



VLAKNA TEXTIL

4

Ročník 7.
2000

ISSN 1335-0617

Indexed in:

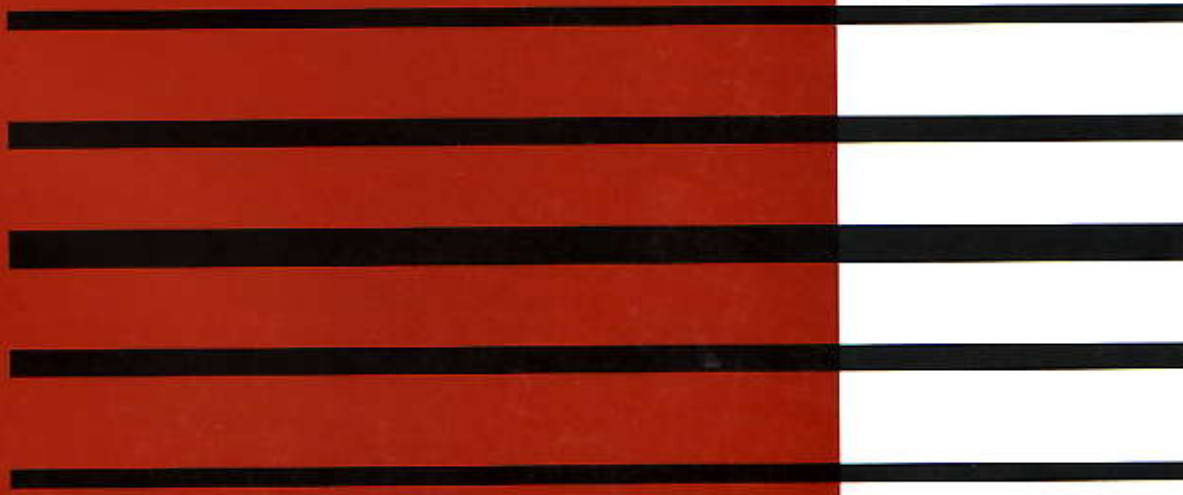
Chemical
Abstracts,

World Textile
Abstracts

EMBASE

Elsevier
Biobase

Elsevier
GeoAbstracts



CONTENT

- 178 *Borsig E., Marcinčin A., Hodul P., Fiedlerová A., Hrčková L.*
Chemically Modification of Polypropylene
- 184 *Ujhelyiová A., Marcinčin A.*
Unevenness of geometry and structure of synthetic fibres and methods of their estimation
- 189 *Sirková B.*
Study of Approximations of Individual Models by a Partial Sum of Fourier Series
- 195 *Dordevic M., Gligorijevic V.*
Relaxation Processes and Balance of the Interlock Knitted Fabrics
- 200 *Jambrich M., Murárová A., Džubas F.*
Aspects of the Development of Cellulose Fibers
- NEWS FROM DEPARTMENTS: THEORY, TECHNOLOGY AND APPLICATION**
- 206 *Čapeková V.*
Cooperation of VÚTCH-CHEMITEX LTD. with MTL
- SYMPOSIA - CONFERENCES**
- 207 *Murárová A.*
The First Central European Conference on Fibre Grade Polymers, Chemical Fibres and Special Textiles
- 209 *Hodul P.*
More effective use of reactive dyes
- 215 *Herchlová I.*
Results of Accordance Estimation for Remaining Determined Products
- 217 *Sodomka L.*
Textile scientific conference STRUTEX
- 218 **News**
- 223 *Čapeková V., Remeková V.*
Directory of Textile, Fibre and Clothing Manufactures in Slovakia
- 231 **Instruction for Authors**

OBSAH

- 178 *Borsig E., Marcinčin A., Hodul P., Fiedlerová A., Hrčková L.*
Chemická modifikácia polypropylénu
- 184 *Ujhelyiová A., Marcinčin A.*
Nerovnomernosť geometrie a štruktúry syntetických vlákien a metódy jej hodnotenia. Rozptyl mechanických vlastností
- 189 *Sirková B.*
Štúdium aproximácií individuálnych modelov pomocou parciálnych súčtov Fourierových radov
- 195 *Dordevic M., Gligorijevic V.*
Relaxačné procesy a rovnováha v interlokových pleteninách
- 200 *Jambrich M., Murárová A., Džubas F.*
Aspekty vývoja celulóзовých vlákien
- Z VEDECKOVÝSKUMNÝCH A VÝVOJOVÝCH PRACOVÍSK**
- 206 *Čapeková V.*
Spolupráca VÚTCH-CHEMITEX spol. s r.o. so združením MTL
- SYMPOZIA - KONFERENCIE**
- 207 *Murárová A.*
Prvá stredoeurópska konferencia o vláknotvorných polyméroch, chemických vláknach a špeciálnych textíliách
- 209 *Hodul P.*
Efektívnejšie využitie reaktívnych farbív
- 215 *Herchlová I.*
Výsledky posudzovania zhody ostatných určených výrobkov vo VÚTCH-CHEMITEX spol. s r.o. Žilina, Autorizovaná osoba, SKTC – 119 za III. štvrťrok 2000
- 217 *Sodomka L.*
Textile scientific conference STRUTEX
- 218 **Zo zahraničných časopisov**
- 223 *Čapeková V., Remeková V.*
Zoznam textilných, vláknaárskych a odevných podnikov Slovenskej republiky
- 231 **Inštrukcie pre autorov**

CHEMICALLY MODIFICATION OF POLYPROPYLENE

Borsig E.⁺, Marcinčin A.⁺⁺, Hodul P.⁺⁺, Fiedlerová A.⁺, Hrčková L.⁺

⁺*Polymer Institute, Slovak Academy of Sciences, Dúbravská cesta 9, 842 36 Bratislava, Slovak Republic, e-mail: upolebor@savba.sk*

⁺⁺*Faculty of Chemical Technology, Slovak University of Technology, Radlinského 9, 812 37 Bratislava, Slovak Republic*

KEY WORDS: PP derivatives, polypropylene: modification, grafting, functionalization, blends, composites

The paper brings a brief survey of the direct chemical methods for preparation of polypropylene (PP) derivatives, using mostly peroxides, UV or gamma irradiation and in some cases also strong acidic reagents for formation of precursors of the binding the functional groups or side chains on the PP backbone. By this means sulfonated, chlorinated, carboxylated, hydroperoxidated PP as the examples of functionalized PP's can be prepared. As examples of binding side chains to the PP, the grafting of PP with unsaturated monomers like styrene, methyl methacrylate, acrylates, maleic anhydride and its derivatives are described. Application of PP derivatives and their importance in preparation of polymer blends and composites is illustrated.

Introduction

Polypropylene is generally known as a polymer with a wide range of application in plastic industry, mainly in the production of different car parts (bumpers), water and waste pipe, household and kitchen utensils and appliances, package, toys, a variety of moulds for sports equipments, furniture, machines, etc., but also as solid fiber for technical and textile application.

It is due to relatively good mechanical properties of polypropylene, its low price and to another important property, ecologically friendly production and its waste processing. Further extension of the applicability of polypropylene requires, however, the combination of the properties with other polymers or materials, chiefly with polar polymers (in polymer blends) and with glass and metal (either as a filler or in the preparation of e.g. sandwich products). This can only be reached if part of polypropylene molecules will also contain polar groups or chains that will enable the combination of the properties with other, usually polar, material.

By introducing polarity into the polypropylene chain, an interfacial agent can be obtained for composite materials, where there improves the compatibility of PP with polar polymers, such as polyamide or polyester [1-5] or adhesion of PP to the glass or metal surface [6] but also the required properties like surface dyeability, hygroscopicity and surface conductivity (mainly of fibres) [7].

Chemical bonding of polar groups or chains to a PP molecule can in principle be achieved in two ways.

The first traditional way of binding to nonpolar polypropylene macromolecule without typical reac-

tive sites uses a radical chain transfer reaction most often, a reaction site with active free radical being formed and this radical is used for binding the polar component [8]. The second newer way of obtaining the reaction centre is the copolymerization of a monomer unit with an active group (most frequently with free double bond) into a polypropylene chain, which is then used for binding the required polar group [9].

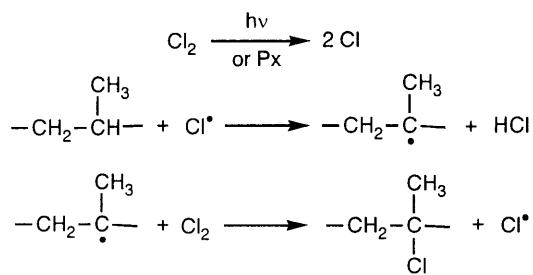
To make the article more lucid, the methods of the chemical binding of polar components to PP were divided into two groups:

- A) Functionalization of polypropylene (binding of low-molecular functional groups)
- B) Grafting of polypropylene (binding of PP chains to the backbone of PP)

There is naturally no sharp boundary between the two groups and in the case of the binding of low-molecular functional groups to PP, they are often used for the consecutive polypropylene grafting. However, to justify this division all the same, the first group (A) will include the methods providing functionalized PP, which can be used separately for various purposes, such as e.g. polymer blends regardless of the fact whether it can be later used for grafting or not. The second group (B) will include only direct or indirect methods of PP grafting.

A. Functionalization of polypropylene

The chlorination of PP belongs to the oldest and relatively simplest methods of introducing the polar heteroatom into the PP chain. The procedure is actually the same as the in the chlorination of low-molecular hydrocarbons using a radical chain reac-



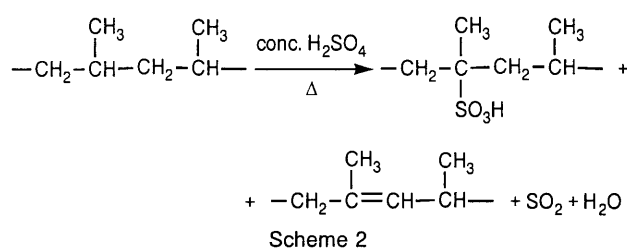
Scheme 1

tion (Scheme (1)). The chlorination is initiated by UV radiation or by thermal decomposition of peroxide and is carried out in a solution (mainly of atactic PP) in chlorinated solvents, e.g. CCl_4 or in a monomer slurry of PP. Chlorinated PP is used as a compatibilizer for the preparation of PP-EVA and PP-PMMA blends and as a secondary plasticizer for PVC. It can also be used for grafting with a cationic mechanism [10].

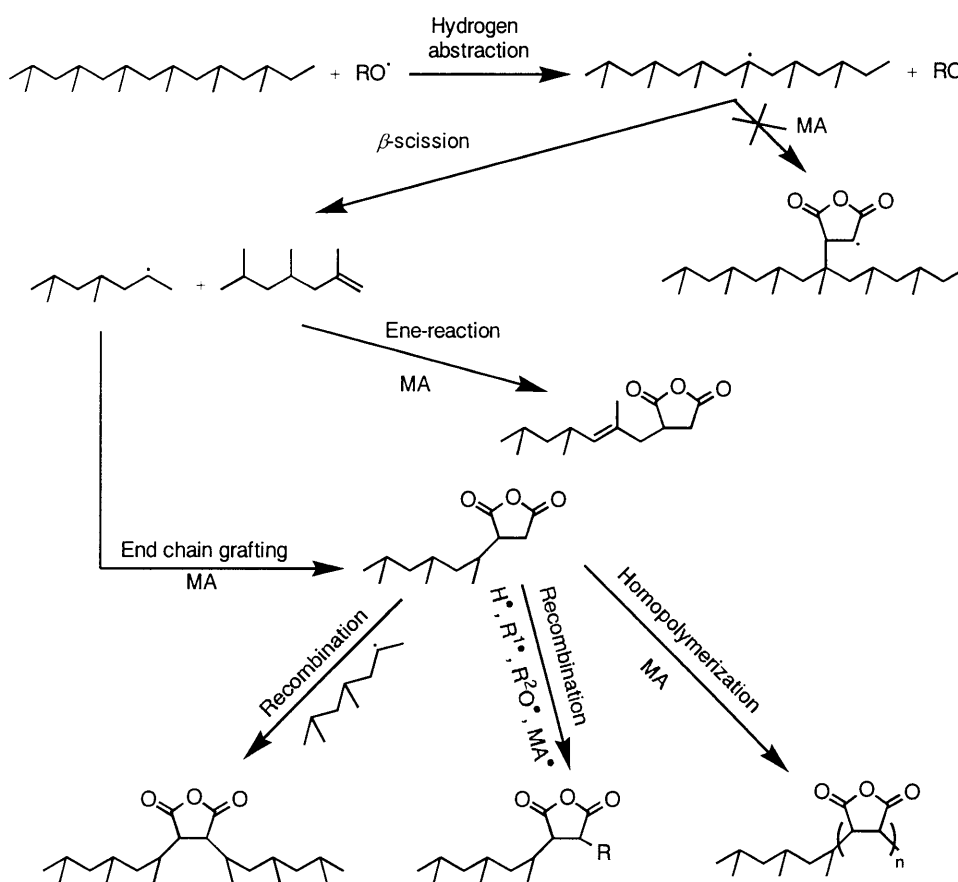
Sulfonation of PP is not successful in the measure required. There is always formed, in addition to a sulfonic group, unsaturated PP chain (Scheme (2)). This process leads practically to dehydrogenation with the formation of olefinic bonds and, ultimately to charring. The planned use of sulfonated PP as ion-exchanger is thus very limited [11].

The binding of maleic anhydride to its polymer chains probably belongs to the most studied functionalization reactions of PP [6]. This follows from the excellent compatibilizing properties of this modified PP for the preparation of PP blends and composites [2–5, 12]. There were published several mechanisms for this functionalization reaction. On the basis of the study of the kinetics and the reaction products of functionalization, its mechanism is currently described by the following Scheme (3) [13, 14].

The reaction mechanism is derived from the principle of the majority of PP functionalization of the so-called chain transfer grafting using the free radical sources as initiator. This mechanism is particularly interesting (as has been experimentally confirmed) because the polymer radical being formed on the backbone of the PP chain during initiation is not re-



Scheme 2

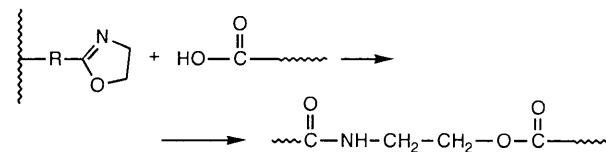
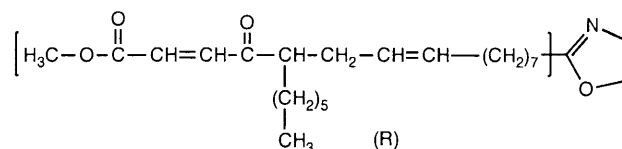


Scheme 3

sponsible for direct reaction with maleic anhydride under formation of succinic radical on PP chain (see Scheme 3). The β -scission of PP chain takes place at first with the formation of end PP radical and a vinylidene group at the other end of PP chain. These both fragments of PP chain formed are responsible for end-chain grafting of PP with maleic anhydride (MA). On the basis of the C^{13} NMR study, Heinen et al. [13] argue that the end succinic group has a double bond at the end of PP chain. The succinic radical formed at the end of PP chain is deactivated by one of the possible recombination reactions indicated in the scheme (3) [14]. The homopolymerization of MA is not real during grafting, mainly because the functionalization usually proceeds at the temperatures higher than the ceiling temperature of MA and because it is known that the procedure of MA homopolymerization itself under special conditions is difficult giving a not uniform product [15, 16]. Most grafts consist of single succinic anhydride units and this is ascribed to a relatively rapid intramolecular hydrogen abstraction by $P-MA^{\bullet}$ radicals.

