iné predstavujú vysokoúžitkové pigmenty (C. I: Pigment Yellow 181).

- b. *Diazopigmenty*. Obsahujú dve chromofórové skupiny. Sú odvodené od benzidínu a môžu byť pripravené tiež kondenzáciou monoazopigmentov. Ich tepelná stabilita je veľmi dobrá až do 300 °C (C. I. Pigment Yellow 95).
- c. *Izoindolínové pigmenty*. Sú odvodené od tetrachlórfatalimidov. Vyznačujú sa vysokou tepelnou a svetelnou stabilitou (C. I. Pigment Yellow 109).
- d. *Perylénové pigmenty*. Sú odvodené od pentenkarboxylových kyselín. Sú vysoko tepelne stále avšak ľahko dispergovateľné v PP (C. I. Pigment Red 149).
- e. *Antrachinonové a indigoidné pigmenty*. Sú ľahko dispergovateľné v polyméroch avšak vyznačujú sa dobrými stálosťami vyfarbenia (C. I. Pigment Red 177).
- f. *Chinakridónové pigmenty*. Majú vysoké stálosťné charakteristiky (C. I. Pigment Red 2020).
- g. *Ftalocyanínové pigmenty*. Majú vysokú tepelnú stabilitu a stálosť vyfarbenia (C. I. Pigment Green 7)
- h. *Dioxazínové pigmenty*. Vykazujú vysokú termostabilitu a stálosť na svetle, v otore a v praní (C. I. Pigment Violet 37).

Rozmery pigmentových častíc sa pohybujú od 0.01 do 1.0 µm. Základné častice pigmentov sú definované ako primárne, ktoré môžu byť spájané do aglomerátov (spojenie hranami), alebo agregátov (spojenie plochami). Celkový merný povrch aglomerátov tak koresponduje so sumou povrchu primárnych častíc. Merný povrch agregátov je menší ako suma merných povrchov primárnych častíc.

Na základe röntgenovej analýzy sa organické pigmenty pre farbenie vlákien môžu rozdeliť na tri skupiny [26]. Prvú skupinu predstavujú typické kryštalické látky s trojrozmernou periodicitou (C. I. Pigment White 6, C. I. Pigment Red 177, C. I. Pigment Green 7). Druhá skupina má prevažne dvojrozmernú periodicitu s nižšou úrovňou kryštalického usporiadania (C. I. Pigment Red 144, C. I. Pigment Yellow 95, C. I. Pigment Yellow 109). Tretiu skupinu tvoria pigmenty bez typickej kryštalickej stavby ako napr. sadze (C. I. Pigment Black 7).

Intenzívny výskum pigmentov kulminoval v poslednom desaťročí novými vysokoúžitkovými pigmentami na báze nových štruktúr [23], latentných pigmentov [24] a nanokolorantov [25].

Dispergačné aditíva

Dispergátory tvoria najmenší podiel v koncentrovaných disperziach, avšak majú významný vplyv na proces dispergačie pigmentov. Tieto aditíva účinkujú v dispergačnom procese primárne ako látky s povrchovou aktivitou v nevodnom prostredí a zabezpečujú zmáčateľnosť povrchu pigmentov a vyššiu adhéziu pigmentov k polymérnemu nosiču. Okrem toho

napomáhajú dezintegrácii agregátov pri dispergácii a stabilizujú stupeň disperzity pigmentov. Kapilárne sily v pôroch aglomerátov pôsobia mechanizmom „kvapalného“ klína [27, 28]. Okrem toho dispergačné aditíva vďaka významnému vplyvu na dispergačný proces a štruktúru disperzií pigmentov ovplyvňujú významne aj reologické vlastnosti disperzii. Sú to spravidla nízkomolekulové látky, alebo oligomérne látky na báze polyalkoholov, polyméry a kopolyméry s nízkou molekulovou hmotnosťou (vosky) a pod. [13, 14, 20, 28, 30].

Stupeň disperzity pigmentov v polymérnom médiu, relatívna farebná sila

Dispergácia pigmentov v polyméroch je fyzikálny proces charakterizovaný niekoľkými oddelenými stupňami. Podľa ISO 4518/1-1978 dispergácia pigmentov v inom médiu je chápána ako dezintegrácia aglomerátov na menšie častice – agregáty a primárne častice a ich simultánne zmäčkanie médiom. Proces pozostáva z dezintegrácie, distribúcie a stabilizácie častic pigmentu [21, 28].

Stupeň disperzity pigmentov vo vláknoch sa môže stanoviť priamou alebo nepriamou metódou. Ako priame metódy sa najčastejšie používajú mikroskopické metódy v spojení s obrazovou analýzou [31–33], infračervená spektroskopia [34] alebo najnovšie metódy skanujúcej elektrónovej mikroskopie s fluororescenciou X lúčov v kombinácii s digitálnou obrazovou analýzou [35].

V práci [36] sa hodnotili povrchové charakteristiky pigmentov pred dispergáciou. Merný povrch sa stanovil na základe adsorpčných BET izoteriem a pre meranie veľkosti častic sa použila elektrónová mikroskopia a sedimentačná analýza. Na základe distribučnej funkcie v logaritmických súradničach bol vyjadrený parameter disperzity ako priemerná veľkosť častic a koeficient polydisperzity.

Vyjadrenie stupňa disperzity pigmentov využitím nepriamych metód je zvlášť zaujímavé z toho dôvodu, že tieto veličiny sú spojené často so spracovateľskými vlastnosťami pigmentov a koncentrátov a tiež s koloristickými vlastnosťami vlákien, pričom tieto metódy sa vyznačujú vysokou citlivosťou. Dobré výsledky sa získali najmä pri aplikácii reologických meraní [31], metódy filtrovateľnosti [36, 37] a na základe merania farebnnej sily pigmentov vo vláknoch.

Relatívna farebná sila vlákien (RFS) sa môže vyjadriť použitím Kubelka – Munkovej rovnice [38]:

$$RFS = [(K/S')_{\text{vzorky}} / (K/S)_{\text{standard}}] \cdot 100$$

kde je K – absorpčný koeficient a S – rozptylový koeficient

V našich prácach sa našla priama úmera medzi RFS_R pigmentovaných vlákien stanovenej na základe remisných meraní a analogickou relatívnu farebnou silou stanovenou transmisnými meraniami RFS_A po

rozpustení vyfarbených PP vlákien v xyléne pri teplotách nad 100 °C [39, 40].

Pre proces dispergácie pigmentov pri farbení vlákien v hmote okrem termodynamických podmienok sú veľmi dôležité tiež kinetické parametre dispergácie. Pre kinetiku dispergácie pigmentov boli navrhnuté kinetické modely, ktoré zmenu stupňa disperzity pigmentov najčastejšie vyjadrujú kvantitatívne nepriamo pomocou relatívnej farebnnej sily disperzie alebo vlákna [41]. Závislosť je exponenciálna, kde exponentom je súčin rýchlosťnej konštanty a času dispergácie. Tento priebeh dispergácie bol potvrdený aj pri dispergácii pigmentov určených pre polypropylén v rozdielnych médiách [40].

3. Povrchové interakcie v procesoch farbenia vlákien v hmote

Proces dispergácie a homogenizácie pigmentov v polypropyléne pri príprave vlákien farbených v hmote poukázal na nevyhnutnosť použitia dispergačných aditív. Bez týchto Organické pigmenty v polypropyléne vytvárali „nezmáčané“ aglomeráty a spracovateľnosť takýchto koncentrátov bola pre farbenie vlákien nevhodujúca. Experimentálne sa overil účinok niektorých oligomérnych aditív, zlúčenín ktoré boli základom pre výrobu povrchovoaktívnych látok pre vodné prostredia a zistil sa pozitívny vplyv najmä polyoxyetylénglyku a polyoxypropylénglyku, v kombinácii s niektorými tepelnými stabilizátormi ako Antioxidant 6 (AO6, tri-p-etylfenylfenylfosfit). Tieto látky vzhľadom na nízku prchavosť a tepelnú stabilitu pri teplotách tavenia a zvlákňovania PP vlákien sa používali ako prvé dispergátory pre polypropylénové vlákna [44, 50]. Spracovateľnosť týchto koncentrátov nebola vždy vyhovujúca a organické pigmenty sa nachádzali vo vláknoch vo forme aglomerátov a tiež flokúl, ktoré sa vytvárali interakciami s dispergátorom.

Povrchové napätie, zmáčateľnosť, adhézia

Základnou úlohou našich prác venovaných pigmentácií polypropylénových vlákien v hmote bola kvantifikácia interakcií v systéme polypropylén – pigment – dispergátor a vplyv týchto interakcií na stupeň disperzity pigmentov a farebnú silu vlákien. Keďže polymérny nosič a v zásade aj dostupné pigmenty boli definované a konštantné, zameranie prác sa sústredilo na tretí komponent systému, na dispergátor a na interakcie zložiek na povrchu pigmentov. Tieto sa charakterizovali povrchovým a medzifázovým napätiom v nemiešateľných systémoch [42, 43, 46], zmáčateľnosťou, kritickým povrchovým napätiom [44], adhéznou prácou a efektívnu hrúbkou povrchovej vrstvy na pigmentových časticach [44, 45, 47, 48]. Pre možnosť degradácie polypropylénu nad teplotou topenia pri dlhých časoch merania v mnohých prácach sa

namiesto polypropylénu použil modelový polypropylénový olej (PP K 1000) a merania sa uskutočnili pri nižších teplotách.

Vzhľadom na nízke povrchové napätie polypropylénu zmáčateľnosť povrchu pigmentu je takmer dokonalá, uhol zmáčania je blízky nule ($\cos\phi = 1,0$) [44]. Podobné výsledky zmáčateľnosti pigmentov sa získali pri polypropylénglykole [45, 46]. Polyetylénglykoly s vyšším povrchovým napäťím, ako je povrchová energia tuhých pigmentov vykazujú vyšší uhol zmáčania ($\cos\phi$ pod 1,0) [46, 50].

Dobrá zmáčateľnosť sa považuje za nevyhnutnú podmienku dobrého adhézneho kontaktu. Napriek rovnakej zmáčateľnosti pigmentov pri dispergácii pigmentov v polyolefínach a polyoxypropylénglykole našiel sa významný rozdiel v stupni disperzity pigmentu v polypropyléne za použitia týchto dispergátorov, ktorý je podstatne vyšší pri polárnejšom polyoxypropylénglykole [46, 49, 45].