The functionalization reaction of PP with MA can be conducted in three ways: in melt (reaction injection moulding), in the solid phase, and in solution [17]. These procedures give conversions of mainly about 2 wt.% of MA bound to PP. The grafting in the solid phase has certain advantages from the point of view of easier elimination of unchanged MA and about 1.5 wt.% of binding of MA to PP is obtained [18-20]. MA-modified PP has longer been used in reinforcement of glass or carbon fibres in PP; recently it has been used in the preparation of PP blends with polar polymers (PP-PET, PP-PAm), PP composites with inorganic fillers and multilayer systems. Maleinated PP forms a very effective interface between the PP phase and the polar component of the system. It is strongly reflected in an increase of tensile strength, stiffness, and other mechanical properties. For example, isotactic PP grafted with MA was used as an adhesive bonding the cold-rolled steel sheets for the correlation of its bondability. It was found that the maximum adhesive strength 159 kg/cm² was obtained from a degree of grafting 0.217 % [21]. In the case of the preparation of blends from PP and polar polymers the reaction of succinic anhydride group bound to PP is used for direct spontaneous reaction between maleinated PP with end -OH groups in the case of polyester and with -NH₂ groups in the case polyamide 6 (PA6). In both cases the covalent bond is formed between PP and PA6 chains, which has a positive effect on the mechanical properties of the mixture thus prepared - this way is also denoted as reactive extrusion [22].

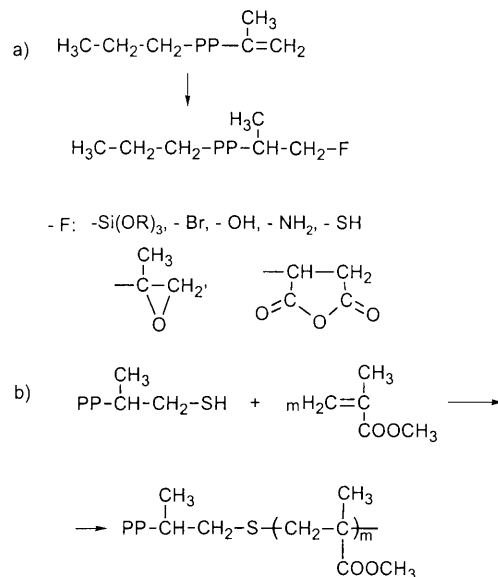
Another significant way of the functionalization of PP is the binding of oxazoline monomer groups e.g. in the form of ricinoxazoline maleinate [23]. The role



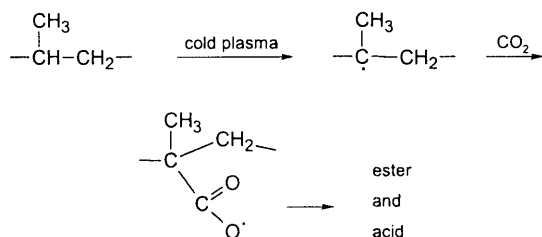
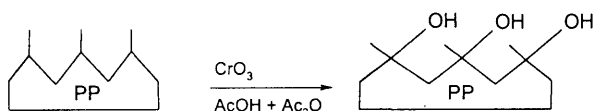
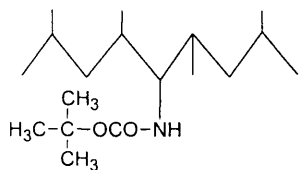
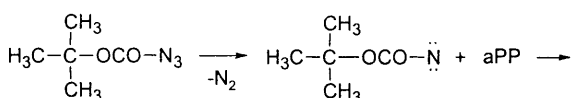
Scheme 4

of the relatively large ricino-maleate group is not only to apply at least one of the double bonds for binding to PP by the so-called „chain transfer,, grafting (see Part Grafting of PP) but also to raise the boiling point and/or to lower the pressure of partial vapours of the monomer used at the reaction temperature. Oxazoline group is known to react spontaneously with free carboxylic group which is useful for the preparation of a mixture of PP with polar polymers or polymers with carboxylic groups (see Scheme 4) [23]. Great interest in the principle of the spontaneous reaction is documented by a number of references [see in 24].

The functionalization of PP by the method of chain-transfer grafting has, however, also some disadvantages, e.g. a relatively lower reaction efficiency which often leads to PP degradation. A certain solution to these problems is the introduction of vinylidene groups into PP as early as during its preparation; this can be solved by using a Ziegler-Natta catalyst during the polymerization of propene. It is then easy to bind various functional groups to the chain end such a PP type, e.g. -Si(OR)₃, -Br, -OH, -NH₂, -SH, epoxide group but also the often required MA group [9, 24] (see Scheme (5)). The properly functionalized



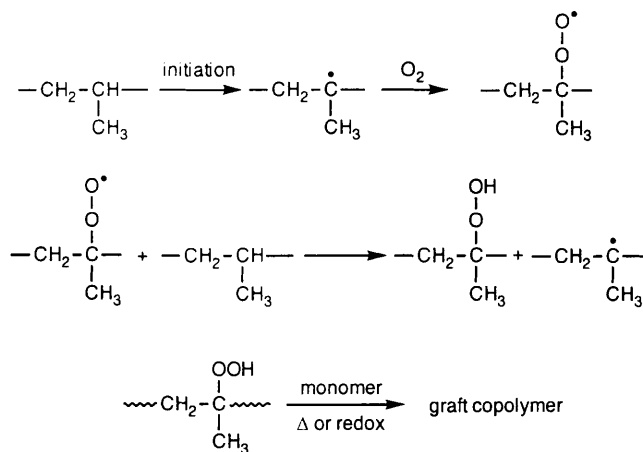
Scheme 5



Scheme 6

PP can also be used for PP grafting with various vinyl monomers. For instance, an anhydride-terminated PP was produced using a Lewis acid-catalysed Alder Ene reaction. The MA incorporation onto the polymer was terminally positioned [25]. Anhydride-terminated PP is used e.g. for reactive blending of PP with polyamide 6, anhydride groups react with the amine-terminated polyamide 6 to yield polypropylene-block-polyamide 6 in situ. Such block copolymers are efficient dispersing agents [26].

A carbamate group can be bound to PP chain under the effect of the decomposition of azides, e.g. butylazidoformate. Nitrene being formed during decomposition is able to insert into the C—H bond (see Scheme (6)) of PP chain. But the successfulness of this reaction is only about 30 %; it is chiefly



Scheme 7

due to the fact that the greater part of azide is decomposed by radical mechanism [27].

A very successful procedure of the catalytic hydroxylation of PP surfaces under the effect of a CrO_3 mixture, a mixture of acetic acid and its anhydride was worked out; it increases the polarity of the PP surface to such an extent that the technically required adhesion to other polar surfaces is reached (see Scheme (6)) [28].

Cold plasma can be useful for an efficient modification of PP surfaces. In the presence of gas CO_2 carboxylic or ester group can be bound to PP chains (see Scheme (6)).

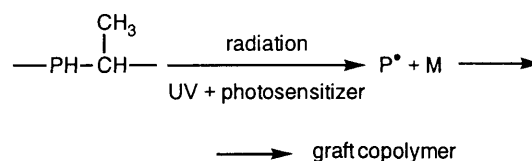
B. Grafting of polypropylene

The grafting of PP also belongs to the methods with similar aims – to insert the polar polymer chains into the PP chains and thus to improve its compatibility with polar polymers or polar inorganic or organic fillers.

One of the first wider used grafting procedures was the method based on the principle of hydroperoxidized PP as an intermediate stage of grafting reaction itself. It solved the problem of the creation of a reactive site on PP chain. Hydroperoxidized PP which is actually the product of PP oxidation can be obtained in several ways. Ozonolysis of PP belonged to the first of them and was introduced by G. Natta and co-workers [29]. Ozonolysis leads, however, to a considerable reduction of the molecular weight of PP, at 30 °C it is even several times lower [30]. The oxidation reaction of PP can further be initiated by thermal decomposition of radical initiators, by UV or gamma radiation (Scheme (7)) [31].

The grafting of hydroperoxidized PP can then be launched in the presence of vinyl monomer by adding a redox catalyst (e.g. ferric acetylacetonate or ferrous sulfate [32]) but also by the thermal decomposition of hydroperoxide [33].

The PP grafting can also be carried out under direct irradiation (gamma or UV in the presence of a photosensitizer) of the polymer in the presence of a monomer, like styrene, vinylpyridine, MMA, MA, acrylamide, AA, 1-vinyl-2-pyrrolidone (Scheme (8)) [34]. Radiation grafting is successfully used for the

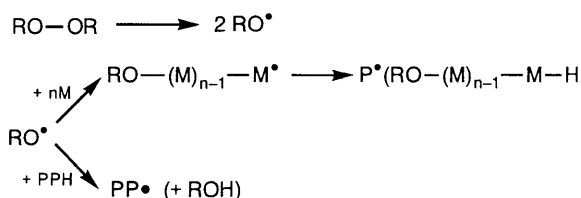


Monomers: S, vinylpyridine, MMA, MA, acrylamide, AA, 1-vinyl-2-pyrrolidone

Scheme 8

modification of the surface of PP products, e.g. for the grafting of PP fibres with methacrylic acid, acrylonitrile and vinyl acetate to increase the moisture content and to achieve the dyeing of grafted fibres [35]. Acrylic acid-modified PP fibres have the advantage of a softer hand and higher extension before breaking but the disadvantage of a lower breaking strength [36]. UV radiation in the presence of benzoin ethyl ether as photoinitiator was used at grafting of 2-hydroxy-ethylmethacrylate onto PP [37]. Also benzophenone was an efficient photoinitiator for photografting of PP film with acrylamide [38].

Initiation of grafting



Grafting – (grafting copolymerization)



Scheme 9

Table 1 Grafting of PP with various monomers in the solid phase ([monomer] = 15 wt. %, [peroxide] = 37 mmol/1 kg)

Initiator Type	Reaction temperature [°C]	Reaction time ^{a)} [min]	Grafted amount of monomer in PP Type	[wt. %]	MFI [g/10 min] b)
TBPEH	97	210	BA	10.1	0.15
TBPEH	97	210	MMA	11.3	0.39
TBEC	125	210	MMA	9.0	1.11
TBEC	125	210	S	8.2	0.07
TBIC	125	210	MMA	10.7	6.29

a) Reaction time was established from half life time of peroxides in minutes x 7. Half life time of peroxides used:

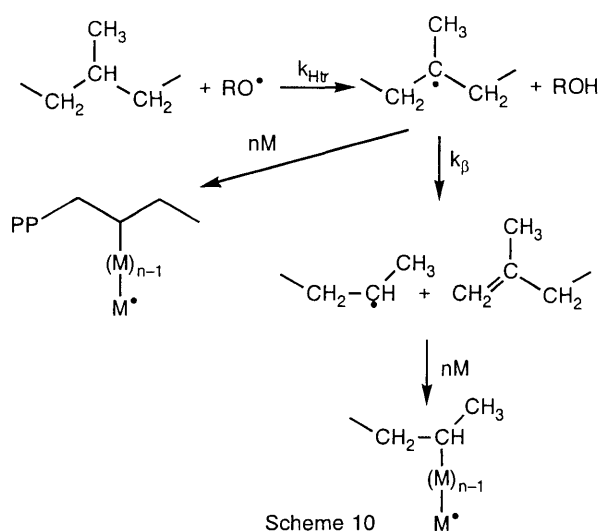
TBPEH = tert. butylperoxy ethylhexanoate $\tau_{1/2}$ = 30 min. at 97 °C

TBEC = tert. butylperoxy ethylhexylcarbonate $\tau_{1/2}$ = 30 min. at 125 °C

TBIC = tert. butylperoxy isopropylcarbonate $\tau_{1/2}$ = 30 min. at 125 °C

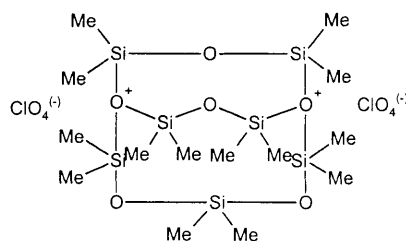
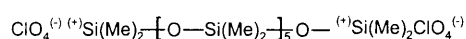
b) MFI₀ = 0.35 g/10 min

The grafting of PP initiated by thermal decomposition of radical initiator is called chain transfer grafting. This name denotes the principle of the method consisting in the transfer of the initiating centre from the radical of the initiator (but it usually also proceeds by transfer from the propagating radical of the polymerizing monomer) onto the PP chain (Scheme (9)). The radicals on the PP chain are used only partially for grafting since part of PP radicals is subjected to consecutive degradation and disproportionation. This method enables grafting of all common monomers of vinyl or vinylidene type but also polyfunctional monomers like glycidyl methacrylate

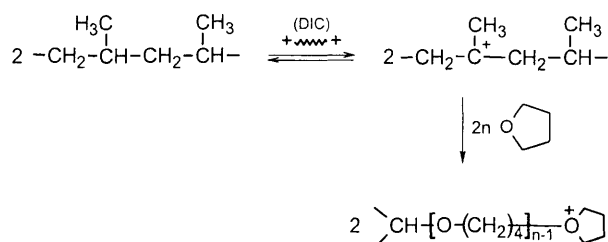


Scheme 10

[5, 39], acrylonitrile [33] or vinyl chloride [40]. Interesting results are obtained in the solid phase grafting (below melting point of PP), grafting efficiency reached being about 60 % (i.e. about 60 % of added monomer is grafted onto PP) [41–44] (Tab. 1). Another advantage of PP grafting in the solid phase is that the beta-scission of PP chains, which takes place to a considerable degree during the process in melt, can be significantly limited [44] (Scheme (10)). A special type of PP grafting is cationic grafting of PP using siloxonium dication (DIC), which is able to transfer a cation to the PP chain. The PP⁺ cation formed initiates the grafting of the cations of polymerizable monomers, such as e.g. tetrahydrofuran (Scheme (11)). No crosslinking was observed



(DIC)



Scheme 11

and significant changes of molecular weight were noted [45].

References

- [1] S. C. Manning, and R. B. Moore, *Polymer Preprints ACS*, 38(2), 390 (1997)
- [2] A. R. Oromehie, S. A. Hashemi, I. G. Meldrum, and D. N. Waters, *Polymer Internat.*, 42, 117 (1997)
- [3] N. C. Liu, H. Q. Xie, and W. E. Baker, *Polymer*, 34, 4680 (1993)
- [4] J. Röscher, and R. Mülhaupt, *Makromol. Chem., Rapid Commun.* 14, 503 (1993)
- [5] G. H. Hu, Y. J. Sun, and M. Lambla, *J. Appl. Polym. Sci.*, 61, 1039 (1996)
- [6] A. S. Bratawidjaja, I. Gitopadmoyo, Y. Watanabe, and T. Hatakeyama, *J. Appl. Polym. Sci.*, 37, 1141 (1989)
- [7] H. T. Lokhande, A. G. Jog, M. D. Teli, M. H. Rao, and K. N. Rao, *J. Appl. Polym. Sci.*, 33, 2573 (1987)
- [8] M. Lambla, *Reactive Processing of Thermoplastic Polymers*, in *Comprehensive Polymer Science*, 1st supplement G. Allen, and J. C. Bewington, Eds., Pergamon, New York, 1993, Ch. 21
- [9] R. Mülhaupt, T. Duschek, D. Fischer, and S. Setz, *Polym. Adv. Technol.*, 4, 439 (1993)
- [10] A. K. Mukherjee, and B. D. Gupta, *J. Macromol. Sci. – Chem.*, A19(7), 1069 (1983)
- [11] G. G. Cameron, and B. R. Main, *Polymer Degradation and Stability*, 11, 9 (1985)
- [12] N. G. Gaylord, and M. K. Mishra, *J. Polym. Sci., Polym. Lett. Ed.*, 21, 23 (1983)
- [13] W. Heinen, C. H. Rosenmöller, C. B. Wenzel, H. J. M. de Groot, J. Lugtenburg, and M. van Duin, *Macromolecules*, 29(4), 1151 (1996)
- [14] R. de Roover, M. Sclavons, V. carlier, J. Devaux, R. Legras, and A. Momtaz, *J. Polym. Sci., Part A: Polym. Chem.*, 33, 829 (1995)
- [15] D. Braun, I. Braun, I. Krämer, and G. P. Hellmann, *Angew. Makromol. Chem.*, 251, 37 (1997)
- [16] K. E. Russell, *J. Polym. Sci., Part A: Polym. Chem.*, 33, 555, 1995
- [17] G. Ruggeri, M. Aglietto, A. Petraghiani, and F. Ciardelli, *Eur. Polym. J.*, 19(10/11), 863 (1983)
- [18] E. Borsig, and L. Hřčková, *J. Macromol. Sci. – Pure Appl. Chem.*, A31(10), 1447 (1994)
- [19] R. Rengarajan, V. R. Parameswaran, S. Lee, and P. L. Rinaldi, *Polymer*, 31, 1703 (1990)
- [20] M. Lazár, L. Hřčková, A. Fiedlerová, E. Borsig, M. Rätzsch, and A. Hesse, *Angew. Makromol. Chem.*, 243, 57 (1996)
- [21] Ch. W. Lin, and C. H. Lee, *J. Appl. Polym. Sci.*, 70, 383 (1998)
- [22] M. Seadan, D. Graebing, and M. Lambla, *Polym. Networks Blends*, 3(3), 115 (1993)
- [23] T. Vainio, G. H. Hu, M. Lambla, and J. V. Seppälä, *J. Appl. Polym. Sci.*, 61, 843 (1996)
- [24] R. Mülhaupt, T. Duschek, and B. Rieger, *Makromol. Chem., Macromol. Symp.*, 48/49, 317 (1991)
- [25] M. R. Thompson, C. Tzoganakis, and G. L. Rempel, *Polymer*, 39(2), 327 (1998)
- [26] R. Mülhaupt, T. Duschek, and J. Röscher, *Polym. Adv. Technol.*, 4, 465 (1993)
- [27] E. Borsig, and D. Braun, *Angew. Makromol. Chem.*, 150, 1 (1987)
- [28] K. W. Lee, and T. J. McCarthy, *Macromolecules*, 21(2), 309 (1988)
- [29] M. Lazár, J. Pavlinec, D. Berek, M. Mičko, and Z. Maňásek, *Rubber Chem. and Tech.*, 36, 527 (1963)
- [30] J. Yamauchi, A. Yamaoka, K. Ikemoto, and T. Matsui, *J. Appl. Polym. Sci.*, 43, 1197 (1991)
- [31] H. Jabloner, and R. H. Mumma, *J. Polym. Sci., Part A-1*, 10, 763 (1972)
- [32] P. Citovický, D. Mikulášová, J. Mejzlík, J. Majer, V. Chrástová, and J. Beniska, *Coll. Czechoslov. Chem. Commun.*, 49, 1156 (1984)
- [33] I. K. Mehta, D. S. Sood, and B. N. Misra, *J. Polym. Sci., Part A, Polym. Chem.*, 27, 53 (1989)
- [34] P. J. Burchill, D. M. Pinkerton, and R. H. Stacewicz, *J. Macromol. Sci. – Chem.*, A14(1), 79 (1980)
- [35] M. H. Rao, K. N. Rao, M. D. Teli, A. G. Jog, and H. T. Lokhande, *J. Appl. Polym. Sci.*, 33, 2743 (1987)
- [36] C. Pugh, and Y. L. Hsieh, *J. Appl. Polym. Sci.*, 29, 3641 (1984)
- [37] S. R. Shukla, and A. R. Athalye, *J. Appl. Polym. Sci.*, 49, 2019 (1993)
- [38] P. Y. Zhang, and B. Rínbý, *J. Appl. Polym. Sci.*, 43, 621 (1991)
- [39] Y. J. Sun, G. H. Hu, and M. Lambla, *Angew. Makromol. Chem.*, 229, 1 (1995)
- [40] J. Schellenberg, and B. Hamann, *J. Appl. Polym. Sci.*, 38, 1941 (1989)
- [41] T. Vainio, H. Jukarainen, and J. Seppälä, *J. Appl. Polym. Sci.*, 39, 2095 (1996)
- [42] W. Beenen, D. J. v.d. Wal, L. P. B. M. Janssen, A. Buijtenhuijs, and A. H. Hogt, *Macromol. Symp.*, 102, 255 (1996)
- [43] M. Rätzsch, H. Bucka, A. Hesse, M. Arnold, and E. Borsig, in: *Proceedings of the SPE 54th Annual Technical Conference & Exhibits, ANTEC '96*, Indianapolis, U.S.A., 1616 (1996)
- [44] M. Rätzsch, H. Bucka, A. Hesse, N. Reichelt, and E. Borsig, *Macromol. Symp.*, 129, 53 (1998)
- [45] M. Kučera, D. Kimmer, and K. Majerová, *Collect. Czech. Chem. Commun.*, 54, 109 (1989)

UNEVENNESS OF GEOMETRY AND STRUCTURE OF SYNTHETIC FIBRES AND METHODS FOR EVALUATION OF DISPERSION OF MECHANICAL PROPERTIES

Ujhelyiová A., Marcinčin A.

Department of Fibres and Textile Chemistry, Faculty of Chemical Technology of the Slovak University of Technology, Radlinského 9, 812 37 Bratislava, Slovakia

1. Introduction

The unevenness of the geometry (cross-section) of synthetic fibres prepared from melt is a result of the simultaneous influence of polymer properties and production technology characterized by precise mechanical and technological equipments and their regulation.

The fundamental polymer properties affecting the unevenness of the fibre cross-section include:

a) elasticity of melt which creates the effect of the sinusoidal shape of a fibre longitudinal cross-section and which can be characterized by the amplitude and wave length,

b) evenness of the distribution of additives, stabilizers, pigments, delustrants and their subsequent influence on rheological properties, the kinetics of crystallization, etc.

Technological equipments have effect on the fibre unevenness, mainly by the inhomogeneous heat field, unevenness of meter pumps, pulsation dosing, unevenness of the drawing-off mechanism, unevenness of the drawing and forming process, and also by their precise regulation.

The experimental estimation of the structural and geometric unevenness of fibres based on the measurements of some properties (e.g. mechanical) of individual fibrils represents an excessive number of these measurements and shows to be unpractical from the aspect of the temporal claims on them. Mechanical and physical properties depend, however, on the mechanical and physical properties of individual fibrils contained in a fibre bundle. It follows that to find variables and methods characterizing the fibre unevenness on the basis of the analysis of the stress dependence on the fibre strain and not on individual fibrils is very important.

Beyreuther and al. described the estimation and evaluation of the cross unevenness of fibres on the basis of the analysis of the fibre working diagram (bundle of fibrils) [1]. Their method was used to evaluate the unevenness of technical filaments and staple fibres.

The evaluation of technical fibres is based on the assumption that average values of the mechanical and physical properties of fibres correlate with the distribution of the properties of individual fibrils. The narrow distribution of the mechanical and physical properties of fibres is conditional on the high evenness of fibre properties (high fibre quality) and, on the contrary, broad distribution is conditional on the low evenness of fibrillar properties and thereby on the low average values of mechanical and physical fibre properties (low quality).

In evaluating staple fibres the maximum draw ratio depends on fibrils with the lowest deformation during spinning. Then the distribution of the mechanical and physical properties of individual fibres determines the breadth of the distribution of the draw ratio. This breadth is affected chiefly by dosing, on which is subsequently dependent also the efficiency and quality of the spinning process.

By detection of the geometric unevenness of filaments and staple fibres one may evaluate the spinning process and its unevenness.

The above-indicated method [1, 2] is based on the distribution of the fibre elongation at break and on the comparison of the theoretical and real form of the strain dependence. The theoretical form of the stress/strain dependence is obtained for an ideal even fibre with the same strength (F_3) and the same break elongation (ε) of all fibrils. In the drawing test of fibres the first fibril with the strain ε_1 will be broken after achieving the stress F_2 and after achieving the stress F_3 and the strain ε_2 all fibrils in the fibre will be ruptured. In this way, it will be possible to obtain the distribution of the strain at the interval $\varepsilon_1 < \varepsilon < \varepsilon_2$. On the basis of the difference between the theoretical and the real case it is possible to define the three surfaces, A_{theor} , A_{real} and A_{zost} , among which there exists the relation:

$$A_{\text{zost}} = A_{\text{theor}} - A_{\text{real}} \quad (1)$$

From the values F_1 , F_2 , F_3 , ε_1 , ε_2 it is possible to calculate in a simple way the relation of $A_{\text{real}}/A_{\text{theor}}$ [1, 2] as follows:

$$D = \frac{\frac{F_3 - F_1}{120} \left[\frac{3\varepsilon_1^5}{\varepsilon_2} - 5\varepsilon_1^4 - 10\varepsilon_1^3\varepsilon_2 + 30\varepsilon_1^2\varepsilon_2^2 - 25\varepsilon_1\varepsilon_2^3 + 7\varepsilon_2^4 \right] + \frac{F_1}{12} [\varepsilon_1^4 - 4\varepsilon_1^3\varepsilon_2 + 6\varepsilon_1^2\varepsilon_2^2 - 4\varepsilon_1\varepsilon_2^3 + \varepsilon_2^4]}{\left[\frac{F_3 - F_1}{2} \left[\varepsilon_2 - \frac{\varepsilon_1^2}{\varepsilon_2} \right] + F_1(\varepsilon_2 - \varepsilon_1) \right] \left[\frac{1}{6} [\varepsilon_2^3 - \varepsilon_1^3] - \frac{\varepsilon_1\varepsilon_2}{2} (\varepsilon_2 - \varepsilon_1) \right]} \quad (2)$$

$$A_{\text{real}}/A_{\text{theor}} = 1 - D \quad (3)$$

which, after the multiplication $(\varepsilon_2 - \varepsilon_1)/2$, sufficiently characterizes the breadth of the distribution of the fibre unevenness. This value serves as a basis for the calculation of the standard deviation, σ_d , and the variation coefficient of the break elongation of all fibrils in a fibre.

In our work, the evaluation of the cross unevenness of the technical PET fibres and blend PP/PET fibres are presented.

2. Experimental

Fibres

For the measurement of the unevenness of the cross-section were used PET technical filaments from the company Slovenský hodváb Inc., Senica, $T_d = 1150$ dtex as well as blend PP/PET fibres prepared in a standard way on the laboratory line, Department of Fibres and Textile Chemistry, $T_d = 330$ dtex.

Measurement of mechanical properties

Mechanical properties of the blend PP/PET fibres were measured on the INSTRON 1112 apparatus under the following conditions:

- rate of the shift of clamps = $50 \text{ cm} \cdot \text{min}^{-1}$
- rate of the shift of paper = $30 \text{ cm} \cdot \text{min}^{-1}$
- test length = 10 cm.

From the stress/strain dependencies the unevenness of the technical PET fibres depend on the deformation gradient and the variation coefficient of the diameter, strength and break elongation of blend PP/PET fibres was estimated.

3. Results and discussion

During measurements, the dependence of mechanical and physical fibre properties on the kinetics of deformation allows one to assume also the existence of the dependence of the variation coefficient of basic variables on the fibre deformation gradient. This dependence is associated also with the optimization of conditions for measuring the mechanical and fibre properties to obtain results at the maximum sensitivity of the procedure. The dependencies in Figs. 1–3 confirm this assumption and, at the same time, permit one to choose the average optimum deformation gradient of technical PET fibres, with which the highest variation coefficient is attained by means of the evaluation method. The dependence of $A_{\text{real}}/A_{\text{theor}}$ passes through the minimum of the average deformation gradients (according to the extent of application of the common instruments) (Fig. 1)

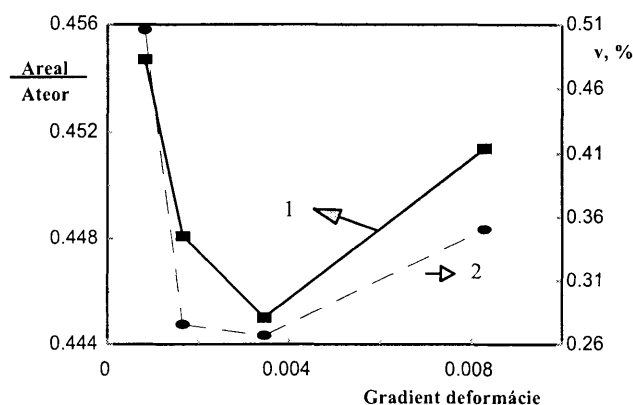


Fig. 1 Dependence of $A_{\text{real}}/A_{\text{theor}}$ (1) and of the variation coefficient (2) on the deformation gradient of technical PET fibres.

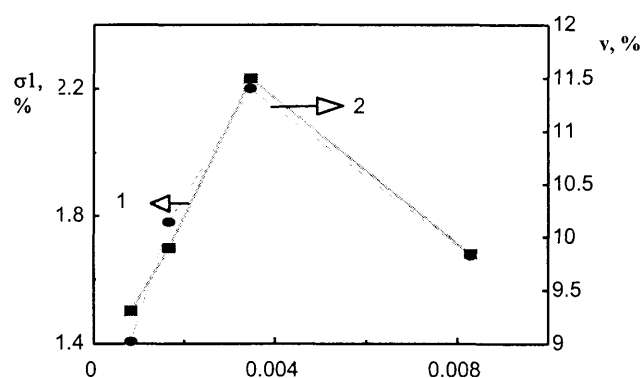


Fig. 2 Dependence of the standard deviation (1) and variation coefficient of the unevenness (2) on the deformation gradient of technical PET fibres.

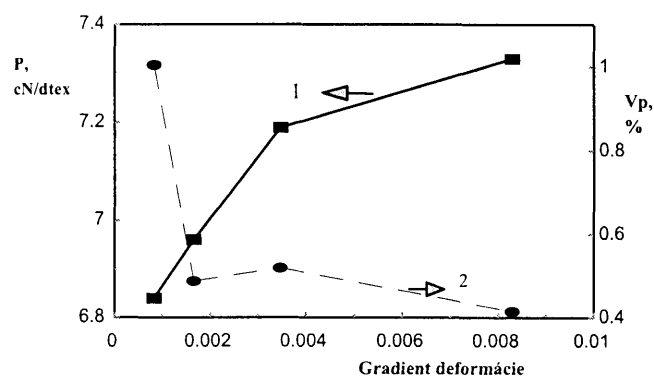


Fig. 3 Dependence of the strength (1) and variation coefficient (2) on the gradient of the rate of the deformation of technical PET fibres.

at the proportional growth of the fibre strength depend on the deformation gradient (Fig. 3). The fibre elongation at break (Fig. 4) shows a moderate maximum at average deformation gradients.