Nízka farebná sila pigmentov v polypropyléne s nízkou alebo vysokou molekulovou hmotnosťou (PP vlákna) poukazuje na nízky dispergačný účinok nepolárnych polyolefínov pri dispergácii pigmentov. Výsledky len potvrdzujú empirickú skúsenosť, že dispergovaťnosť organických pigmentov pri farbení PP vláken v hmote bez dispergačného aditíva je nedostatočná. Mikroskopické pozorovania poukazujú na existenciu veľkých aglomerátov pigmentov v PP vláknach. Tieto výsledky neodporujú všeobecne uznanovej definícii o zmáčateľnosti ako o podmienke silných adhéznych väzieb. Poukazujú však na to, že podmienka zmáčateľnosti je nutná, avšak nie je dostačujúca pre dispergáciu pigmentov. Navyše, vzájomné interakcie v trojzložkovom systéme polypropylén – pigment – dispergátor sú zložitejšie ako v binárnom polypropylén – pigment, dispergátor – pigment. Pritom sa nemôžu zanedbať interakcie a kompatibilita polypropylénu a dispergačného aditíva. V prípade dvojice polypropylén – polyoxyetylénglykol sa jedná o zjavne neznášanlivé zložky. Výsledkom povrchových interakcií v trojzložkovom systéme polypropylén (oligomérny olej) – pigment – polyglykoly je migrácia pigmentu na fázové rozhranie a po jeho nasýtení do polyglykolovej fázy [44, 45, 50]. Tieto javy poukazujú na povrchovú aktivitu pigmentových častíc na fázovom rozhraní nepolárnej a polárnej zložky pri vzájomnej dispergácii a na možnosť stabilizačného účinku „emulzie“ kvapalných zložiek tuhými časticami pigmentu [45, 51]. Povrchová aktivita antrachinonového pigmentu na rozhraní polypropylén – polyetylénglykol sa potvrdila experimentálne meraním medzifázového napäťia.

Povrchové vrstvy a medzifázové napätie polypropylén-dispergátor

Ďalším povrchovým javom, ktorý sa experimentálne študoval, bola povrchová vrstva kvapalnej zložky polyolefínu a polyglykolu na povrchu pigmentových častíc.

Teória povrchových vrstiev kvapalných zložiek na tuhých povrchoch vysvetluje tento jav na základe adsorpcie veľkých molekúl na tuhý povrch cez interakcie charakteristických, najmä polárnych funkčných skupín a na základe orientácie a zmeny v pohyblivosti segmentov makromolekúl, ktoré nie sú priamo adsorbované. Adsorbované i ďalšie makromolekuly so zníženou pohyblivosťou a s určitým orientačným efektom tvoria povrchovú vrstvu, ktorej efektívna hrúbka je charakterizovaná vzdialenosťou od povrchu, pri ktorej sa vlastnosti makromolekúl nelisia od vlastností molekúl v objeme [52–54]. Z toho dôvodu zdanlivá hrúbka (ďalej len hrúbka) povrchovej vrstvy závisí značne od zvolenej metódy pre jej stanovenie. V našich prácach sa použila viskozimetrická metóda, ktorej princípom je komparácia zdanlivého objemu tuhých častic v disperzii (s povrchovou vrstvou) s ich skutočným objemom. Touto metódou sa stanovila hrúbka povrchovej vrstvy organických nízkomolekulových i oligomérnych látok na povrchu pigmentov. Výsledky poukázali na významný rozdiel v hrúbke povrchovej vrstvy v závislosti od polarity látok a tiež od zloženia a charakteru pigmentu. Napriek týmto výrazným rozdielom v hrúbke povrchovej vrstvy kvapalných modelových kvapalín na povrchu pigmentov nenašiel sa jednoznačný vplyv tohto parametra na stupeň disperzity pigmentu v týchto médiach [44, 49, 50].

Jasná neznášanlivosť polypropylénu a polyetylénglykolov sa prejaví dôkladnou separáciou zložiek vo forme kvapiek na vlákne pod zvláčňovacou hubicou už pri desatinách percenta polyoxyetylénglykolu v PP. Pri trojzložkovom systéme polypropylén – pigment – polyoxyetylénglykol sa pozoruje dobrá kompatibilita zložiek aj pri vysokých koncentráciách polyglykolu (do 15%) pri 30% obsahu pigmentu vo farebnom koncentráte tak, že k žiadnej separácii zložiek nedochádza. To platí aj pre vlákna farbené na sýte odtiene, ktoré môžu obsahovať až do 1% glykolu.

Priame merania povrchových a medzifázových interakcií (napäťia), hrúbky povrchových vrstiev, adsorpcie pigmentu na fázovom rozhraní a kompatibility (medzifázové napätie) neznášanlivých zložiek za prítomnosti pigmentov, dovolujú navrhnuť mechanizmus dispergácie pigmentov v polyolefínach za prítomnosti dispergátora neznášanlivého s polymérom.

Mechanizmus dispergácie pigmentov

Tento mechanizmus predpokladá pri príprave kontrovaných disperzií v prvej fáze zmáčanie práškového polypropylénu dispergačným aditívom, ktorý vytvorí na povrchu práškového polyméru vrstvu na mikrometrovej úrovni. Po pridaní pigmentu a následnej homogenizácii zmesi v práškovej forme dochádza k rozdeleniu pigmentu po povrchu, pričom jeho zmáčanie dispergátorom nie je dokonalé a dochádza tiež k „obaleniu“ dispergátora pigmentom (prejaví sa tvorbou pigmentom obalených kvapiek pri prebytku

dispergátora). Túto úvahu podporuje tiež limitovanie času dispergácie prásokových zložiek za prítomnosti aditíva pri príprave koncentrátov. Pri jeho prekročení (pri úplnom zmáčaní častíc pigmentu dispergátorm) vzniká zmes, ktorú po pretavení charakterizujú veľké flokuly pigmentu a dispergátora.

Pri následnom pretavení prásokovej zmesi dochádza k vzájomnej dispergácii zložiek, z ktorých polypropylén predstavuje kontinuálnu fázu a dispergátor s pigmentom sú dispergovanou fázou, ako časticie pigmentu s „immobilnou“ povrchovou vrstvou dispergátora alebo časticie dispergátora stabilizované pigmentovanými časticami na fázovom rozhraní s polypropylénom [45, 55]. Tento mechanizmus dispergácie podporuje aj optimálne množstvo dispergátora potrebného na prípravu koncentrátu s optimálnymi spracovateľskými a koloristickými vlastnosťami. Bolo vypracovaných niekoľko metodík na jeho stanovenie. Jedna je predstavená v práci, kde optimálne množstvo dispergátora korešponduje s jeho hrúbkou povrchovej vrstvy a pohybuje sa od 10 do 40% na objem pigmentu [56–58]. Vyššia viskozita disperzie a dokonca vznik tixotrópnej disperzie napr. pri diazokondenzačných pigmentoch v polypropyléne za prítomnosti polyoxyethylénglykolov poukazuje na vysokú afinitu dispergátora k pigmentu. Pri jeho nižšej koncentrácií vytvárajú časticie dispergátora a pigmentu relativne pevnú štruktúrnu sieť, ktorú je možné vysvetliť spoločnou povrchovou vrstvou na tuhých časticach.

Na základe týchto výsledkov sa získali veľmi cenné informácie o interakciách zložiek v binárnom systéme pigment – polypropylén, pigment – dispergátor, polypropylén – dispergátor, ktoré sú významným príspevkom pri objasňovaní mechanizmu dispergácie organických pigmentov v polyolefínoch za prítomnosti polárneho dispergátora a objasňujú morfologickú štruktúru disperzie [13, 14, 45, 50]. Neumožňujú však na tejto úrovni informácií nájsť priamy vzťah medzi povrchovými vlastnosťami a spracovateľnosťou pigmentov pri dispergácii (stupňom disperzity) a tým nedovoľujú definovať ani ich vplyv na koloristické vlastnosti vláken farbených v hmote.

Spracovateľské vlastnosti farebných disperzií

Spracovateľnosť pigmentov môže byť definovaná súborom vlastností pigmentov, polymérneho nosiča a dispergátora, ktoré sa pri farbení vláken v hmote prejavia najmä na filtrovatelnosti koncentrátov a následne tiež vyfarbenej taveniny pred zvlákňovaním, ďalej na stupni disperzity a farebnej sile vláken teda aj na ekonomike farbenia. Koncentrované disperzie so zníženou spracovateľnosťou sa spravidla vyznačujú vysokou viskozitou a zníženou miešateľnosťou so základným polymérom, čo sa negatívne prejaví na znížení stability zvlákňovania, na znížení štruktúrnej i geometrickej rovnomernosti vlákna, na zvýšení prieťrovosti pri zvlákňovaní i dĺžení. Zlá spracovateľnosť

koncentrátov znižuje ekonomiku farbenia v hmote i trhovú konkurencieschopnosť farebných koncentrátov, ktoré sú výhodným výrobným artiklom renomovaných výrobcov.

Základnou úlohou ďalších prác týkajúcich sa disperzii organických pigmentov v polypropyléne bolo nájsť vhodnú metodiku a parametre na vyhodnotenie zložitých interakcií (najmä povrchových), ktorých optimalizácia by viedla k zlepšeniu miešateľnosti koncentrátov zo základným polymérom a teda k zvýšeniu stability zvlákňovania i k zlepšeniu rovnomernosti štruktúry vláken. Takto získané výsledky by sa využili pri optimalizácii chemického zloženia a molekulovej hmotnosti dispergátorov z hľadiska spracovateľnosti koncentrátov i farebnej sily vláken.

Ďalšie experimentálne práce ukázali, že vzájomné interakcie v trojzložkovom systéme môžu byť študované veľmi dobre dvoma metódami: na základe reologických meraní využitím modelov a empirických vzťahov všeobecne odvodených pre suspenzie tuhých častic v kvapalnom médiu [59, 60, 61] a analýzou toku disperzie cez jemné a definované otvory filtračných sít tzv. metódou filtrovatelnosti [41, 49, 62].

Publikácia bola vytvorená za finančnej podpory Grantovej agentúry SR, grant VEGA 1/8106/01 (A-26/01).