In the region of the minimum of $A_{\text{real}}/A_{\text{theor}}$, which corresponds to the maximum of the dispersion of the fibre elongation at break, there is also the corresponding maximum of the standard deviation (Fig. 2).

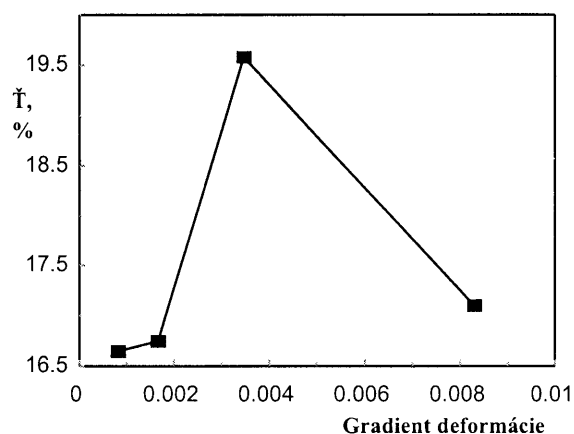


Fig. 4 Dependence of the elongation at break on the deformation gradient of technical PET fibres.

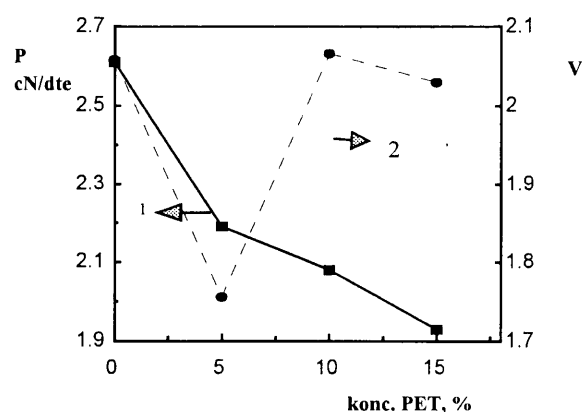


Fig. 5 Dependence of the strength (1) and variation coefficient (2) on the concentration of PET of the blend PP/PET fibres.

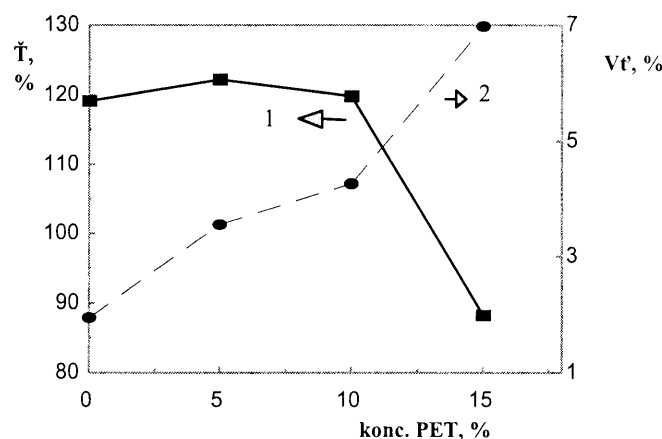


Fig. 6 Dependence of the elongation at break (1) and variation coefficient (2) on the concentration of PET of the blend PP/PET fibres.

However, the sensitivity of this method is determinable by the variation coefficient, the dependence of which is conformable with the dependence of the standard deviation shown in Fig. 2. It is interesting to compare the average variation coefficient of the elongation at break and the variation coefficient of

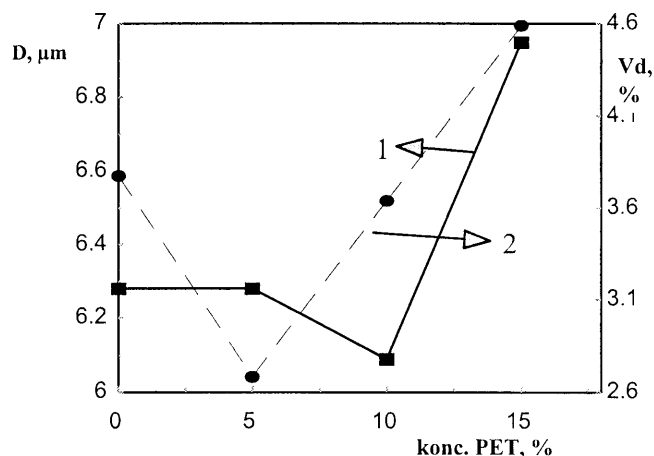


Fig. 7 Dependence of the diameter (1) and variation coefficient (2) on the concentration of PET of the blend PP/PET fibres.

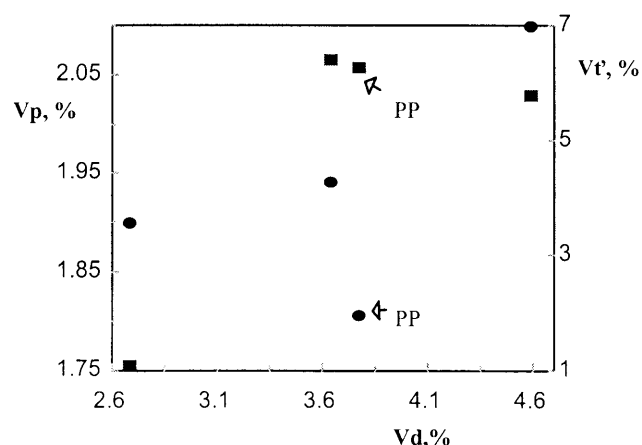


Fig. 8 Dependence of the variation coefficient of the strength and that of the variation coefficient of the elongation at break on the variation coefficient of the diameter of blend PP/PET fibres.

the dispersion of the gradient $A_{\text{real}}/A_{\text{theor}}$, or that of the strength depend on the deformation gradient. The results point to the different independent course of these dependencies.

Figs. 5–8 show the evaluation of the geometric unevenness of blend PP/PET fibres and the correlation of these results with the strength/strain variation coefficient.

As can be seen in Figs. 5 and 6, the strength/strain dependencies of blend PP/PET fibres on the concentration of PET are without the classical internal relation of the indirect proportionality. By comparing these dependencies with Fig. 7 it is possible to deduce that in the case of blend fibres the unevenness of mechanical and physical properties is contingent upon other variables besides those involved in the unevenness of the fibre diameter. Despite this fact it is possible to consider the directly proportional relation between the variation coefficient of the diameter and the fibre elongation at break.

4. Conclusion

The optimum deformation gradient of technical PET fibres for estimation of the structural and geometric unevenness is at the minimum value of $A_{\text{real}}/A_{\text{theor}}$, which corresponds to the maximum value of the standard deviation and variation coefficient.

The variation coefficient of the diameter of blend PP/PET fibres (geometric unevenness) is directly

proportional to the variation coefficient of the break elongation of these fibres.

5. References

1. Beyreuther, R., Brünig, H., Hofmann, H.: Chem. Fib. Int. **48**, 1998, p. 126–127
2. Beyreuther, R. et al.: Melliand Textilberichte **72**, 1991, 6, E 160

Nerovnomernosť geometrie a štruktúry syntetických vlákien a metódy jej hodnotenia. Rozptyl mechanických vlastností

Ujhelyiová A., Marcinčin A.

1. Úvod

Nerovnomernosť geometrie (pričného rezu) syntetických vlákien pripravených z taveniny je výsledkom simultanného vplyvu vlastností polyméru a technológie výroby charakterizovanej precíznosťou strojno-technologických zariadení a ich regulácie.

K základným vlastnostiam polyméru, ktoré vplyvajú na nerovnomernosť prierezu vlákien patria:

a) elasticita taveniny, ktorá pri vyšších šmykových deformáciách vytvára efekt sinusoidného tvaru prierezu vlákna po dĺžke a môže sa charakterizovať amplitúdou a dĺžkou vlny,

b) štruktúrna nehomogenita taveniny polyméru, výskyt gélovitých častíc ako výsledku radikálových interakcií pri syntéze a tepelnom zaťažení polyméru,

c) rovnomernosť rozdelenia aditív, stabilizátorov, pigmentov, matovacích prostriedkov a ich následný vplyv na reologické vlastnosti, kinetiku kryštalizácie a pod.

Technologické zariadenia ovplyvňujú nerovnomernosť vlákien najmä nehomogénnym teplotným poľom, nerovnomernosťou dávkovacích čerpadiel, pulzačným dávkovaním, nerovnomernosťou odťahového mechanizmu, nerovnomernosťou džiaceho a tvarovacieho procesu a precíznosťou ich regulácie.

Experimentálne stanovenie štruktúrnej a geometrickej nerovnomernosti vlákien na základe merania niektorých vlastností napr. mechanických pre jednotlivé fibrily, predstavuje neúnosný počet meraní a je nepraktické i z časového nároku na meranie. Mechanicko-fyzikálne vlastnosti vlákna však závisia od

mechanicko-fyzikálnych vlastností jednotlivých fibríl vo zväzku vlákna. Z toho vyplýva, že je dôležité nájsť veličiny a metódy, ktoré môžu charakterizovať nerovnomernosť vlákna na základe analýzy závislosti napätia od deformácie vlákna a nie jednotlivých fibríl.

Beyreuther a jeho spolupracovníci popísali stanovenie a hodnotenie pričnej nerovnomernosti vlákien na základe analýzy pracovnej krivky vlákna (zväzku fibríl) [1]. Pomocou tejto metódy hodnotili nerovnomernosť nekonečných technických a tiež strižových vlákien.

Pri hodnotení technických vlákien sa vychádza z predpokladu, že priemerné hodnoty mechanicko-fyzikálnych vlastností vlákna korelujú s distribúciou vlastností jednotlivých fibríl. Úzka distribúcia mechanicko-fyzikálnych vlastností fibríl podmieňuje vysokú rovnomernosť vlastností vlákna (vysoká kvalita vlákien) a naopak široká distribúcia podmieňuje nízku rovnomernosť vlastností fibríl a tým aj nižšie priemerné hodnoty mechanicko-fyzikálnych vlastností vlákna (nízka kvalita).

Pri hodnotení strižových vlákien maximálny džiaci pomer závisí od fibríl s najnižšou deformáciou pri zvláknení. Distribúcia mechanicko-fyzikálnych vlastností jednotlivých vlákien potom určuje šírku distribúcie džiaceho pomeru. Na šírku distribúcie džiaceho pomeru vplyva najmä dávkovanie, od ktorého následne závisí i účinnosť a kvalita zvlákňovacieho procesu.

Tak pri nekonečných ako aj pri strižových vláknach je možné stanovením ich geometrickej nerovnomernosti hodnotiť najmä zvlákňovací proces a jeho nerovnomernosti.

Vyššie uvedená metóda [1, 2] sa zakladá na distribúcii ťažnosti vlákna. Porovnáva sa teoretický a reálny tvar závislosti napätia od deformácie. Teoretický tvar závislosti napätia od deformácie sa získa pre ideálne rovnomerné vlákno s rovnakou pevnosťou (F_3) a rovnakou ťažnosťou (ε_2) všetkých fibríl. Pri ťahovej skúške vlákna sa pri dosiahnutí napätia F_2 pretrhne prvá fibrila s deformáciou ε_1 a pri dosiahnutí napätia F_3 a deformácii ε_2 budú pretrhnuté všetky fibrily vlákna. Takto sa získa distribúcia deformácii v intervale $\varepsilon_1 < \varepsilon < \varepsilon_2$. Z rozdielu závislosti pre teoretický a reálny prípad je možné vymedziť tri plochy: A_{teor} , A_{real} a A_{zost} – medzi ktorými existuje vzťah (1).

Z takto určených hodnôt F_1 , F_2 , F_3 , ε_1 , ε_2 je možné jednoduchým spôsobom stanoviť pomer $A_{\text{real}}/A_{\text{teor}}$ [1, 2] podľa vzťahu (2) a (3), ktorý po vynásobení $(\varepsilon_2 - \varepsilon_1)/2$ dostatočne charakterizuje šírku distribúcie nerovnomernosti vlákna. Táto hodnota je základom pre výpočet štandardnej odchýlky σ_d a variačného koeficienta ťažnosti všetkých fibríl vo vlákne.

V našej práci prezentujeme hodnotenie priečnej nerovnomernosti PET technického vlákna a zmesných vlákien PP/PET.

2. Experimentálna časť

Vlákná

Pre meranie nerovnomernosti priečného rezu sa použili nekonečné technické PET vlákna SH Senica, a.s. $T_d = 1150$ dtex a tiež zmesné vlákna PP/PET pripravené štandardným postupom na laboratórnej linke, Katedra vlákien a textilu CHTF STU, $T_d = 330$ dtex.

Meranie mechanických vlastností

Mechanické vlastnosti technických PET vlákien sa merali v závislosti od priemerného gradientu deformácie pri meraní.

Mechanické vlastnosti zmesných PP/PET vlákien boli merané na prístroji INSTRON 1112 pri podmienkach:

rýchlosť posuvu svoriek = 50 cm.min⁻¹
rýchlosť posuvu papiera = 30 cm.min⁻¹
upínacia dĺžka = 10 cm.

Z nameraných závislosti napätia od deformácie bola stanovená nerovnomernosť PET technických vlákien v závislosti od gradientu deformácie a variačný koeficient priemeru, pevnosti a ťažnosti zmesných PP/PET vlákien.

3. Výsledky a diskusia

Závislosť mechanicko-fyzikálnych vlastností vlákien od kinetiky deformácie pri meraní dovoľuje predpokladať tiež existenciu závislosti variačného koeficienta základných veličín od gradientu deformácie vlákien. Táto závislosť súvisí tiež s optimalizáciou podmienok merania mechanických vlastností vlákien pre získanie výsledkov pri maximálnej citlivosti metodiky. Závislosti na obr. 1–3 potvrdzujú tento predpoklad a zároveň dovoľujú voľbu optimálneho priemerného gradientu deformácie technických PET vlákien, pri ktorom sa získa najvyšší variačný koeficient hodnotenej metódy. Závislosť $A_{\text{real}}/A_{\text{teor}}$ prechádza pri stredných gradientoch deformácie minimom (podľa rozsahu bežných prístrojov) (obr. 1) pri úmernom raste pevnosti vlákien od gradientu deformácie (obr. 3). Ťažnosť vlákien (obr. 4) vykazuje mierne maximum pri stredných gradientoch deformácie.

V oblasti minima $A_{\text{real}}/A_{\text{teor}}$, ktoré zodpovedá maximálnemu rozptylu ťažnosti vlákien, je aj zodpovedajúce maximum smerodajnej odchýlky (obr. 2). Pre citlivosť tejto metódy je však určujúci variačný koeficient, závislosť ktorého je zhodná so závislosťou smerodajnej odchýlky na obr. 2. Je zaujímavé porovnať stredný variačný koeficient ťažnosti a variačný koeficient rozptylu gradientu $A_{\text{real}}/A_{\text{teor}}$ resp. pevnosti v závislosti od gradientu deformácie. Výsledky poukazujú na rozdielny nezávislý priebeh týchto závislostí.

Na obr. 5–8 je hodnotenie geometrickej nerovnomernosti zmesných PP/PET vlákien a korelácia týchto výsledkov s variačným koeficientom pevnosti a ťažnosti.

Ako vyplýva z obrázkov 5 a 6, závislosť pevnosti a ťažnosti zmesných PP/PET vlákien od koncentrácie PET sú bez klasického vnútorného vzťahu nepriamej úmernosti. Porovnaním týchto závislostí s obr. 7 vyplýva, že pri zmesných vláknach nerovnomernosť mechanicko-fyzikálnych vlastností je podmienená ešte ďalšími premennými ako tými, ktoré zahŕňa nerovnomernosť priemeru vlákien. Napriek tomu je možné uvažovať o priamoúmernom vzťahu medzi variačným koeficientom priemeru a ťažnosti vlákien (obr. 8).

4. Záver

- Optimálny gradient deformácie technických PET vlákien pre stanovenie štruktúrnej a geometrickej nerovnomernosti je pri minimálnej hodnote $A_{\text{real}}/A_{\text{teor}}$, čo zodpovedá maximálnej hodnote smerodajnej odchýlky i variačného koeficienta.
- Variačný koeficient priemeru zmesných PP/PET vlákien (geometrická nerovnomernosť) je priamoúmerný variačnému koeficientu ťažnosti týchto vlákien.

STUDY OF APPROXIMATIONS OF INDIVIDUAL MODELS BY A PARTIAL SUM OF FOURIER SERIES

Brigita Sirková

Department of Mechanic Textile Technologies, Technical University in Liberec, Liberec, Czech Republic

1. Mutual interlacing of threads

By mutual interlacing of two groups of threads (warp and weft) arises a fabric with specific properties from the aspect of the area geometry as well as of spatial geometry.

For interlacing of threads and for the fabric binding it is characteristic that the binding form repeats regularly in the complete area of fabric. Any deviation or change of the binding repeat is usually caused

- by variations of the material properties in warp and weft (irregularity)
- by the influence of the weaving process (variations of threads tension, loom restart and resulting fabric barriness, deviation of the beat-up intensity ...)

To describe the mutual position of warp and weft threads in the fabric it is possible to use:

- a graphic representation of interlacing (Fig. 1)
- a representation by means of longitudinal and transversal cross sections (Fig. 2, 3).

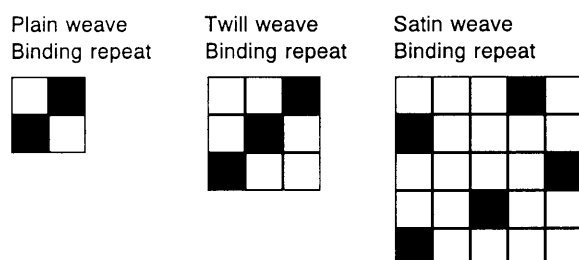


Fig. 1 The graphic representation of the binding repeat

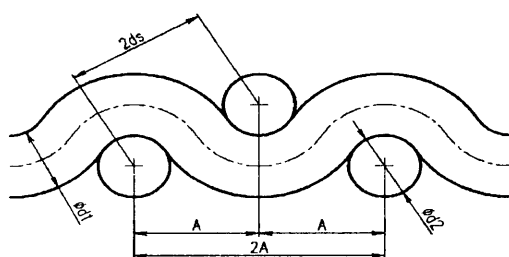


Fig. 2 Geometry of the plain weave

In order to create an area representation of a binding, it is necessary to distinguish the weft or warp binding points and to draw then one by one in the

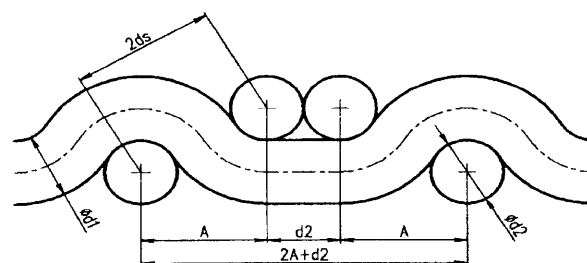


Fig. 3 Geometry of the twill weaves

fabric pattern. This is nevertheless not a proper form for evaluation of the spatial fabric structure. To express the form of the binding wave of a thread (or of its central line) necessary for evaluation of the fabric from the point of view of the spatial geometry, it is more proper to define the mutual positions of wefts and warp ends by means of longitudinal and transversal cross sections of the fabric

The longitudinal section shows the shape of the binding wave of the warp thread and the transversal section expresses the shape of the binding wave of the weft thread. The main parameter is here the height of the binding wave, from which it is possible to express the relative waviness of the warp and weft. The binding wave and its form are affected by the complexity of the interlacing. There are two sorts of bindings – the basic ones and the derived bindings. Among the basic weaves the simplest one is the plain weave. With the more complex weaves the important feature is for first the length of threads float (i.e. the length of the section of loose thread of one system lying freely across the threads of the other system), and for second it is the number of threads passages of one system from the face of fabric to the reverse. From both the longitudinal and transverse cross sections it is perceptible, that the shapes of the binding wave are necessarily periodic. For this reason for the description of the binding wave an operative mathematical model using the Fourier series was created. From the approximation of the course by a sum of the Fourier series we obtain also the spectral characteristic of the waviness of the interlacing threads in the form of sequence of members of the series. The wave characteristics or the wave spectrum represent certain properties of the interlacing, they can be regarded also as a sort of characterisation of the cloth binding.

2. General possibilities and study of the approximations of individual models by a partial sum of Fourier series

The known theoretical mathematical models are generally aimed to the description of the central line of the binding wave by some **discontinuous function** (Pierce model, hyperbolic model...). It is characteristic for the weaves, that the shapes of interlacing are continuous and smooth functions. The describing function is defined on the specified interval R given by the number of the binding repeats.

For comparison, six idealised models of interlacing were chosen for the study of application of Fourier analysis of binding wave in the plain as well as in the higher derived bindings.

1. Approximation by a partial sum of FS with the **linear description** of the central line of the binding wave.
2. Approximation by a partial sum of FS with the **circular arch description** of the central line of the binding wave.
3. Approximation by a partial sum of FS with the **parabolic description** of the central line of the binding wave.
4. Approximation by a partial sum of FS with the **hyperbolic description** of the central line of the binding wave.
5. Approximation by a partial sum of FS with the **sine description** of the central line of the binding wave.
6. Approximation by a partial sum of FS with the **rectangular description** of the central line of the binding wave.

From the attained results it follows that the shape of binding wave depends on several basic parameters, which arise from parameters of the fabric. Basic parameters of the fabric are count of threads and the setting of threads.

The difference between the six above-mentioned models results from the basic descriptions of the central line of binding wave. We can assume, that gross description (the rectangular description and the circular arch description of the central line) will show different values when comparing with the real description of the shape of binding wave. These models have been used here on the purpose of the comparison of the description of the shape of binding wave and their possible differences. These differences in the descriptions are evident also from the spectral characteristics of the individual binding waves.

The simplest description of the central line of the binding wave is the description by means of straight lines. This description is applicable in every interlacing of basic bindings as well as of higher derived

bindings. It is necessary to test agreement of the above-mentioned approximations of binding waves with the real interlacing from the aspect of the thread length as well as of the interlacing angle in the binding wave. The above-mentioned models arise from an identical geometry of the binding cell for possibility of the confrontation.

Basic parameters (units of the length are in the millimetres [mm]) for approximation of the shape of binding wave by a partial sum of Fourier series:

Basic parameters of the fabric

$d_1 = 0.203$ $d_2 = 0.203$ $A = 0.351$ $H_1 = 0.101$ $H_2 = 0.101$

Linear, rectangular, parabolic and sine variants in the papers will be introduced only.

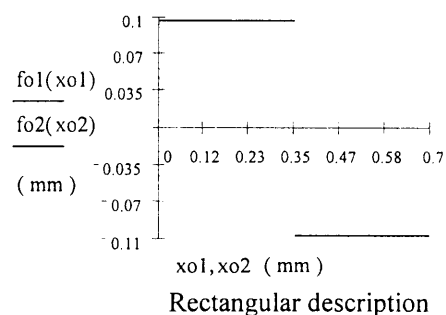
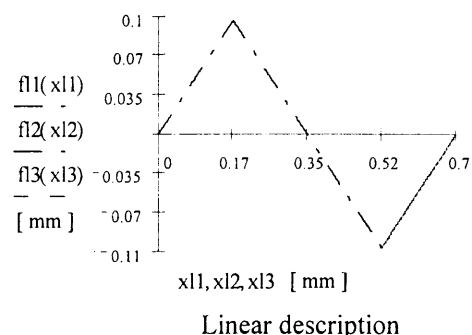
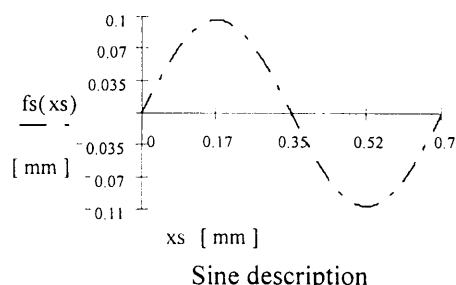
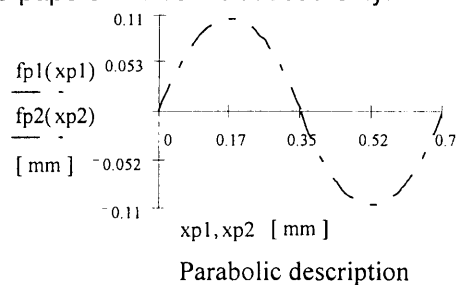


Fig. 4 Graphical depiction of the individual descriptions of the central line in binding wave

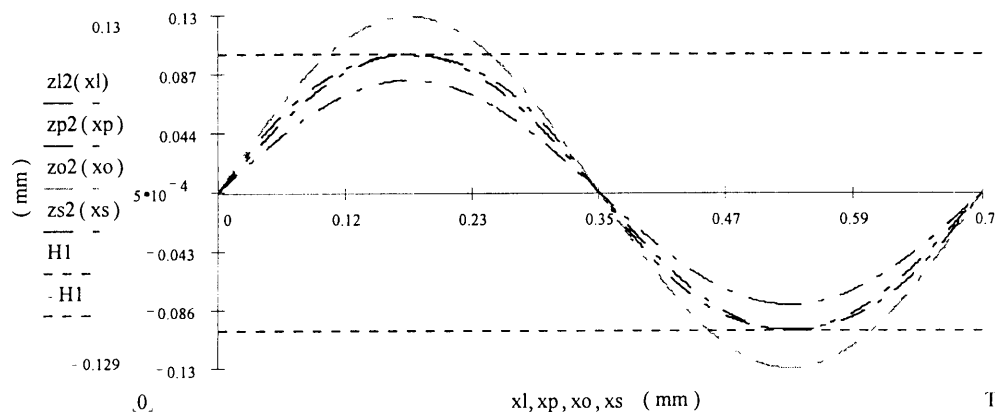


Fig. 5 Graphical depiction of the individual approximations by a partial sum of Fourier series (above-mentioned) for comparison. Where: $z12(xl)$ – approximated course with the linear description of the central line; $zp2(xp)$ – approximated course with the parabolic description of the central line; $zo2(xo)$ – approximated course with the rectangular description of the central line; $zs2(xs)$ – approximated course with the sine description of the central line

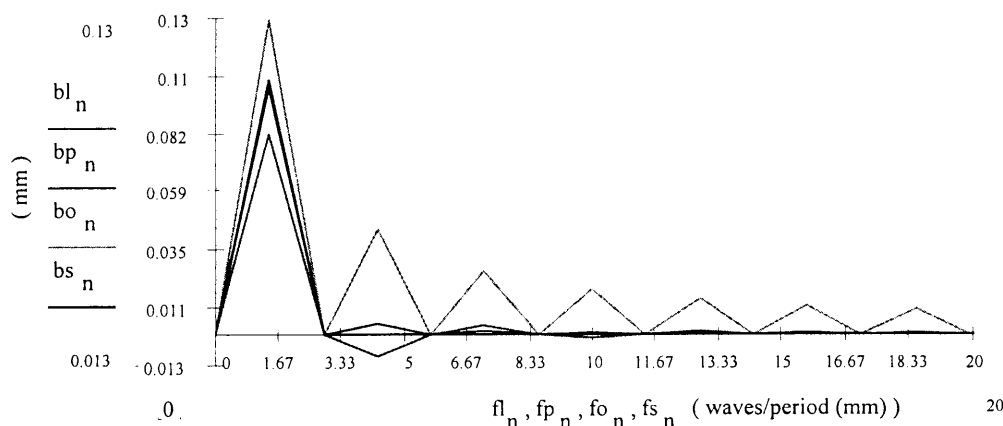


Fig. 6 Graphic expression of coefficients of Fourier series in the plain weave of individual models above-mentioned

The above-mentioned approximated courses have used an identical number of harmonic components of a partial sum of Fourier series for approximation of the central line of binding wave. Differences in the shapes of individual binding waves as well as in the

resultant values, which define the binding wave, we can see from the graph and the following Table 1.

The coefficients al_n , ap_n , ao_n , as_n are equal to zero due to the oddness of the described functions of binding waves.

Table 1. Comparison of basic parameters of binding wave result from the above-mentioned models by a partial sum of Fourier series (FS) and from Pierce models.

	Thread length (period 2A) [mm]	Interlacing angel Φ [°]	Warp contraction s_o [%]
Model using the FS with linear description	0,789	36,32	12,403
Model using the FS with parabolic description	0,837	43,106	19,241
Model using the FS with rectangular description	0,897	49,107	27,747
Model using the FS with sine description	0,829	42,205	18,185
Pierce model	0,849	60	20,92

3. Possibilities of the exploitation of the model for description of binding wave using the Fourier series

From the above presented results and from spectral characteristics mentioned before we can assume, that each binding in the longitudinal as well as in the transverse section will have its own special spectral characteristic, which:

- evaluates the given course of the binding wave regarding the geometry of binding wave.
- evaluates the given course of the binding wave regarding eventual deformation and random changes of the stress state of the individual threads.