Literatúra

1. A. Marcinčin, A. Pikler, K. Ondrejmiška, *Plasticke hmoty a kaučuk*, 4, 1967, s. 360–361.
2. A. Marcinčin, A. Pikler, Vplyv svetelných stabilizátorov na rýchlosť kryštalizácie izotaktického polypropylénu, In: *Zborník CHTF SVŠT*, Bratislava, 1967, s. 149–155.
3. A. Marcinčin, A. Pikler, *Plasticke hmoty a kaučuk*, 6, 1968, s. 166–168.
4. A. Marcinčin, A. Pikler, Príspevok k aplikácii teórie znášanlivosti v procese výroby polypropylénových vláken, In: *Zborník CHTF SVŠT*, Bratislava, 1969–70, s. 197–202.
5. A. Marcinčin, A. Pikler, *Chemické vlákna* 19, 1969, s. 1–4.
6. A. Marcinčin a i., Polypropylene Fibres Dyeable by Exhaustion Process. In: *Proceedings 38th Man-Made Fibre Congress*, Dornbirn (ÖCHFI), Austria, 1999.
7. A. Marcinčin a i., *Fibres and Textiles in Eastern Europe*, (2001), in press.
8. A. Marcinčin, A. Pikler, J. Repka, *Chemické vlákna* 25, (1–3), 1975, s. 30–39.
9. A. Marcinčin, A. Ujhelyiová, L. Vaško, S. Masarech, *Vlákna a textil (Fibres and Textiles)*, 1 (1), 1994, s. 4–10.
10. A. Marcinčin a i., *Vlákna a textil (Fibres and Textiles)*, 4 (2), 1997, s. 38–43.
11. K. Berhalter, W. Hoof and R. Billermann, *Chem. Fibers Int.* 48, 1998, p. 65–69.
12. W. Morgenstern, *Chem. Fibers Int.* 47, 1997, p. 369–371.
13. A. Marcinčin and M. Krištofič, *Fibres and Textiles in Eastern Europe* 2, 1994, p. 38–42.
14. K. Ondrejmiška, *Dyes, Prísady do plastov (Plastics Additives)*, (Čaučík P. Ed.), ALFA Bratislava, 1985, ss. 383–435.
15. C. Ripke, *Chemiefasern/Textilindustrie* 37/89, 1987, p. 978–979, (E124–125).

16. G.E. Hahn, W. Schäfer and Ch. Hardt, *Chem. Fibers Int.* 46, 1996, p. 210.
17. K. Ondrejmiška, N. Szentiványi, *Chemické vlákna* 42, 1992, s. 110.
18. E. Herrmann, *Handbuch für den Pigmentverbraucher*, Curt R. Vincentz-Verlag Hannover 1962, 2nd ed. Stuttgart 1982.
19. M. Ahmed, *Polypropylene Fibers – Science and Technology*, Elsevier Sci., Publishing Comp., Amsterdam 1982, pp. 100–101.
20. A. Marcinčin, Dyeing of Polypropylene Fibres. In: *Polypropylene An A-Z Reference*, (J. Karger – Kocsis Ed.), Kluwer Acad. Publish., Dordrecht, Netherlands 1999, pp. 172–177.
21. W. Damm, E. Hermann, *Colorants*. In: *Plastics Additives, Handbook*, (R. Gächter, H. Müller and P.P. Klemchuk Ed.), Hanser, Munich, Vienna 1996, pp. 637–707.
22. B.L. Kaul, C. Ripke, and M. Sandri, *Chem. Fib. Int.* 46, 1996, p. 126–129.
23. B. Sens, *Pigment Physical Aspects of Modern Industrial Pigment Research*. In: *7th Int. Conf. on Organic Dyes and Pigments*, Colorchem'98, VUOS Pardubice, CZ, 1998, L 28.
24. B.L. Kaul., Recent Advances in the Chemistry of Organic Pigments. In: *7th Int. Conf. on Organic Dyes and Pigments*, Colorchem'98, VUOS Pardubice, CZ, 1998, L 28.
25. P. Erk, *8th Int. Confer. on Dyes and Pigments*, Colorchem 2000, VUOS Pardubice, CZ, 2000, L 5.
26. J. Repka, *Chemické vlákna*, 37, 1987, s. 46–52.
27. G.V. Kalinskaja, S.G. Dobronevskaja and E.A. Avrutina, *Pigmentation of Polymer Materials*, St. Petersburg, Chimia, 1985.
28. U. Kaluza, *Einfärben von Kunststoffen*, pp. 101–120, Düsseldorf, VDI-Verlag GmbH. 1975.
29. E. Zemanová, A. Marcinčin, T. Marcinčinová, *Chemické vlákna*, 43 (1–4), 1993, s. 27–33.
30. A. Marcinčin, E. Zemanová, K. Marcinčin, J. Beniska, Study of Pigments in Polypropylene, *6th IUPAC, Conference on Modified Polymers*, Bratislava, 1984, P8/34–39.
31. J. Schröder, *Progress in Organic Coatings* 15, 1988, p. 337–358.
32. A. Diačíková, *Chemické vlákna* 37, 1987, s. 110–117.
33. E. Zemanová, A. Marcinčin and T. Marcinčinová, *Chemické vlákna* 43, 1993, s. 27–33.
34. O. Durčová, A. Diačíková, *Chemické vlákna* 31, 1981, s. 161–168.
35. R. Dietze, K. Schultheis and S. Kaufmann., *Chem. Fiber Int.* 48, 1998, p. 414–415.
36. M. Nečas, A. Novák and O. Svoboda, *Chem. prum.* 35/60, 1985, s. 204–208.
37. M. Ahmed, *Polypropylene Fibers, Sci. and Technol.*, Elsevier Sci., Publish. Comp., New York, 1982, p. 118.
38. F.W.Jr. Billmeyer, M. Saltzman, *Principles of Color Technology*, (York J. Wiley 2nd ed.), New York 1981.
39. A. Marcinčin, E. Zemanová and T. Marcinčinová, *Chim. Volokna* 6, 1989, p. 45–46.
40. A. Marcinčin, E. Zemanová, K. Ondrejmiška and I. Gróf, *Chim. Volokna* 1, 1990, p. 49–51.
41. O. J. Schmitz, R. Kroker and P. Pluhar, *Farbe und Lack* 79, 1973, p. 733–739.
42. J. Repka, A. Marcinčin, Stanovenie medzifázového napäťia metódou rotačnej kvapky. In: *Zborník: Seminár o povrchové a koloidné chémii*, ČSVTS Pardubice, 1977, s. 82–86.
43. A. Marcinčin, T. Marcinčinová, J. Repka, A. Pikler, *Chemické vlákna* 20 (1), 1970, s.1–4.
44. K. Ondrejmiška, A. Marcinčin and J. Repka, *Chemické vlákna* 27, 1977, s. 77–84.
45. A. Marcinčin, E. Zemanová and T. Marcinčinová, *Textilnaja chimija* 1, (3), 1993, p. 32–42.
46. M. Mačura, *Chemické vlákna* 43, 1993, s. 34–39.
47. V. Marcian, *Chemické vlákna* 30, 1980, s. 11.
48. A. Marcinčin, K. Marcinčin, Štúdium medznej vrstvy na povrchu farebných pigmentov . In: *Zborník CHTF SVŠT*, Bratislava, 1979–1981, s. 253–257.
49. A. Marcinčin, E. Zemanová, J. Beniska, The Interactions on the Interface of Polypropylene and Organic Pigment, In *Polymer Composites*, (B. Sedlacek, Walter de Gruyter and Co. Ed.), Berlin, New York, 1986, pp. 243–249.
50. A. Marcinčin et al., *Chemické vlákna* 28, 1978, s. 121–128.
51. A. Marcinčin, K. Ondrejmiška, E. Zemanová, K. Marcinčin, Povrchová úprava pigmentov pre polyolefíny. In: *Zborník COLORCHEM '86*, VÚOS Pardubice, 1986, s. 25–27.
52. Ju.S. Lipatov, *Vysokomol. Sojed.*, 10, 1973, p. 2–243.
53. Ju. M. Malinskij, *Vysokomol. Sojed.*, 8, 1966, p. 1886.
54. A. Marcinčin, J. Repka, J. Ilavský, Adsorpcia polymérov na povrchu farebných pigmentov. In: *Zborník III. Seminár o povrchové a koloidné chémii*, Pardubice, DT ČSVTS, 1977, s. 92–96.
55. E. Zemanová, A. Marcinčin, J. Beniska, Hodnotenie stability disperzií pigmentov polypropyléne. In: *Zborník Inovačné procesy a metódy vo výskume a výrobe chemických vláken*. CHTF SVŠT, Bratislava, P23, 1982, s. 1–3.
56. A. Marcinčin, K. Ondrejmiška, *Chemické vlákna* 31, s. 1981, 132–138.
57. polypropénových vláken v hmote. In: *Zborník IV. Seminár o povrchové a koloidné chémii*, Pardubice, DT ČSVTS, 1979, s. 87–91.
58. A. Marcinčin a i., Hodnotenie pigmentov a dispergačných prísad pre farbenie polypropénových vláken v hmote. In: *Zborník ČSVTS XV. Konferencia Vláknotvorné polyméry a ich spracovanie*, Vysoké Tatry – VÚCHV Svit, 1982, s. 53–57.
59. B. Lofajová, A. Pikler, *Plasty a kaucuk* 14, 1977, s. 361.
60. A. Marcinčin, K. Ondrejmiška, E. Zemanová, *Chemické vlákna* 29, 1981, s. 228–238.
61. A. Marcinčin, O. Brejka, E. Zemanová and T. Marcinčinová, Estimation of Miscibility of Colour Concentrates with Polyethylene Terephthalate. In: *7th Int. Conf. on Organic Dyes and Pigments*, Colorchem'98, VUOS Pardubice, CZ, 1998, p. 23.
62. A. Marcinčin, E. Zemanová, K. Ondrejmiška and I. Gróf, *Chim. Volokna* 1, 1990, p. 49–51.

FYZIOLÓGIA ODIEVANIA I.

TEPELNÁ REGULÁCIA ČLOVEKA

Murárová, A.

CHTF STU, Radlinského 9, 821 37 Bratislava

Článok je venovaný 50. výročiu založenia Katedry vlákien a textilu na Chemickotehnologickej fakulte, Slovenskej technickej univerzity v Bratislave.

O fyziológií odievania pojednávame v súvislosti s odievaním človeka. Odev je kvázi-fyziologický systém, ktorý pomáha udržiať teplo tela pri náročných chladných podmienkach a naopak odvádzať teplo od tela pri teplom vonkajšom prostredí, alebo vysokom fyzickom zaťažení. Odev je vždy prítomný a podielá sa pri fyziologických činnostiach človeka. Z hľadiska fyziológie odievania je najdôležitejšia fyziologická činnosť človeka tepelná regulácia tela.

Biologicky patrí človek do spoločnosti teplokrvných živých tvorov, so stálou teplotou jadra 37°C (t.j. v trupe a hlave). Už teplotný rozdiel $\pm 2^{\circ}\text{C}$ signalizuje chorobný stav prehriatím, alebo podchladením.

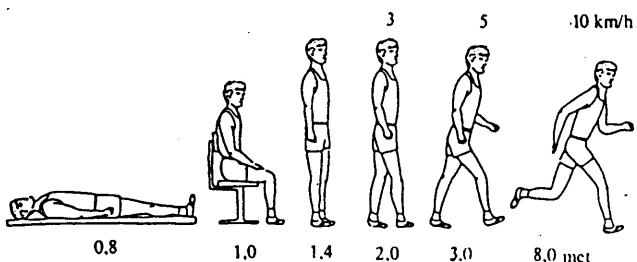
Energia sa tvorí v tele z potravy, ktorá sa prijíma a biochemicky premieňa za prítomnosti vdychovaného kyslíka. Vzniká pritom veľké množstvo energie, ktorá sa potrebuje na činnosť rôznych vnútorných orgánov a prácu svalov. Veľký podiel energie sa odvádza ako teplo do vonkajšieho okolia. Sú štyri spôsoby odvádzania tepla z tela do okolia:

1. Dýchaním
2. Žiarením
3. Výdajom tepla cez pokožku ako „suchý“ tok tepla
4. Výdajom tepla cez pokožku ako tok tepla odparovaním potu

Regulácia teploty tela je rozdielna u neodetého a u odetého človeka. U neodetého je väčší podiel odvádzaného tepla žiarením a konvekciami. U odetého človeka je zvýšený podiel odvádzaného tepla odparovaním potu. Odvádzanie tepla žiarením je u odetého človeka obmedzené.

Metabolizmus pri rôznych fyzických činnostiach človeka je rozdielny. V tab. 1 sú vyjadrené niektoré činnosti a výkon človeka vyjadrený vo wattoch. Jednot-

ka na vyjadrenie látkovej premeny na energiu je metabolik, $1 \text{ met} = 58 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ (obr. 1).



Obr. 1 Látková premena pri rôznych činnostiach

Základná energetická bilancia človeka je vyjadrená vzťahom (1):

$$M - P_{ex} = H_{res} + H_s + H_c + H_e \quad (1)$$

M – látková energetická premena, P_{ex} – vonkajšia fyzická práca svalov, H_{res} – výdaj tepla dýchaním, H_s – výdaj tepla žiarením, H_c – výdaj tepla suchým tokom, H_e – výdaj tepla odparovaním potu

Na ľavej strane rovnice (1) je teplo produkované, na pravej strane teplo vydané do vonkajšieho okolia. U odetého človeka vstupuje do procesu výdaja tepla odev. Potom platí (2):

$$H_{cl} = H_c + H_e \quad (2)$$

H_{cl} – prechod tepla cez odev (W), H_c – prechod tepla suchým tokom, H_e – prechod tepla odparovaním potu.

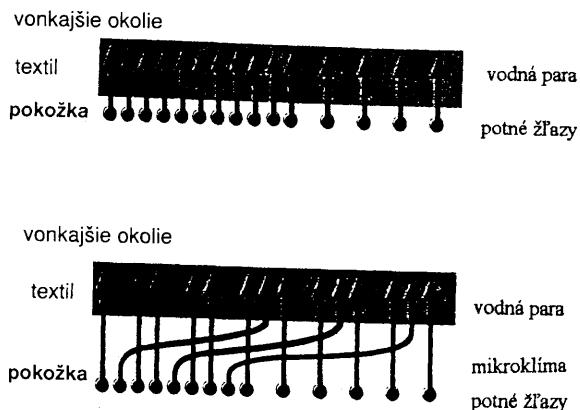
Prechod tepla cez odev bude významne závisieť od jeho fyziologických vlastností, ktoré reprezentujú odpor prechodu tepla (R_c) a odpor prechodu vodnej pary (R_e). Odpor prechodu tepla je tepelná izolácia. Prechod tepla cez odev bude ďalej významne závisieť od poveternostných podmienok v ktorých sa nosí, t.j. od teploty okolia, vzdušnej vlhkosti a rýchlosťi vetra. V neposlednej miere bude hodnota prechodu tepla cez odev závisieť od fyzickej činnosti, ktorú človek vykonáva v danom odevе. Celkové platí:

$$H_{cl} = f(R_c, R_e, \Delta t, \Delta p, a, v) \quad (3)$$

Δt – rozdiel strednej hodnoty teploty kože a vonkajšieho okolia ($^{\circ}\text{C}$), Δp – rozdiel tlakov vodnej pary na

Table 1 Výkon človeka pri rôznych telesných činnostiach

Činnosť	Výkon, W
spanie	85
sedenie v klúde	115
státie	160
ľahká telesná práca	200
chôdza 4km/h	280
chôdza 5km/h	350
ťažká práca	450
maximálny krátkodobý výkon	1000–1200



Obr. 2 Prechod vodnej pary cez textilnú vrstvu

povrchu kože a vodnej pary v okolitej vzduchu (mbar), a – povrch kože (m^2), v – rýchlosť vetra ($m.s^{-1}$), R_c – tepelná izolácia ($m^2.\text{°C}.W^{-1}$), R_e – odpor prechodu vlhkosti ($m^2.mbar.W^{-1}$).

Závislosť odvádzania tepla cez odev podľa posledného vzťahu je zložitá. Vystupuje tu zložitá interakcia vplyvov „telo – odev – klíma“.

Tepelnú reguláciu človeka riadi dômyselne medzimozog. Pri ochladzovaní sa používa väčšinou odev ako ochrana proti chladu. Pri prehriatí tela nastáva účinné ochladzovanie odparovaním potu. Odev no-

síme v chladnom ale aj v teplom prostredí, najmä ak slúži ako ochrana kože. V chladnom prostredí má odev tepelne izolovať kožu. V teplom prostredí, keď je zvýšené potenie je úlohou odevu odvádzať teplo a vodnú paru od pokožky do vonkajšieho okolia. Na obr. 2 je schematicky znázornené odvádzanie potu od kože cez textilnú vrstvu. Keď textil je kapacitne nepostačujúci pre odvádzanie potu, potom sa prepotí. V takom odevu človek diskomfort pri nosení. Zvýšením pododevnej vrstvy – mikroklímy sa zvýší rovnomenosť využitia textilnej plochy pre prechod vodnej pary.

ZÁVER

Fyziológia odievania rieši vzťah medzi odevom, ľudským telom a vonkajším prostredím. Odev ako kvázi fyziologický systém má zabezpečiť termofiziologický komfort pri jeho nosení.

Pre technológov vlákien, textiliu a odevu je veľa možností ako cieľ dosiahnuť.

LITERATÚRA

- [1] Mecheels J., Umbach K. H.: Melliand Textilberichte 12, 1029–1031, 1976
- [2] Weder M.: Textilveredlung 22 (10) 376–381, 1987

FYZIOLÓGIA ODIEVANIA II.

ODEV AKO „FYZIOLOGICKÝ“ SYSTÉM

Murárová A.

CHTF STU, Radlinského 9, 812 37 Bratislava

Článok je venovaný 50. výročiu založenia Katedry vlákien a textilu na Chemickotehnologickej fakulte, Slovenskej technickej univerzity v Bratislave.

Žijeme v takej spoločenskej etape ľudstva, že bez odevu sa nezaobídeme. Hlavné atribúty odevu sú:

- vyjadruje nás zovňajšok
- chráni kožu pred vonkajšími vplyvmi
- pomáha udržovať teplotu tela
- je významný článok v interakcii „človek – odev – klíma“.

Odev má v súvislostiach s fyziológiou odievania funkciu ergonomickú, pokožkovo senzorickú a fyziologickú:

Ergonomická funkcia odevu je daná strihom tak, aby sa mohol v ňom vykonávať pohyb.

Pokožkovo-senzorická funkcia odevu je minimalizovať dráždenie tlakových a teplotných receptorov v koži.

Fyziologická funkcia odevu spočíva v účasti na tepelnej regulácii človeka.

Odev je kvázi-fyziologický systém. Jeho „fyziologický“ účinok sa prejaví až v interakcii s človekom. Odev pomáha udržiavať vhodné teplo tela a odparovanie potu v dostatočnej miere v širokom rozsahu telesných zaťažení a rôznych klimatických podmienok.

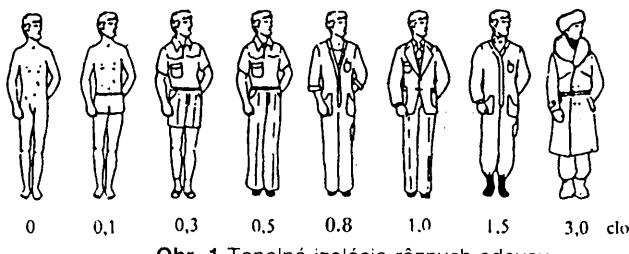
Najdôležitejšie fyziologické vlastnosti odevu sú:

- tepelná izolácia odevu
- prieplustnosť vodnej pary cez odev.

Dobrý funkčný odev pri nosení sa takmer nevníma. Plánovanou výrobou odevu na základe poznatkov o fyziológiu odievania možno taký odev skonštruovať.

Hlavnú podstatu odevu tvorí textil, pozostávajúci z textilných vlákien. Od nich sa odvíjajú najdôležitejšie fyziologické vlastnosti odevu.

Tepelná izolácia odevu vyjadruje mieru odporu proti prechodu toku tepla suchou cestou – R_c ($\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C} \cdot \text{W}^{-1}$).