We can see that the shape of the Fourier wave spectrum as the possible characteristics of the in-

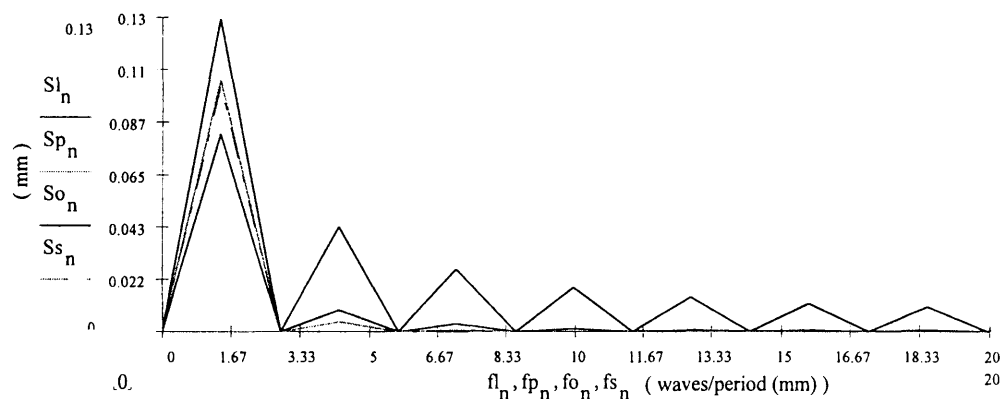


Fig. 7 Graphic expression of Spectral characteristics of the individual models by a partial sum of FS in the plain interlacing go from above-mentioned coefficients of FS

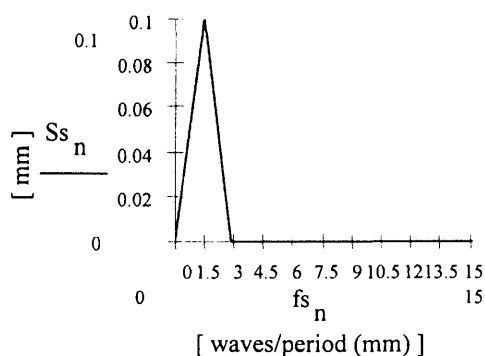


Fig. 8 Characteristic of the sine curves

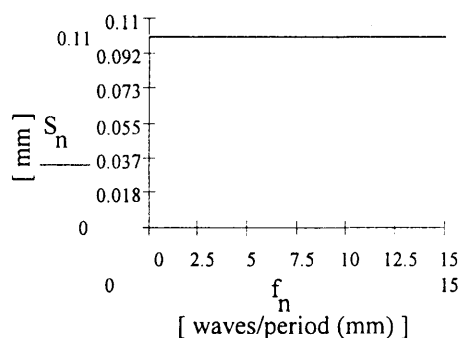


Fig. 9 Characteristic of the white noise

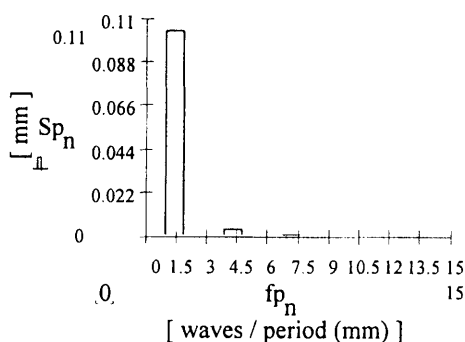


Fig. 10 Characteristic of the plain weaves

terlacing is formed in the extreme only by one value for the theoretically pure sine-binding curve (Fig 8). For the real non-sinus waviness the characteristic generally a row of wave components fulfilling approxi-

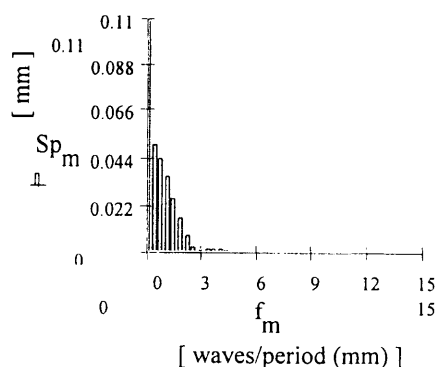


Fig. 11 Characteristic of the derived weaves

mately an exponential shape (exponential envelope for the fabrics with the plain weave (Fig. 10)). Theoretically it would limitate to a wave spectrum in the form of an endless rectangular "pulse", which belongs to the white noise (Fig. 9) (in the fabric and in its interlacing it represents the endless float of the thread (Fig. 11)).

The spectral characteristics and possible differences between theoretical characteristics and real characteristics of a thread wave (the tail of the characteristics) will supposedly allow to find the typical signs of the real weaving process and various transition processes connected with starting of the loom, transition to different bindings, change of the tension of the thread in the interlacing.

We can evaluate the binding wave in the individual cross sections for any specific binding repeat:

- individually, each binding waves of the binding repeats separately in the x as well as y directions (the s.c. characteristic of the binding wave (Fig. 12, 13))
- the binding repeat as a complex function (interlacing in both the longitudinal as well as transverse sections, forming thus the s.c. characteristic of the binding repeat (Fig. 14, 15)).

Ad A) The characteristic consists of the part I – corresponding to the repeat of the binding (low frequency = longer wavelengths) and of part II – de-

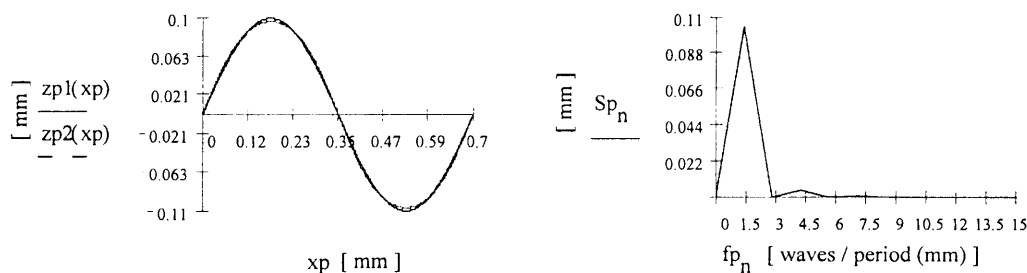


Fig. 12, 13 Approximate shape of the binding wave and her characteristic in the plain weave

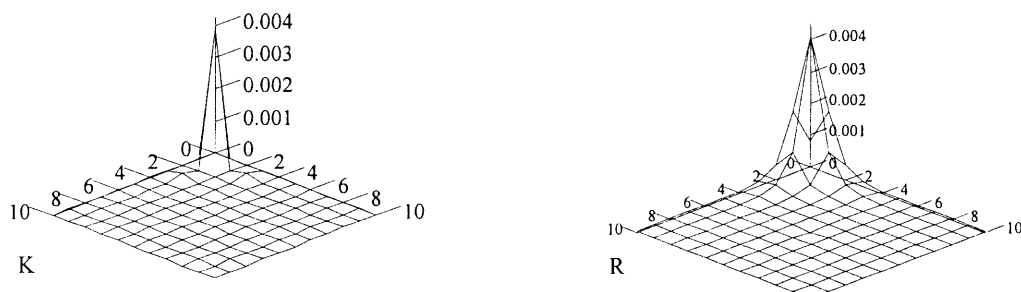


Fig. 14, 15 Spectral characteristics of the binding repeat in the plain weave (K) and in a derived interlacing (R)

scribing the detailed shape of the binding wave (on the contrary to the first one it shows a higher frequency = low wavelengths). At the separate evaluation of the binding wave (of its characteristics) it is possible to pick up various changes of the positions of individual threads. On the base of the spectrum characterising the waviness and distribution of threads in the binding it is possible to evaluate the individual binding wave in the forming zone (the position near to the cloth fell) as well as in any place inside of the fabric in the steady state.

Ad B) Characteristic arises from the s.c. power characteristics of individual binding waves in the binding repeat in the longitudinal as well as in the transversal sections.

We assume that it will be possible to use the spectral characteristics especially for the valuation of the fabrics with the specific interlacing from the point of view of the biaxial straining where, it depends on the mutual interlacing of threads in the individual sections. According to the art of the deformation of threads during the straining we can also determine the mechanical properties of threads from the aspect of the anisotropy and of the isotropy of the fabrics.

From the aspect of the straining it is possible to divide the weaves into two classes:

1. the same interlacing in both sections
2. different interlacing in both sections

In the first point we can assume, that with the fabrics woven from identical materials in warp as well as in weft and with the identical mutual interlacing in the longitudinal as well as in the transversal sections, during the following biaxial straining the deformation or elongation of the fabric will show a spe-

cific symmetry. This symmetry is characteristic for isotropy of the fabric. During the straining of the fabric even with small changes of parameters (variation of the sett = change of the distance of both systems of threads, irregularity of the yarns...) arise certain of the differences of deformations in individual directions. These differences will cause changes symmetry, which should be characteristic for anisotropy behaviour of the fabric, defined by s.c. axis of the anisotropy.

Conformity in the interlacing occurs for first with the basic weaves, as they are plain ones, twill, and satin weaves. Differences in the interlacing in the individual sections arise with derived weaves as rep and combined twill weaves. With these interlacing we must take in account the number of threads in the binding repeat in individual directions, the setting of threads, complexity of the interlacing and the float as well as the parameters of threads from the point of view of the materials and of the count of the yarn.

We can say that the mutual interlacing of threads together with the materials and its count determine resulting properties of the fabric. The changes of thread properties or of the interlacing in individual directions change also the properties of the fabric, what we can see again from the spectral characteristics of changed binding.

4. Conclusions

All necessary information about the fabric can be deduced from the description of mutual relations of the binding cell. Basic at the every model is to de-

scribe the real interlacing, real binding wave in the fabrics.

Above-mentioned models using a partial sum of Fourier series, we can use as possibly substitution of the classic models because description of the shapes of binding waves is continuous and smooth functions as in the real bidding wave. Except of the approximated course at the above-mentioned of the models arise spectral wavy spectrum, which we can use as the characteristics of the interlacing.

Evaluation of the fabric by means of the Fourier spectral characteristics is possible separately for the longitudinal and transverse section as well as together in the both sections. It is impossible to achieve the whole spectral characteristic of the fabric.

Other exploitation of the spectral characteristic is possible for evaluation of the mechanical properties (anisotropy and isotropy of the fabric) in virtue of change of the symmetry on the asymmetry of the interlacing in consequence of change of the interlacing in longitudinal as well as in transverse sections.

5. References

- [1] NOSEK, S.: *Teorie tkaní I* (Theory of Weaving I), Dům techniky, Pardubice, 1988
- [2] REKTORYS, K.: *Přehled užití matematiky I* (Review of mathematics I), Praha, 1995
- [3] NOSEK, S.: *Struktura a geometrie tkanin* (Structure and geometry of the fabrics)
- [4] ANGOT, A.: *Užitá matematika* (Applied mathematics), Praha 1960

RELAXATION PROCESSES AND BALANCE OF THE INTER-LOCK KNITTED FABRICS

Dordevic M.¹, Gligorijevic V.²

¹High Technical School of Textile, Leskovac

²Faculty of Technology, Leskovac

Summary: The influences of the different structures of interlock knitted fabrics on the rheological properties, stretched with a constant load, were investigated. By studying the kinetics of the relaxation processes of knitted fabrics, the influences of the particular components of deformation (elastic, high-elastic and plastic), compared to the total deformation, were found out. Analyzing of the obtained values, the dependence of the physical and mechanical properties on the stitch density as well as rheological properties on the fabrics' structure, duration and direction of loading, were also determined.

Keywords: knitted fabric, relaxation, sliding, elastic, high-elastic, plastic

Introduction

The main demand concerning the knitted fabrics quality is the stability of shape and dimension of the final product. This demand is directly related to the knitted fabrics' deformation characteristics when influenced by external forces. Dimensional stability of knitted fabrics depends upon few factors:

- raw material property of yarn the knitted fabrics is made of,
- stiffness in diffraction and interlacing of yarn,
- type and structure of knitted fabrics,
- direction, extent and duration of external forces acting.

After the knitting, during the finishing and practical use, leads to decreasing of energy of inter-molecular interaction during the swelling of the yarn, or to increasing of thermal movement energy when the higher temperature causes the accelerate of relaxation processes in the yarn. This leads to accelerate of relaxation processes of knitted fabrics deformation during the stretching and equilibrium state may appear much sooner. The knitted fabrics therefore changes its shape, dimensions and structure. One of the most important property of garment's knitted fabrics respectively is its' resilience in direction of courses and loop wales. With laundry products which are manufactured in interlock weave, this property is manifested on the elbow and knee bend.

The studying of the kinetics of the relaxation processes which appear in the fabrics during its elongation, is of enormous theoretical and practical importance, since it provides the accurate conducting of technological process in knitting and finishing on the whole.

2. Theoretical part

2.1 Archeological properties of knitted fabrics

Different textiles have different ability of bearing particular loadings without being damaged, i.e. they show different strength when exposed to external forces action. From the theological aspect, the knitted fabrics is a specific anisotropic material because it becomes considerably deformed when effected by weak loadings with simultaneous appearance of theological properties of resilience and plasticity and late resilience. With knitted fabrics loading there is a change of internal forces which leads to knitted fabrics deformation with growing time of force action, deformation gradually increases up to a certain limit value which depends on the yarn property and knitted fabrics' structure. The greatest increase of knitted fabrics deformation appears at the beginning of loading. With growing time of loading, the deformation increases, and this phenomenon is called sliding of material. In sliding of material, knitted fabrics' structural elements are oriented in the direction of load force action (and stretching of knitted fabrics appears) there in the knitted fabrics stretches.

After the disloading, the knitted fabric shrinks and influenced by thermal movement of yarn structural segments, loops take the most stable shape. Duration of establishing the initial dimensions primarily depends on knitted resilience. The longer the duration of relaxation after disloading is, the less is the knitted fabric deformation, and it may eventually disappear. This archeological phenomenon is called late resilience. It actually presents the time needed for knitted fabrics' complete relaxation. If the duration of loading is longer, the knitted fabrics won't reach

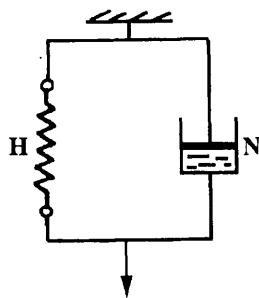


Fig. 1 Celuin's mechanical model: H – Hook's model, N – Newton's model

the initial dimensions, i.e. knitted fabrics takes both residual and plastic deformation. Most appropriate of knitted fabrics resilience, sliding and late resilience is Celuin's mechanical model and for showing archeological property of plasticity, Prautl's mechanical model (1) (Figure 1, 2)

2.2 Relaxation processes of knitted fabrics stretching and deformation

The main characteristic of mechanism in knitted fabrics' stretching is its relaxation feature. Relaxation processes of knitted fabrics stretching and deformation during and after the loading are long lasting. In knitted fabrics stretching, the flow of relaxation processes influences a shape of particular components of deformation in regard to total knitted fabrics' deformation. Within the knitted fabrics the yarn transforms into the loop and it is mostly effected by force in the direction of longitudinal center. This is particularly evident during the knitted fabrics stretching since then the deformation of yarn and loops within the knitted fabrics' structure appears.

High-elastic properties of knitted fabrics are estimated by the values of sliding and late resilience coefficient. Sliding and late resilience are typically temporal phenomena which are manifested within long time period of studying the knitted fabrics behaviour during the stretching and relax. The component of residual deformation includes not only plastic deformation of material, but a part of high-elastic deformation as well. It is possible, by determinating the deformation, to predict properly the knitted fabrics' behavior under the standard terms of exploitation since in such conditions the residual deformation has a character of plastic deformation. After the wetting and laundry of material, the deformation usually completely disappears (2).

With certain duration of loading, i.e. disloading, we can show the knitted fabrics deformation by using the coefficient of archeological properties of knitted fabrics expressed as (3):

$$K_e = (L_1 - L_0)/L_0 \cdot 100 (\%)$$

$$K_p = (L_2 - L_1)/L_0 \cdot 100 (\%)$$

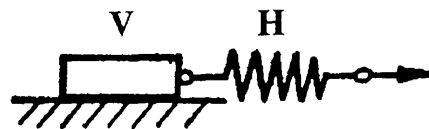


Fig 2 Prautl's mechanical model: V– Saint-Venant's model, H – Hook's model

$$K_{er} = (L_2 - L_3)/L_0 \cdot 100 (\%)$$

$$K_{z,e} = (L_3 - L_4)/L_0 \cdot 100 (\%)$$

$$K_{z,d} = (L_4 - L_0)/L_0 \cdot 100 (\%)$$

L_0 – the initial length (mm); L_1 – sample length 5s after the knitted fabrics' loading (mm); L_2 – sample length after certain duration of loading (1,5 24h) (mm); L_3 – sample length Ss after the disloading (mm); L_4 – sample length after the 15 days relaxation time (mm).