Obr. 1 Tepelná izolácia rôznych odevov

V staršej literatúre sa uvádzajú jednotky pre tepelnú izoláciu clo, pričom platí, že $1\text{clo} = 0,155 \text{ m}^2 \cdot ^\circ\text{C} \cdot \text{W}^{-1}$. Tepelná izolácia 1clo prislúcha ľahkému vychádzkovému pánskemu odevu, obr.1.

Odpór prechodu vlhkosti cez odev sa vyjadruje hodnotou – R_e ($\text{m}^2 \cdot \text{mbar} \cdot \text{W}^{-1}$).

Tepelná izolácia (R_c) a odpór prechodu vlhkosti (R_e) súčasne pôsobia na tepelnú reguláciu človeka.

Dobrý odev je taký, ktorý má vhodnú tepelnú izoláciu a najvyššiu možnú prieplustnosť vodnej pary. Optimálny pomer hodnôt R_c a R_e udáva vzťah:

$$i_m = 0,6 \cdot (R_c/R_e) \quad (1)$$

i_m – index prechodu vlhkosti, R_c – odpór prechodu tepla, R_e – odpór prechodu vodnej pary.

Indexy prechodu vlhkosti pre vybrané druhy textilií a odevov sú v tab. 1

Tab. 1 Indexy prechodu vlhkosti niektorých textilií (i_{mt}) a odevov (i_m)

Druh	i_{mt}	i_m
košeľovina	0,20–0,45	–
oblekovina	0,15–0,35	–
pletenina na spodné prádlo	0,25–0,50	–
netkaná textília	0,35–0,55	–
ľahký oblek	–	0,60–0,67
oblek so zimným pláštom	–	0,48–0,54
pracovný odev optimálny	–	0,60–0,72
pracovný odev neoptimálny	–	0,40–0,52

Vyššie hodnoty indexu prechodu vlhkosti odevu v porovnaní s indexom prechodu vlhkosti textilií spočívajú v tom, že odev je systém zložený z viacerých textilných a vzduchových vrstiev, ktoré spolu v interakcii so strihom odevu regulujú prieplustnosť vodnej pary a tepelnú izoláciu.

Tepelná izolácia odevu R_c sa vyjadruje vzťahom (2):

$$R_c = R_{cl'} + R_{ct} + R_{cl''} \quad (2)$$

$R_{cl'}$ – tepelná izolácia vzduchu v podobe vlnnej vrstvy, R_{ct} – tepelná izolácia textilnej vrstvy, $R_{cl''}$ – tepelná izolácia vzduchovej vrstvy viazanéj na textil z vonkajšej strany.

Odpor prechodu vodnej pary cez odev R_e sa vyjadruje vzťahom (3):

$$R_e = R_{eL'} + R_{et} + R_{el'} \quad (3)$$

$R_{eL'}$ – odpor prechodu vodnej pary cez pododevnú vrstvu, R_{et} – odpor prechodu vlhkosti cez textilnú vrstvu, $R_{el'}$ – odpor prechodu vlhkosti cez vzduchovú vrstvu, ktorá je viazaná na textil z vonkajšej strany.

Zo vzťahov (2) a (3) vyplýva, že textilná vrstva prispieva iba podielom k celkovej hodnote R_c a R_e . Textilnú vrstvu chápeme ako „kompozit“ tvorený z vláken a vzduchu. Práve vzduch je v tomto kompozite hlavným tepelným izolantom. Dobre tepelneizolujúce textilné vrstvy majú 90–95% zo svojho objemu vzduch. Konštrukcia textilie a vlákna v nej majú mať takú makroštruktúru, aby uzatvárali v medzivlákených priestoroch čo najviac vzduchu. V tom je hlavný význam vláken na odpor prechodu tepla a vodnej pary. Vlákna tvoria textilnú konštrukciu, v ktorej uzavárajú vzduch. Pohyblivosť takto uzavretého vzduchu má byť čo najmenšia, aby hodnota R_c bola dostačná. Stlačiteľnosť textilnej vrstvy má veľký význam na tepelnú izoláciu.

Vlákna majú vysokú tepelnú vodivosť, naopak vzduch má veľmi malú tepelnú vodivosť, tab. 2.

Tab. 2 Tepelná vodivosť vlákkenných textilných materiálov

Druh	λ , kcal/m ² ·°C·h
vlna	0,16
hodváb	0,18
bavlna	0,25
štan	0,25
PA	0,20
PES	0,15
PAN	0,15
vzduch	0,022

Prechod vodnej pary cez textilnú vrstvu sa uskutočňuje viacerými možnými cestami. Sú to:

1. Difúzia vodnej pary cez póry textilu
2. Absorpcia vodnej pary do vláken a následne desorpcia
3. Adsorpcia vodnej pary na povrchu vláken, migrácia pozdĺž vláken a desorpcia
4. Kapilárna kondenzácia vodnej pary.

Difúzia vodnej pary z pododevnej vrstvy cez textil do vonkajšieho okolia sa uskutočňuje cez medzipriestory vláken a priadze v tkanine alebo pletenine. Vodná para difunduje cez vzduch, ktorý sa nachádza v týchto medzipriestoroch. Z hľadiska fyzikálneho ide o jav pohybu plynu v inej plynnej látke. Čím je textil otvorennejší, tým je difúzia vodnej pary účinnejšia. Priepustnosť vodnej pary difúznym spôsobom závisí od difúznej cesty, ktorá je daná konštrukciou priadze a textílie, teda od makroštruktúry vláken. Nezávisí od druhu polyméru.

Absorpcia vodnej pary od pokožky do vnútra vláken, transport cez vlákna a desorpcia na vonkajšej strane textilu sú závislé od chemickej a fyzikálnej štruktúry vláken a relatívnej vlhkosti vzduchu. Transport vlhkosti spôsobom absorpcie a následnej desorpcie je pomalý. Vláknová polymérna substancia tu má veľký význam. Absorpcia vodnej pary sa môže čiastočne ovplyvniť zošľachtením povrchu vláken a konštrukciou textilu. Hydroskopičnosť vláken pôsobí obmedzujúco na difúziu vodnej pary.

Adsorpcia na povrchu vláken, migrácia pozdĺž vláken a desorpcia na vonkajšej strane textilie je najúčinnejší mechanizmus pre prechod vodnej pary cez textil. Sumárny povrch vláken na 1m² textilu je mno-

Tab. 3 Nasiakavosť vody vláknami pri 65% relatívnej vzdušnej vlhkosti

Druh vlákna	Nasiakavosť, %
PA	4,2
PES	0,9
bavlna	8,5
vlna	17,0
viskóza	13,0

honásobne väčší. Na povrchoch vláken sa vytvára tenká kvapalná vrstva vody, ktorá migruje na vonkajšiu stranu textilu, kde sa odparuje do vonkajšieho okolia. Množstvo takto odtransportovanej vody závisí od hydrofilnosti vláken. Zmáčateľnosť povrchov vláken možno výrazne zvýšiť povrchovou úpravou zošľachťovaním, konštrukciou priadze a konštrukciou textilie.

Transport vody cez kapiláry medzi vláknami a priadze sa uskutočňuje kapilárnymi silami. Kvapalná voda sa pohybuje cez textil a na vonkajšej strane sa odparuje do okolia. Tento spôsob transportu vlhkosti závisí od makroštruktúry vláken, makroštruktúry priadze, konštrukcie textilie a povrchovej úprave zošľachtením. Polymérna substancia vlákna má malý vplyv na kapilárnu kondenzáciu.

Veľký význam na priepustnosť vodnej pary celkovo cez odev má strih odevu a jeho ventilačné otvory.

Aký spôsob transportu vodnej pary cez textil bude preferujúci, závisí od mnohých faktorov:

- Hrúbka vláken a ich geometria ovplyvňuje geometriu kapilár, medzipriestory medzi elementárnymi vláknami. Jemnosť vláken udáva celkovú plochu povrchov vláken v textílii.
 - Konštrukcia priadze ovplyvňuje difúzne, absorpčné a kapilárne cesty vodnej pary.
- Väzby tkaniny a pleteniny z hľadiska priepustnosti vlhkosti sú najvýznamnejšie.
- Uvedené faktory podporujú tiež priepustnosť vzduchu. Priepustnosť vzduchu cez textíliu nekorešponduje vždy s priepustnosťou vodnej pary. Priepustnosť vzduchu nezávisí veľmi od hrúbky textilnej vrstvy.

Priepustnosť vodnej pary je úmerná štvorcu hrúbky textilnej vrstvy.

Strih odevu z hľadiska jeho fyziologickej funkcie je dôležitý faktor, ktorý ovplyvňuje komfort nosenia. Pri jeho nevhodnom návrhu by boli fyziologické a tiež ergonomické funkcie potlačené.

Vo všetkých prípadoch používania odevu sú ventilačné otvory bypassy pre teplo a vlhkosť.

ZÁVER

Z uvedeného prehľadu vidno vplyv vlákien, makroštruktúry vlákien, makroštruktúry priadzí a konštrukcie textílie na tepelnú izoláciu odevu a odpor precho-

du vodnej pary. Druh vláknotvorného polyméru, t. j. či sú vlákna syntetické, chemické alebo prírodné nie je rozhodujúci. Vplyvy sú v makroštruktúre „vlákno – priadza – textil“. Znamená to, že v tejto oblasti sú ešte rezervy, ako urobiť syntetické vlákna čo najviac podobné prírodným vláknam.

LITERATÚRA

- [1] Mecheels J., Umbach K. H.: *Melliand Textilberichte* 12, 1029–1031, 1976
- [2] Mecheels J.: *Textilveredlung* 21 (10) 323–330, 1986
- [3] Weder M.: *Textilveredlung* 22 (10) 376–381, 1987

Z VEDECKOVÝSKUMNÝCH A VÝVOJOVÝCH PRACOVÍSK

Zhodnotenie výsledkov posudzovania zhody ostatných určených výrobkov vo VÚTCH-CHEMITEK spol. s r. o. Žilina, Autorizovaná osoba SKTC119 za rok 2000

Evaluation of results of conformity assessment regarding other specified products in VÚTCH-CHEMITEK Ltd. Žilina, Authorized Body SKTC-119 for the year 2000

Herchlová, I.

VÚTCH-CHEMITEK spol. s r.o., Žilina, Autorizovaná osoba SKTC-119

Výsledky posudzovania zhody ostatných určených výrobkov vo VÚTCH-CHEMITEK spol. s r. o. Žilina za rok 2000 uvádzame v nasledujúcom tabuľkovom prehľade:

Počet	Celkom
zaevdovaných žiadostí	2 306
z toho modul a	291
z toho modul b	36
z toho modul c	1 967
nepovinná certifikácia	12

U výrobkov spotrebnej chémie, ktoré nesplňajú požiadavky tvorí najväčšie percento odmietnutí potvrdiť zhodu pôvodom zo Španielska 34 % a Českej republiky tiež 34 %.

Vydané odmietnutia potvrdiť zhodu na textilné podlahové krytiny boli zastúpené pôvodom len z Belgicka.

Teritoriálny prehľad o nekvalite textilných a odevných výrobkov uvádzame v grafe 2 a výrobkov spotrebnej chémie v grafe 3.

Počet	Celkom	Tuzemsko	Dovoz
vydaných certifikátov	1 761	127	1 634
– z toho neurčené výrobky	15	6	9
vydaných potvrdení o zhode	253	14	239
vydané odmietnutia potvrdiť zhodu	87	3	84
– z toho vydané odmietnutia potvrdiť zhodu na výrobky modulu a	17	1	16
– z toho vydané odmietnutia potvrdiť zhodu na výrobky modulu c	70	2	68

V skupine neurčených výrobkov sú zastúpené predovšetkým vlnené posteľné súpravy pre dospelých pôvodom z Nemecka, Bulharska a Maďarska, metráž na výrobu posteľnej bielizne pôvodom zo Slovenskej republiky.

V počte vydaných potvrdení o zhode predstavujú najväčší podiel výrobky spotrebnej chémie celkom 49,8 %, textilné podlahové krytiny sú zastúpené 46,6 % a šijacie nite predstavujú 3,5 % z celkového počtu vydaných potvrdení o zhode.

Z celkového počtu certifikátov vydaných AO SKTC-119 (1761) bolo vydaných spolu 87 rozhodnutí o odmietnutí potvrdiť zhodu, čo predstavuje 4,9 %.

Na dovážané výrobky bolo vydaných odmietnutí potvrdiť zhodu celkom 96,5 % .

Výrobky pôvodom z Ázie sa podieľajú 67 % na nekvalite textilných a odevných výrobkov.

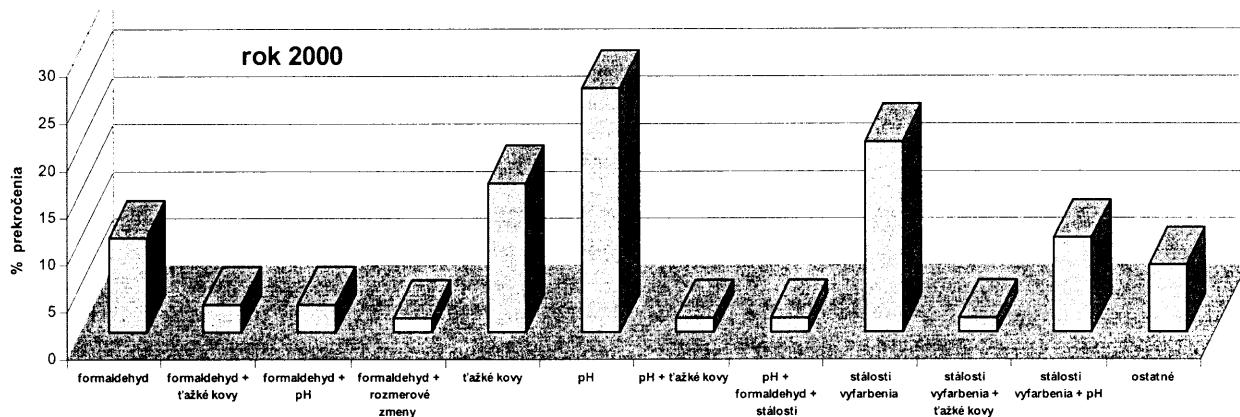
Percentuálne prekročenie jednotlivých limitov zdraviu škodlivých látok a kvalitatívnych parametrov, ktoré sú dôvodom odmietnutia potvrdiť zhodu na textilné a odevné výrobky za rok 2000 sú uvedené v grafe 1.

Vydané odmietnutia potvrdiť zhodu na textilné a odevné výrobky boli pôvodom z krajín uvedených v grafickom znázornení (graf 2).

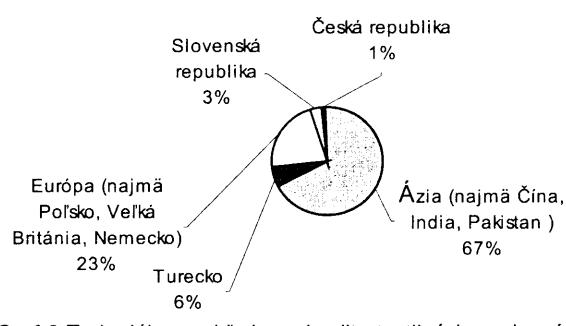
Výrobcovia v rámci SR z uvedeného prehľadu predstavujú 3 % z celkového počtu odmietnutí potvrdiť zhodu na textilné a odevné výrobky.

Výsledky potvrdzujú, že výrobcovia v SR dodržiavajú zásady a princípy bezpečnosti výrobkov a ochrany zdravia spotrebiteľov v porovnaní s podielom dovozov na vydaných odmietnutiach potvrdiť zhodu.

Z celkového počtu odmietnutí potvrdiť zhodu na výrobky modulu a bolo celkom 70,5 % vydaných na vý-



Graf 1 Percentuálne prekročenie limitov zdraviu škodlivých látok a kvalitatívnych parametrov



Graf 2 Teritoriálny prehľad o nekvalite textilných a odevných výrobkov za rok 2000



Graf 3 Teritoriálny prehľad odmietnutí potvrdiť zhodu

výrobky spotrebnej chémie a 29,4 % na textilné podlahové krytiny.

Dôvody odmietnutia potvrdiť zhodu u výrobkov spotrebnej chémie boli nasledovné:

- prekročenie limitu hodnoty pH 1%-ného roztoku výrobku
- nízka pracia schopnosť pracieho prostriedku
- prekročenie limitu hodnoty inkrustácie
- vysoká strata pevnosti tkaniny po 25 násobnom praní

- vysoká zmena farebného odtieňa tkaniny.

V tejto skupine výrobkov najväčší podiel odmietnutí potvrdiť zhodu vydaných na výrobky bol pôvodom z krajín, ktoré uvádzame v grafe 3.

Dôvody odmietnutia potvrdiť zhodu u textilných podlahových krytin boli nasledovné :

- nízka stálosť vyfarbenia vo vode
- nedodržanie menovitej hodnoty celkovej hmotnosti
- nedodržanie menovitej hodnoty hmotnosti vlasu nad podkladom.

Vydané rozhodnutia o odmietnutí potvrdiť zhodu boli pôvodom len z Belgicka.

Výsledky hodnotenia určených výrobkov za rok 2000 potvrdzujú potreby skúšania výrobkov a ochrany zdravia spotrebiteľov.

Z hľadiska ochrany spotrebiteľa je v platnosti od 1.7.1999 Vyhláška Ministerstva hospodárstva SR č. 18/1998, ktorou sa stanovujú podmienky na označovanie zloženia a spôsob zaobchádzania s textilnými výrobkami, ktoré sú určené symboly ošetrovania textilií pri ich používaní.

Zákon č. 264/1999 Z. z. o technických požiadavkách na výrobky a o posudzovaní zhody a o zmeni a doplnení niektorých zákonov spolu so zákonom č. 294/1999 Z. z. o zodpovednosti za škodu spôsobenú vadným výrobkom a zákonom č. 634/1992 Zb. o ochrane spotrebiteľa v znení neskorších predpisov (zákon č. 137/1998 Z. z. a zákon č. 310/1999 Z. z.) vytvárajú uzavretý legislatívny rámc na ochranu života, zdravia a majetku osôb a životného prostredia.

ZO ZAHRANIČNÝCH ČASOPISOV

Hodnotenie zrničného podkladu spevneného geomriežkou

GEOTECHNICAL FABRICS REPORT, 18, 2000, č. 1, s. 22–28

Ministerstvo dopravy štátu Wyoming overovalo efektívnosť nákladov vynakladaných na obstaranie a inštaláciu biaxiálnych geomriežok pri výstavbe vozoviek ako aj funkčnosť takto vybudovaných dopravných stavieb. Pri výstavbe testovej vozovky použili geomriežku Geogrid BX 1100 Tensar. Zvolený úsek hodnotili bezprostredne po dokončení a opakovane po troch rokoch premávky. Výsledky skúšok ukázali, že geomriežka umožňuje redukovať hrúbku zrničného podkladu zo 430 na 280 mm a podstatne tak ušetrí materiálové náklady. Štrkový podklad spevnený geomriežkou rozkladá začaženie spôsobené prevádzkou na väčšiu plochu, čím sa predlžuje životnosť komunikácie.

Spracovanie toxickej výluhu v Baltimore

GEOTECHNICAL FABRICS REPORT, 18, 2000, č. 1, s. 48–50

Pri spracovaní chrómovej rudy v Baltimore vzniká toxickej výluh s obsahom šesťmocného chrómu, znečistujúci podzemnú vodu. Firma Commdore Separation Technologies Inc. riešila tento vážny ekologickej problém zavedením procesu SLIM, ktorý využíva kvapalnú membránu a odstraňuje chróm. Navyše ho regeneruje do použitejnej formy. Kvapalná membrána sa vytvorí impregnáciou pórov v zväzku mikroporovitých dutých polypropylénových vláken roztokom nosiča (organickej kvapaliny) a interným organickým riedidlom. Nosič extrahuje chróm z privádzaného roz toku a na rozhraní roztok/membrána vzniká komplex, ktorý difunduje cez membránu. Nasleduje separácia chrómu a jeho regenerácia. Technológia umožňuje znížiť obsah šesťmocného chrómu pod 0,05 ppm. Je vhodná aj na separáciu iných kovov z odpadových vôd.