Experimental part

3.1 Material and methods of identification

The influence of knitted density on the change of rheological properties of interlock knitted fabrics made of cotton yarn, mass $T_1 = 20$ tex, has been examined in this work. Knitted fabrics were manufactured on the double needle circular machine "Terot", fineness of 20e.

Cooling depth has been changed on the machine so that manufactured knitted fabrics have different densities, both horizontally and vertically knitted samples, after being taken off the machine, were left to relaxation for 24h in standard conditions. Structural elements of knitted fabrics were determined by standard methods. Density coefficient C , cover factor Cf ($\text{tex}^{1/2} \text{ cm}^{-1}$), loop module (ml) and interlacing of yarn (u) were calculated on the basis of resulting data. Mechanical characteristics of knitted fabrics were given throughout vertical and horizontal breaking strength, and vertical and horizontal breaking extention.

Physical and mechanical properties of knitted fabrics are: mass, breaking force, breaking extention, interlacing and relative breaking force, as determined by standard methods. Knitted fabrics' rheological properties were determined at constant loading of 5%, vertical and horizontal breaking strength. According to data (4) loading of 5% of breaking strength represents changes which appear during the exploitation of knitted product made in interlock weave.

Duration of loading of samples was 1,5 and 24h and resting time after the relaxation was 15 days. Dimensions of examined samples were 50 x 50 mm.

4. Results and discussion

Physical and mechanical properties of used yarn are shown in table 1; testing results of geometrical and mechanical properties of yarn are given in table 2.

It is important to notice that, with breaking extension, the stretching in the direction of loop wales grows with the increase of stitch density for 20%, and decreases in the direction of loop courses for 33%.

Table 1 Physical and mechanical properties of yarn

Parameters	Yarn mass		Yarn twist		Breaking force		Breaking elongation		Relative breaking force	
Marks	Tt tex	CV (%)	Tm m ⁻¹	CV (%)	Fa CN	CV (%)	e (%)	CV (%)	Fr cN tex ⁻¹	CV (%)
Values	19,52	2,06	775,4	5,08	277,55	6,23	7,4	4,06	14,27	4,56

Table 2 Geometrical and mechanical properties of interlock knitted fabrics with different densities

C	Gh cm ⁻¹	Gv cm ⁻¹	Qm ² g m ⁻²	l _p mm	C _f tex ^{1/2} cm ⁻¹	m	U	Fa _v	Fa _h N	ε _v %	ε _h %
0.929	10.6	11.4	196.4	4.08	10.828	23.1	6.63	476.2	274.0	86.8	248.2
0.857	10.8	12.6	212.6	3.88	11.386	22.0	6.31	504.6	296.2	93.2	202.0
0.811	11.0	13.5	228.8	3.75	11.781	21.2	6.09	529.0	342.0	104.0	186.0

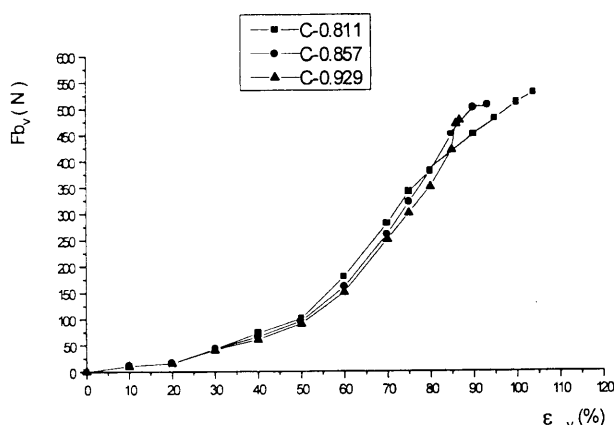


Fig. 3 $F - \varepsilon$ collective curves

Figure 3 shows collective curves $F - \varepsilon$ describing dependence of breaking force upon knitted fabrics' stretching in the direction of loop wales for different values of density coefficient. With decrease of density coefficient, stitch density increases, as breaking force of knitted fabrics does, in the direction of loop wales from 476,2 to 529,0 N.

Table 3 Coefficient elasticity of examined knitted fabrics with different densities for the time of 1 h

C	interlock knitted fabrics	
	horizontal	vertical
0.929	121.4	48.3
0.857	101.6	42.0
0.811	89.2	38.2

Table 3. shows values of elasticity coefficient of examined interlock knitted fabrics

By analyzing the obtained values (table 2), we can see that surface mass and cover factor are in direct function with stitch density. Namely, with decrease of density coefficient, yarn length in loop is decreasing while surface mass and cover factor are increasing. Knitted fabrics' breaking force and stretching depend upon yarn breaking force and breaking extension, cover

factor (coefficient of knitted fabrics' yarn fullness) and knitted fabrics' loop density. Measured results of breaking force and breaking extension in the direction of loop wales and courses are shown in table 2. It is noticeable that breaking force of knitted fabrics is about 1,7 times higher in the direction of loop wales than in the direction of loop courses. With decreasing of cooling depth, i.e. the increasing of stitch density, breaking force of knitted fabrics increases in the direction of loop courses for 24,8%. Based on this data, we can conclude that, with the increasing of stitch density, knitted fabrics will have more compact structure which is less elastic because reaction force in knitted fabrics is higher during the knitting. With increasing of knitting density, that is, with decreasing of density coefficient, elasticity of knitted fabrics is decreasing horizontally and vertically.

Table 4. shows sliding coefficients of examined knitted fabrics during different times of action of loading force.

With the increasing of loading time, deformation of knitted fabrics is gradually growing, that is material is slides and knitted fabrics dimensions are changing. During increasing of loading time from 1 to 5 h, knitted fabrics deformation grows but with further increase of loading time up to 24 h growth tendency is decreasing. Increased knitting density causes decreasing of sliding coefficient, and we can also see that material sliding is stronger in the direction of loop courses (figure 4).

Values of elasticity coefficient for examined knitted fabrics after the disloading are given in table 5.

Analysis of obtained values (table 5) shows that elastic component of deformation is decreasing with

Table 4 Sliding coefficients during loading of interlock knitted fabrics with different densities for the time of 1.5 and 24h.

C	Loadin time					
	1 h		5 h		24 h	
	horizontal	vertical	horizontal	vertical	horizontal	vertical
0.929	10.8	5.4	14.4	7.8	16.2	8.2
0.857	8.4	4.1	12.8	5.9	14.6	7.0
0.811	7.2	3.4	10.9	4.8	12.1	5.2

Table 5 Eelasticity coefficient at disloading for interlock knitted fabrics with different stitch densities.

C	Loadin time					
	1 h		5 h		24 h	
	horizontal	vertical	horizontal	vertical	horizontal	vertical
0.929	72.4	28.2	70.2	26.8	68.8	22.4
0.857	58.6	25.0	54.0	23.2	52.4	20.0
0.811	50.0	20.2	48.6	19.0	46.3	18.2

Table 6 Late elasticity coefficients interlock knitted fabrics with different stich densities

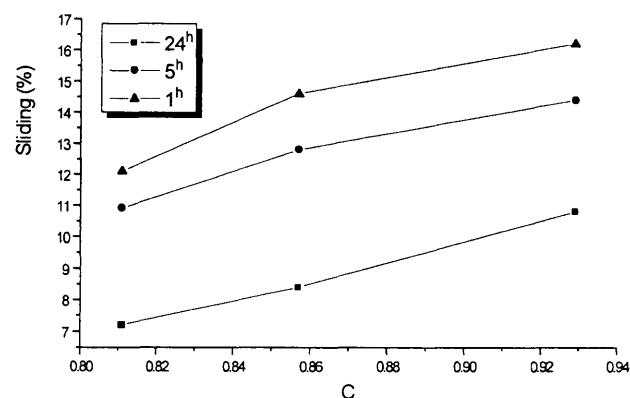
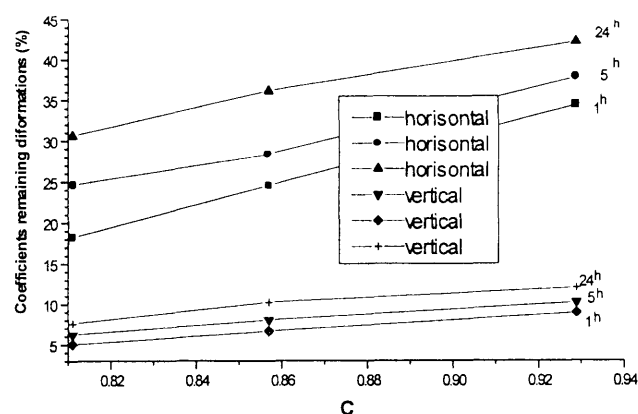
C	Loadin time					
	1 h		5 h		24 h	
	horizontal	vertical	horizontal	vertical	horizontal	vertical
0.929	52.0	27.4	56.2	30.1	58.6	33.2
0.857	42.8	24.8	46.6	27.6	50.7	30.8
0.811	38.6	20.6	40.1	23.5	44.2	26.7

Table 7 Residual deformation koefficients interlock knitted fabrics in different stitch densities

C	Loadin time					
	1 h		5 h		24 h	
	horizontal	vertical	horizontal	vertical	horizontal	vertical
0.929	34.4	10.2	37.8	8.9	42.2	12.0
0.857	24.5	8.0	28.3	6.6	36.1	10.2
0.811	18.2	6.2	24.6	5.0	26.6	7.6

the increase of knitting density. With the increase of loading time, in all examined samples, elasticity of knitted fabrics is decreasing. After removal of external force action, processes of relaxation took place in the same time but with different velocity. Table 6 shows late elasticity coefficients in examined knitted fabrics

Values of late elasticity coefficients (table 6) are decreasing with increase of knitting density. We can also seetaat, with the increase of loading time of

**Fig. 4** Influence of density coefficient on the change sliding of knitted fabrics**Fig. 5** Influence of density coefficient on the change remaining deformations of knitted fabrics

knitting, values of late elasticity coefficients are increasing. Late elasticity of knitted fabrics can theoretically last endlessly long i but practically only until complete stabilisation of knitted fabrics. Values of residual deformation koefficients are shown in Table 7.

Residual deformation is determined after stabilisation of knitted fabrics and it represents. The part of knitted fabrics permanent deformation. After removal of loading, and 15 days of relaxation, there are residual deformations in examined samples and

their values depend upon knitting density and loading time. Knitted fabrics with higher density have lesser residual deformation compared to knitted fabrics with lower density. With the increase of loading time plastic deformation, and by that knitted fabrics structure is higher (Figure 5).

CONCLUSION

1. It is proven by experimental results that breaking extension of knitted fabrics depend upon breaking force and breaking extension of yarn, kind of weave and stitch density.

2. Knitted fabrics breaking force is about 1,7 times higher in the direction of loop wales than in the direction of loop. Courses with regard breaking elongation of knitted fabrics with the increase of knitting density elongation in the direction of loop wales increases for 20% , and decreases for 34% in the direction of loop courses.

3. Deformation of knitted fabrics depends upon stitch density, time and direction of loading force action.

4. With the increase of stitch density, both elastic and high-elastic component of deformation, and residual deformation are decreasing of knitted fabrics.

5. Loading time of knitted fabrics has great influence on values of particular components of deformation and also on the share of latest, compared to total deformation. With longer loading time, total deformation of knitted fabrics is increasing on account of the sliding increase and late elasticity of knitted fabrics.

Based on the results, we can conclude that, at certain extent, the examined kind of knitted fabrics shows rheological phenomena of sliding and late elasticity as well as rheological characteristics of plasticity. These values depend upon values of knitted fabrics structural elements, physical and mechanical characteristics of yarn, time and direction of loading force action relaxation time of knitted fabrics.

References

- (1) Basnec, I. i Stupica, I. Reolosko ponasanje pletiva kod delovanja vlačnih sila. Tekstil, 1989, 38, br. 7a str. 393–398
- (2) Cooke, W.D. i Asimkopoulos, G. S. Tekst. Res. J., 1985, 55, str. 452–460
- (3) Cortoseva, S. i Cepujnoska, V. O reoloskim svojstvima desnodesnog pletiva. Tekstilna industrija, 1998, br. 8–10, str. 21–29
- (4) Kobljakov, A. I. Struktura i mehanicheskie svojstva trikotaza, Moskva, Legkaja industrija, 1973, str 61–76

ASPECTS OF THE DEVELOPMENT OF CELLULOSE FIBERS

Jambrich, M., *Murárová, A., **Džubas, F.

Faculty of Industrial Technologies TrU Púchov

**Faculty of Chemical Technology STU Bratislava*

***Slovenský hodváb j. s. c. Senica*

The cellulose fibers are mainly produced from the solution of xantogenate of cellulose – viscose. In a hundred years old development, this process has enabled a production of a wide range of fibers assortment. Apart from its indisputable advantages the process entails few negative sides. These are mainly ecological and economic.

An intensive research has started in the area of preparing the cellulose fibers with new procedures without the carbon disulphide two decades ago. At the moment, two procedures dominate the research and development:

- dissolving cellulose in N-methylmorpholin-N-oxide (NMMNO),
- procedure based on using the carbamate of cellulose.

The process of preparing cellulose fibers with NMMNO offers a wide range of development of textiles as well as technical fibers.

The proceeding of the carbamate of the cellulose preparation is based on the use of activated cellulose and urea.

The preparation of fibers from the carbamate of the cellulose has a great potential to solve environmental problems.

After years of stagnation and production cuts the cellulose fibers, the oldest among popular chemical fibers, are enjoying their renaissance today (table 1). Cotton supplying, technical solutions of EKO problems in a viscose fibers production and the development of

new cellulose solvents especially the NMMNO and cellulose derivatives (carbamate) are the main factors that caused this situation (picture 1) [1, 2].

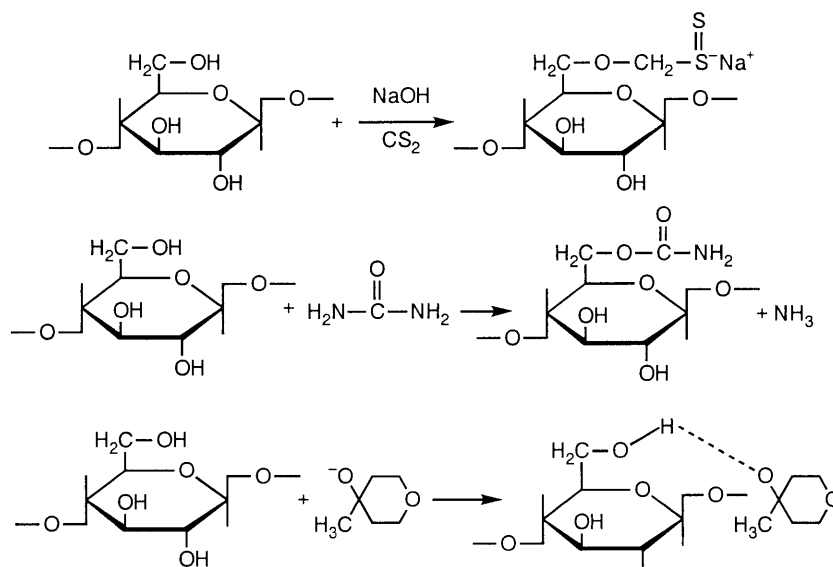
The cellulose fibers are mainly produced from the solution of xantogenate of cellulose – viscose. In a hundred years old development, this process has enabled a production of a wide range of fibers assortment. Apart from its indisputable advantages the process entails few negative sides. These are mainly ecological and economic [1, 3]:

- works with lower concentrations in a solution
- the regeneration of used chemicals and their return back to the process is insufficient. The chemicals coming into the process mutually react and change into chemicals diffused in the water environment and in the air and their regeneration is energetically and economically demanding.
- the CS_2 and H_2O concentration in the air is limited in mg/m^3 , whereas economically suitable concentrations for regeneration are in g/m^3
- the ZnSO_4 is harmful for live water organisms plus ZnSO_4 is a raw material being in deficit
- the Na_2SO_4 regeneration is energetically demanding
- the hemicelluloses liquidation, especially the α -cellulose with $\text{PS} < 200$ is very demanding and parts of it goes to drainage and influences the BKS – 5.