Inštalácia syntetických geotextilií pri výstavbe cestných povrchov – prehľad správnej metodiky inštalácie

GEOTECHNICAL FABRICS REPORT, 18, 2000, č. 2, s. 16–18

Prvý zo série článkov venovaných uvedenej problematike v úvode špecifikuje význam a výhody použitia geotextilií v cestnom stavitelstve, definuje geomriežky a geotextilie kladené pod asfaltový koberec ako aj funkcie, ktoré tieto materiály plnia. Rozeberá typy vhodných geotextilií, suroviny, z ktorých sa vyrábajú aj technológie ich výroby. Po posúdení ich výhod a nevýhod sa autor podrobnejšie venuje problematike skúšania týchto materiálov. Špecifiku-

je vlastnosť skúšané podľa noriem ASTM, používané skušobné metodiky a parametre, ktoré geotextilie musia splňať, aby vyhoveli náročným kritériám.

Výstuže asfaltových kobercov

GEOTECHNICAL FABRICS REPORT, 18, 2000, č. 2, s. 30–33

Príspevok sumarizuje súčasný stav poznatkov získaných pri kladení a užívaní výstuží asfaltových kobercov v praxi. V úvode je krátko načrtnutá história výstavby asfaltových a betónových povrchov s použitím geotextilií a ich predchodcov. Dalej sú popísané možnosti použitia geotextilií pri opravách cest ako výstužných materiálov znižujúcich vnútorné napätie a zabraňujúcich praskaniu asfaltových povrchov. Nasleduje popis typických materiálov používaných pre tieto účely a analýza vplyvov intenzity dopravy (únava materiálu, jeho posuv) ako aj klimatických podmienok na geotextilné výstuže asfaltových povrchov.

Nová norma pre skúšanie porušenia švu

GEOTECHNICAL FABRICS REPORT, 18, 2000, č. 3, s. 14–17

Dôležitou súčasťou procesu zabezpečenia kvality pri používaní výstrelkových geomembrán je skúšanie pevnosti švov. Typické skúšky porušenia švu hodnotia dva parametre – pevnosť v šmyku a odlupovanie. V príspevku je uvedený prehľad niektorých noriem ASTM, podľa ktorých sa skúša pevnosť švu. Najčastejšie typy porušení švov sú zobrazené aj popísané. Nová norma ASTM 6392-99, Standardná skušobná metóda je určená na stanovenie integrity švov nespevnených geomembrán vyrobených metódami teplnej fúzie.

Infiltrácia cez uzávery skládok odpadu

GEOTECHNICAL FABRICS REPORT, 18, 2000, č. 4, s. 22–26

Autor bol členom tímu, ktorý tri roky monitoroval infiltráciu cez uzáver skládky odpadov v City of High Point, pri výstavbe ktorej bol použitý geosyntetický výstrelkový materiál s bentonitom s prieplustnosťou $1.10^{-7} \text{ cm.sec}^{-1}$. V úvode príspevku autor popisuje štruktúru uzáveru skládky a program monitorovania. Podrobne sú uvedené klimatické a poveternostné podmienky oblasti a namerané hodnoty zrážkovej činnosti. Zaznamenané výsledky celkovej ročnej infiltrácie cez uzáver skládky sú znázornené aj graficky. Trojročný priemer ročnej infiltrácie ako percento ročných zrážok bol 6,31 % na svahoch a 0,33–2 % na bežné skládky. Dlhodobé ročné hodnoty infiltrácie umožňuje predpovedať s dosťatočnou pres-

nosťou model HELP, nie je však vhodný na predpovedanie vrcholu prietoku v laterálnych drenážnych systémoch.

PVC: Dlhá história, perspektívna budúcnosť

GEOTECHNICAL FABRICS REPORT, 18, 2000, č. 4, s. 38–41

Autor príspevku približuje 30-ročnú história použitia PVC geomembrán, spôsob ich výroby, ich vlastnosti a skúšky, ktorými sa zistujú formy, v akých sa dodávajú na stavenisko, metódy ich spájania. Podrobnejšie je popísané použitie PVC geomembrán pri budovaní skládok odpadov a príklady niektorých ich úspešných praktických aplikácií. Ďalej sú uvedené možnosti ich použitia vo forme výstelkových geosyntetických materiálov pri rekonštrukcii brehov riek a kanálov, rybníkov a iných vodných nádrží. V závere sú načrtnuté perspektívy týchto najčastejšie používaných geosyntetických materiálov.

Periodické skúšanie vlastností geosyntetických materiálov a ich certifikácia

GEOTECHNICAL FABRICS REPORT, 18, 2000, č. 5, s. 22–23

Autor sa v úvode príspevku zaoberá otázkou neistoty meraní, odberom reprezentatívnych vzoriek, výpočtom priemerných hodnôt pri vykonávaní periodických skúšok a otázkou, či takéto skúšanie umožňuje spoločne stanoviť „minimálne“ vlastnosti výrobku. Ďalej je popisaný odporúčaný postup pre periodické skúšanie geosyntetických výrobkov. Autor uvádzza prehľad periodických skúšok vykonávaných u jednotlivých typov geotextilných materiálov a cituje príslušné normy. Certifikácia by sa mala vzťahovať na skúšky vykonané v priebehu predchádzajúcich 12 mesiacov. Certifikát potvrzuje, že výsledky periodických skúšok sú reprezentatívne pre prebiehajúcu výrobu.

Nová norma ASTM na skúšanie geosyntetických ílových výstelkových materiálov

GEOTECHNICAL FABRICS REPORT, 18, 2000, č. 6, s. 8

Spoločnosť ASTM schválila normu D6496 „Štandardná skúšobná metóda stanovenia priemernej prilnavosti hornej a spodnej vrstvy vpichovaných geosyntetických ílových výstelkových materiálov“. Zistené údaje prispejú ku zvýšeniu ochrany životného prostredia proti znečisteniu zo skládok odpadu. ASTM tiež vydala „Štandardnú príručku D6495 pre akceptovanie skúšobných požiadaviek pre geosyntetické ílové výstelkové materiály“, v ktorej sú navrhnuté rôzne skúšobné metódy, napr. skúška indexu napučania, úbytku kvapaliny, pevnosti v natrhnutí, indexu toku a pevnosti v strihu. Uvedené sú tiež odporúčané verifikácie zhody s akceptovateľnými špecifikáciami materiálu.

Štúdia o výstelkovom materiáli z polyetylénu s vysokou hustotou

GEOTECHNICAL FABRICS REPORT, 18, 2000, č. 7, s. 36–39

Predmetom štúdie bola membrána z polyetylénu s vysokou hustotou vystavená 10 rokov pôsobeniu ultrafialovému žiareniu a odpadovej vody. Materiál s hrúbkou 1 mm bol inštalovaný v apríli 1988 v čističke odpadových vôd v Ohiu. Po 10 rokoch neboli pozorované žiadne štatisticky významné zmeny fyzikálnych vlastností (pevnosť v ťahu a v ďalšom trhaní, odolnosť voči prerazeniu) ani rozdiely medzi vzorkou vystavenou a nevystavenou slnečnému žiareniu. Antioxidanty boli prítomné aj po 10 rokoch a stále účinné. Nedošlo k výraznejšej zmene teploty tavenia ani obsahu sadzí. Membrána nadálej plní svoj účel a zatiaľ ju netreba vymieňať. Predpokladá sa, že materiály vyrábané v súčasnej dobe majú lepšie úžitkové vlastnosti a dlhšiu životnosť.

Filtrácia a drenáž: technická poznámka

GEOTECHNICAL FABRICS REPORT, 18, 2000, č. 7, s. 40–41

Témou príspevku je použitie geotextilií pre filtračné účely. V týchto aplikáciach sa najčastejšie používajú vpichované geotextílie alebo netkané geotextílie spevňované termicky, ako aj tkané geotextílie s monofilným hovädzím. Pri výrobe vhodnej geotextílie pre filtračné aplikácie je nutné vykonať analýzu pôdy a hydraulických podmienok v teréne. Pre stanovenie vlastností geotextilií pre filtračné aplikácie existuje množstvo postupov. Základným kritériom je dlhodobá prieplustnosť. Stanovuje sa podľa normy ASTM D5567 – Ukazovateľ hydraulickej vodivosti. Pre stanovenie zanesenia geotextílie v zberných systémoch výluhu sa používa norma ASTM D1987 – Biologické zanesenie geotextilných alebo pôdno-geotextilných filtrov.

Bikomponentné vlákno určené špeciálne na výrobu pneumatických rún

TECHNICAL TEXTILES, 9, 2000, č. 1, s. 7

Firma Fiber Vision vyvinula bikomponentné vlákno AL-ADHESION-C, z ktorého sa vyrábajú pneumatické rúna vhodné na výrobu netkaných textilií spevňovaných termicky. Vlákno má polypropylénové jadro a polyetylénový plášť. Dobre sa spája s celulózou, pri výrobe netkanej textílie aj pri používaní dochádza len k minimálnemu uvoľňovaniu prachu. Vlákno má vysokú pevnosť, dodáva sa s dĺžkou striže 3, 4, 6, 8 a 12 mm. Vysoká pevnosť sa dosahuje vďaka presnému stanoveniu pomery jadro-plášť. Vlákno sa môže spracovať na linkách M and J Fibretech a Dan Web. (vyčerpávajúce)

Využitie netkaných textilií firmy Struto

TECHNICAL TEXTILES, 9, 2000, č. 1, s. 8–9

Materiály britskej firmy Struto – vysokoobjemné netkané textílie – sú vhodné na izolačné účely, používajú sa ako výplne čalúneného nábytku, aj ako iné výplinkové materiály, plstené podložky, výplne matracov, filtre a rôzne iné technické textílie. Vyrába sa z prírodných alebo syntetických vlákien, nových aj recyklovaných, prípadne z ich zmesí. Ako termoplastická zložka sa používa vlákno s nízkym bodom tavenia alebo bikomponentné vlákno. Objemné rúno sa môže spájať s vhodným substrátom alebo laminovať medzi dve vrstvy iného materiálu pre špecifické účely použitia. Výborná tvarová pamäť sa dosahuje vďaka vertikálnej orientácii väčšiny vlákien v konštrukcii. Materiály majú veľmi dobré izolačné vlastnosti.

Firma Sider Arc – 50 rokov monofilamentov
TECHNICAL TEXTILES, 9, 2000, č. 2, s. 7

CRINLENE je polypropylénové monofilové vlákno vhodné na výrobu filtračných textílií. Obsahuje špeciálne termálne aditívum, ktoré zlepšuje jeho mechanické a tepelné vlastnosti. Využíva sa na výrobu filtrov na filtráciu horúcich kvapalín. Monofilamenty ESTENE s vysokým modulom sa dodávajú s jemnosťou 25–150 dtex. Osvedčili sa napr. pri výrobe tkanín do sietotlačových strojov. Monofily Crinlene a Estene vyrába talianska firma SIDER ARC, ktorá ma vo svojom výrobnom programe aj polyamidy 6, 6.6, 6.10,12, PET, PVDF, POM a iné špeciality s jemnosťou v rozmedzí 22–10 000 dtex.

Firma DSM rozširuje sortiment protibalistických ochranných materiálov
TECHNICAL TEXTILES, 9, 2000, č. 2, s. 8

Firma DSM High Performance Fibers vyvinula káblík UD–SB31 na výrobu „mäkkých“ ochranných výrobkov, napr. nepriestrelných viest a káblík UD–HB25 na výrobu „tvrdých“ ochranných výrobkov, ako sú príby alebo panciere vozidiel. S použitím vlákna Dyneema UD–SB31 je možné znížiť hmotnosť nepriestrelných viest o 15 % v porovnaní s tými, ktoré sa vyrábali z UD–SB2. Nižšia hmotnosť a lepšia pružnosť tohto nového materiálu zabezpečuje väčší komfort nosenia. Nový káblík UD–HB25 v sebe spája vynikajúce balistické charakteristiky výrobku UD–HB2 s optimálnymi mechanickými vlastnosťami ako je vysoká tuhosť. Materiál sa ľahko spracováva a tvaruje do prílby aj zložitých prvkov pre vozidlá. Dyneema–UD sú kompozity s paralelnou uložením vláknami v konštrukcii.

Technológia výroby vlákien z vodivých polymérov
TECHNICAL TEXTILES, 9, 2000, č. 2, s. 24–26

Predpokladom uplatnenia vlákien z vodivých polymérov v perspektívnych technických aplikáciach je vývoj vhodného východiskového polyméru a technolo-

gie jeho spracovania do formy vlákien tak, aby nedošlo k zmene ich elektrických vlastností. Britskí odberiaci z Durham University vyvinuli technológiu výroby vodivých polyanilínových vlákien. Do bežného polyanilínu pridávajú protóny prostredníctvom molekúl kyseliny sulfónovej. Ako rozpúšťadlo sa používa kyselina dichlóretánová. Zmes sa vstrekuje do koagulačného rozpúšťadla, v ktorom dochádza k odstráneniu kyseliny dichlóretánovej, kým kyselina sulfónová zostáva naviazaná k polyméru. Zmes sa zvlákuje podobnou technológiou, aká sa používa pri výrobe polyamidu.

Polyuretanové povrstvenia firmy Baxenden
TECHNICAL TEXTILES, 9, 2000, č. 3, s. 14–16

Tradičné povrstvenia textílií dánskej firmy Baxenden sú na báze rozpúšťadiel. Produkt WITCOFLEX SUPER DRY sa používa na úpravu športových odevov, odevov pre voľný čas a pracovných odevov. Environmentálne požiadavky splňa hydrofilný systém na vodnej báze WITCOFLEX ECO DRY. Firma Baxenden vyvinula polymér, ktorý sa používa na výrobu laminátu COMFORT PLUS s predysným povrstvením. Bol vyvinutý v spolupráci s firmou Polycoating GmbH. Týmto polymérom sa môžu povrstvovať aj netradičné substráty ako rúno alebo textílie s mimoriadou pružnosťou. Polyuretanové disperzie sa predávajú s názvom WITCOBOND. Povrstvujú sa nimi textílie, kože, používajú sa v lakoch, lepidlách a farbách.

Adresár výrobcov ochranných výrobkov
TECHNICAL TEXTILES, 9, 2000, č. 3, s. 27–35

V adresári sú uvedení dodávateľia textílií, špeciálnych pomocných prípravkov, surovín, polotovarov používaných v ochranných aplikáciach. Adresár je spracovaný podľa geografických oblastí. Uvádzajú sa názov firmy, jej adresa, kontaktná osoba, telefónne, faxové a e-mailové spojenie ako aj stručný výrobný program.

Lamináty vyrobené s použitím vrstvených termopojivových fólií
TECHNICAL TEXTILES, 9, 2000, č. 4, s. 21

Francúzska firma Prochimir ponúka vrstvené fólie, z ktorých sa termickým spájaním môžu vyrábať lamináty. Každá fólia má 2–3 vrstvy. Vyrába sa koextrúziou polyuretánom, kopolyamidom, polyesterom alebo polypropylénom. Niektoré fólie majú aj bariérové vlastnosti. Teploty topenia sa pohybujú medzi 60–200 °C. V prípade použitia materiálov citlivých na teplo sa teploty znižujú, na druhej strane sú však v ponuke aj fólie s odolnosťou voči vysokým teplotám, určené pre náročné aplikácie. Fólie sa môžu laminevať na tkaniny aj na netkané textílie vyrobené z prírodných a syntetických vlákien. Hrubosť spracovania na kalandri dosahuje $20 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$.

Dohoda uzatvorená na dávky antimikrobiálnych pracovných odevov

TECHNICAL TEXTILES, 9, 2000, č. 5, s. 4

Firma Microban Ltd. (VB) uzavrela s firmou Sunlight strategickú dohodu, na základe ktorej táto firma získala oprávnenie upravovať svoje pracovné odevy antibakteriálnym prostriedkom Microban. Pracovné odevy firmy Sunlight nosí denne asi milión robotníkov vo Veľkej Británii. Odteraz budú všetky pracovné odevy firmy Sunlight upravené po praní prostriedkom Microban, ktorý zabezpečuje medzi praním nepretržitú ochranu voči širokemu spektru baktérií ako *Salmonella*, *Escherichia coli*, *Campylobacter* a *Listeria*. (vyčerpávajúce)

Nehorlavé čalúnenie do verejných dopravných prostriedkov

TECHNICAL TEXTILES, 9, 2000, č. 5, s. 13–15

V Európe sa vo verejných dopravných prostriedkoch najčastejšie používajú nehorlavé textílie vyrobené z polyesteru Trevira CS. V súčasnej dobe sa čoraz viac používajú aj zmesové textílie s vláknom Viscose FR firmy Lenzing. Okrem nehorlavosti spĺňajú aj prísne kritéria stanovené pre odolnosť voči oderu a stálofarebnosť. Firma Rohner Textil vyrába potahovky zo zmesi vlny a vlákna Viscose FR, ktoré získali certifikát ÖKO-TEX. Majú príjemný ohmat a prispievajú ku zvýšeniu komfortu cestujúcich. Predpisy nemeckých železníc, týkajúce sa horlavosti, spĺňa tiež netkaná textília C 1997 VM firmy Freudenberg. Váži len 150 gm² a je vyrobená technológiou spunlace zo zmesi vlákien z melamínovej živice a p-aramidu. Upravuje sa disperzou slúdy.

Zdravotnícke textílie vstupujú do novej éry

TECHNICAL TEXTILES, 9, 2000, č. 6, s. 3–5

Príspevok popisuje najnovšie trendy v oblasti zdravotníckych a hygienických textilií. V úvode autor publikuje údaje o spotrebe zdravotníckych textilií. V úvode autor publikuje údaje o spotrebe zdravotníckych textilií a uvádzá prognózu spotreby do roku 2005. Podrobnejšie sa zaobrá problematikou absorpcných výrobkov na jedno použitie, obväzov a bandáži nového typu, aplikáciou biopolymérov so schopnosťou vytvárať nové prostredie pre liečbu poranení, materiálov s postupným uvoľňovaním liečív, resp. s využitím superabsorpčných vláken. Ďalej sú popísané naj-

novšie trendy v oblasti vývoja a použitia textilných implantátov a špeciálnych pracovných odevov. Autor približuje materiály pre jednotlivé spomenuté aplikácie – vlákna, priadze, textilné štruktúry z prírodných i syntetických vláken a kompozitné materiály. Dotýka sa aj problematiky likvidácie odpadu.

Netkané textílie ihlované vodnými tryskami, rozpustné vo vode – nová generácia zdravotníckych textilií

TECHNICAL TEXTILES, 9, 2000, č. 6, s. 6–7

Autori definujú zdravotnícke textílie ako sterilné hygienické materiály. Klasifikujú ich podľa vlastností a účelu použitia. Uvádzajú percentuálne zastúpenie jednotlivých typov na trhu USA. Podrobne sa venujú zdravotníckym textiliám vyrobeným z PVA rozpustného vo vode. Uvádzajú metódy úprav PVA, ktoré umožňujú meniť teplotu rozpúšťania textilií. V závere príspevku sa autori venujú problematike skíbenia komfortu nosenia s blokačnými vlastnosťami zdravotníckych textilií a skúškam, ktorými sa tieto vlastnosti skúšajú. Stručne je načrtnutá budúcnosť zdravotníckych textilií rozpustných vo vode najmä s ohľadom na ochranu životného prostredia.

Svetová výroba textilných vlákien má v roku 2003 dosiahnuť 37,8 miliónov ton

TECHNICAL TEXTILES, 9, 2000, č. 6, s. 36

Celková spotreba vlákien sa bude zvyšovať ročne o 5,4 % a v roku 2003 dosiahne podľa odhadov spoľočnosti Freedonia 37,8 miliónov ton. Syntetické vlákna budú nadálej zvyšovať svoj podiel na trhu, hoci ich ročný rast bude len 5,1 %. Najväčší odbyt zaznamenajú olefíny a polyester. Polypropylén sa uplatní najmä v kobercových podkladovkách, kde bude nadálej nahrádzať prírodné vlákna. Podiel celulózových vlákien na trhu bude klesať. Umelé vlátko Lyocell sa uplatní pri výrobe netkaných textilií, v priemyselných aj v odevných aplikáciách. Dopyt po syntetických vláknach budú stimulovať technologické inovácie a ďalšie zdokonaľovanie úžitkových a estetických vlastností.

*Pre publikovanie pripravila Ing. Valéria Čapeková,
VÚTCHEMITEK spol. s r.o. Žilina,
Slovenská republika*