The above mentioned reasons served the main cause for the abolition of production lines in the world as well as in the Slovakia. Lots of big companies innovate and rationalize their production of viscose fibers.

Table 1 The development of production and consumption of fibers (in 1000 t)

ITEM	1994	1995	1996	1997	1998
CELLULOSIC (CF)					
– Acetate	0,536	0,550	0,584	0,584	0,450
– Yarn + monofilament	0,655	0,674	0,651	0,619	0,420
– Staple + Tow	1,653	1,765	1,623	1,690	0,420
SYNTETIC (SF)					
– Yarn + monofilament	9,087	9,686	10,322	11,530	12,150
– Staple + Tow	8,852	8,698	9,374	10,154	9,690
– Polyolefine	4,228	4,359	4,459	4,600	4,980
NATURAL FIBRES (NF)					
– Raw cotton	18,401	18,607	19,296	19,453	19,130
– Raw wool	1,554	1,484	1,474	1,429	1,430
– Raw silk	0,069	0,092	0,071	0,069	0,070
GLASS FIBRES (GF)	2,360	2,438	2,492	2,560	2,500



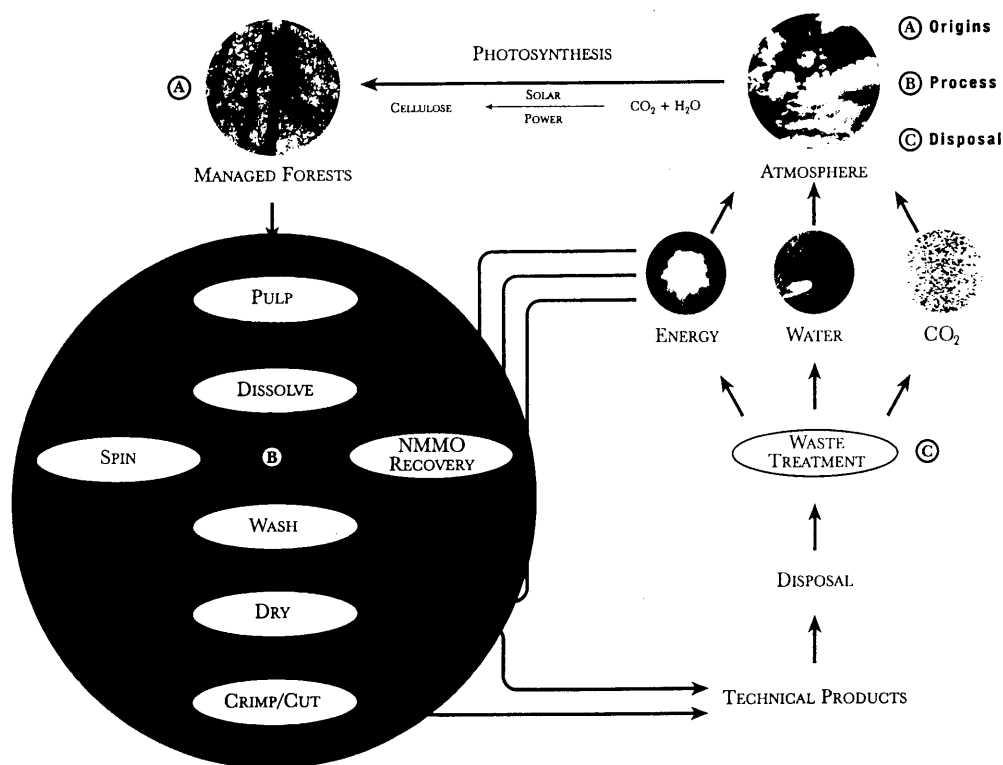
Picture 1 Chemical reactions. viscose, carbamate, NMMNO

The production of yarn fibers such as the yarn is a continual proceeding. A further development of viscose processes consists in looking for procedures of decreasing the CS_2 consumption by cellulose activation, shortening preparation time of viscose, CS_2 regeneration and exhalations liquidation. Due to this fact new factories for viscose fibers production are being built up on the American and Asian continent with a capacity of about 300 000 t. Their production is being innovated in Europe. The above mentioned tendencies assume that the viscose process of cellulose fiber production will

survive the turn of the century [4]. In 1998 the production of technical cellulose fibers increased about 5% regardless the fact that the total production of viscose fibers has decreased about 70 000 t.

An intensive research has started in the area of preparing the cellulose fibers with new procedures without the carbon disulphide two decades ago. At the moment, two procedures dominate the research and development [5, 6, 7]:

- dissolving cellulose in N-methylmorpholin-N-oxide (NMMNO), (picture 1, 2, 3)



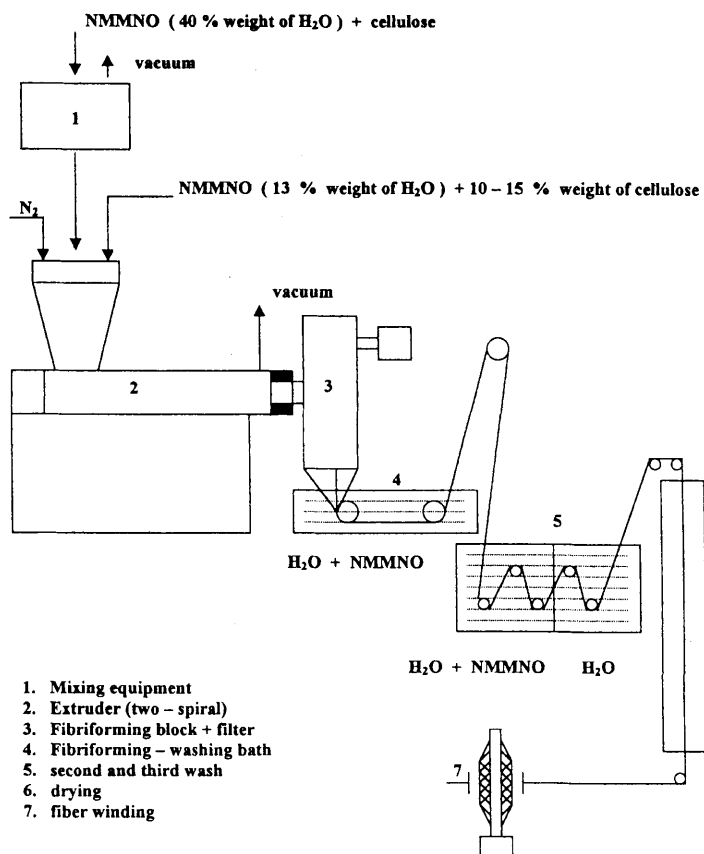
Picture 2 $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{solar energy}$, photosynthesis cycle

- procedure based on using the carbamate of cellulose (picture 1, 6).

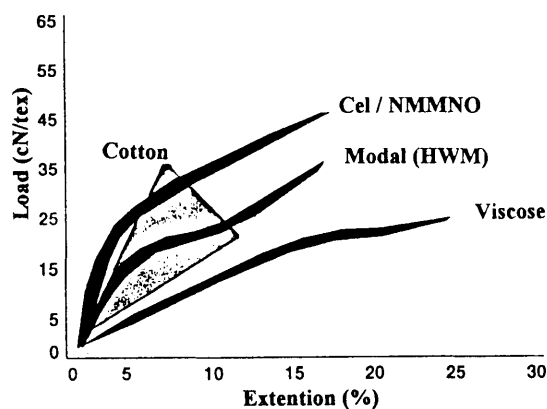
The research and development of the cellulose fiber preparation based on the use of the NMMNO solvent enables a gradual realization of production and commercialization. Currently, a production of staple fibers has been established marked as Lyocel and Tencel. The Courtauld Company has produced 100 000t of staple fibers the Tencel and Lyocel in 1997 (in Mobile USA and in Grimsby in Great Britain) and 2000 t of yarn technical fibers in the same year. Thanks to the Lenzing – Courtaulds license the AKZO Nobel from Germany (Obernburg) gears up for a production of 6000 t of yarn technical fibers (New – Cell) per year. In Austria (Heiligenkreuz) the Lyocel production is in a process of preparation with a capacity of 12 000t per year and the plan is to extend it to 25 000 t a year. In Germany in Rudolstadt TITK a lot of attention is being concentrated on the process of cellulose staple fiber preparation, even though the main attention is focused on yarn fibers called the ALCERU. Currently, a new testing production line is being built up for the staple preparation in AG Schwarza and of yarn production and a testing production line in Mytisec in Russia called the ORCEL. Among other producers of the Lyocel are the South Korea (COCEL – Roces) and the Taiwan (testing production line Chang Hua).

The process of preparing cellulose fibers with NMMNO offers a wide range of development of textiles as well as technical fibers. The technical fibers prepared from the solution of NMMNO have a relatively high dry tenacity ($\sim 4,8$ cN / dtex) and a wet tenacity of ($\sim 3,6$ cN / dtex). High wet tenacities, a high module of flexibility with a low diminishment with a good thermal stability up to 150°C are good pre-suppositions to a wide technical application (table 2, 3), [8, 9, 10, 11].

These types of fibers have a deforming curve (σ/ϵ) close to a synthetic fibers (picture 4). They are suitable to be mixed with PET, PP, cotton, linen and



Picture 3 The scheme of the preparation of cellulose fibers with the N-methylmorpholine-N-oxide (NMMNO) solvent



Picture 4 Stress/strain performance

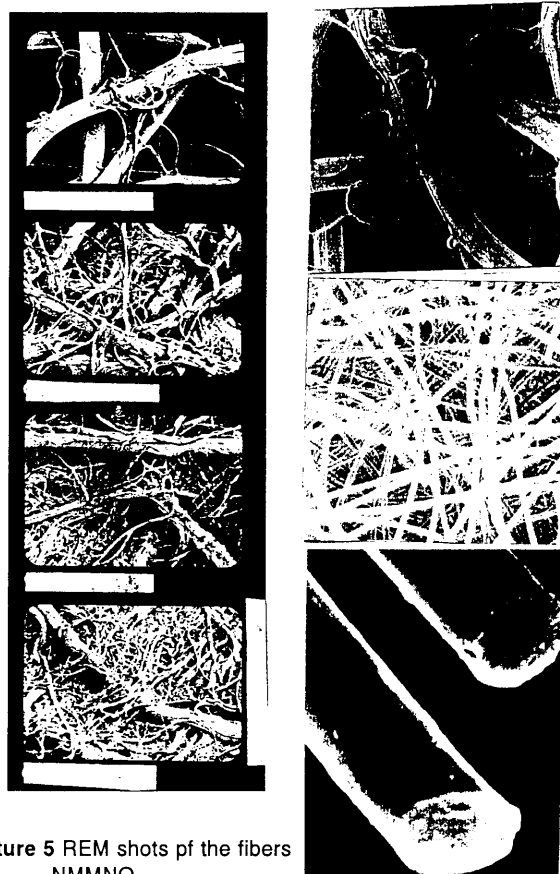
wool. When being strained the wet fibers have higher fibrillation what represents a problem for further prop-

Table 2 Physical – mechanic properties of cellulose fibers

Properties	Dimension	Viscose fibers			Lyocell	Cupro	Cotton
		Normal	Polynosics	Modal (HWM)			
Dry tenacity	cN.dtex ⁻¹	2,0 – 2,5	3,6–4,2	3,4–4,8	4,2–4,8	1,5–2,0	2,5–3,0
Wet tenacity	cN.dtex ⁻¹	1,0–1,5	2,7–3,0	1,8–2,2	2,6–3,6	0,9–1,2	2,6–3,2
Dry elongation	%	18 – 23	10–15	14–16	10–15	10–20	18–10
Wet elongation	%	22–28	11–16	15–18	10–18	16–35	12–14
Module of flexibility	cN.dtex ⁻¹	5,0	23,0	12,0	20–35	–	–
Secondary bulge	%	90–110	60–75	75–80	65–70	100–120	40–45
Degree of polymerization	PPS	290 – 320	450–500	400–450	550–600	280–320	2000–3000

Table 3 The application of the Lyocell fibers

Technical Textiles	Nonwovens	Special Papers
Agricultural textiles	Artificial leathers	Adhesive substrates
Backing cloths	Battery separators	Battery electrodes
Belting	Coating substrates	Battery separator papers
Breathable and waterproof barriers	Composite reinforcement	Calendar bowl papers
Carbon fibre precursor	Diskette linings	Cigarette filters and papers
Coated fabrics	Disposable clothing	Electrical papers
Composite reinforcement	Filters	Fancy papers
– plastics and resins	Hygiene	Filters
– coatings	– absorbent pads	– smoke
– concrete	– coverstock	– air
– plaster	– pulp reinforcement	– oil
– particle – boards	– fluid distribution	– beverage
– moulds	– incontinence pads	– blood plasma
– rubber	– tampons	Flushable papers
– bitumen	Interlinings	Glass papers (binder)
– tarmacadam	Medical	Insulation papers
Felts	(US FDA 510Ks available)	Laminating substrates
Flame retardant fabrics	– swabs	Map papers
Flock	– dressings	Medical papers
Medical and sport bandages	– bandages	Napkins, tablecloths and tissues
Military textiles	Sponge reinforcement	Photographic papers
Operating room textile	Waddings	Reinforced papers
Protective clothing	Wipes	Security papers
Ropes and netting	– wet wipes	Special printing papers
Workwear	– lint free wipes	Stencil papers
Scrims	– industrial wipes	Tea bags
Sewing threads		Vegetable parchment
Tents		
Wall papers and wall coverings		



Picture 5 REM shots of the fibers
– NMMNO

erties solution of this fiber. On the other hand this fact enables to facilitate the microfibers preparation (picture 5).

These fibers are applicable in the area of clothing (work or protecting cloths, dresses, underwear, shirts), housing textile and especially in technical textiles (nonfabric materials, paper for maps, printing and filter and composite materials in combination with synthetic fibers, cigarette filters), threads, bracing yarn fibers. They can be applied in households, medicine and industry. Our institutions have been focusing on this process of fiber preparation as well [9, 10, 11, 12].

The second proceeding of fiber preparation is based on the carbamate of cellulose that comes out of the activated cellulose and urea. The NESTE Company from Finland worked out this process and prepared the product called the CELLCA. The IWCH from Lodz (in Poland) focuses on the carbamate of the cellulose preparation and the VUCHV from Svit concentrates on fiber preparation. The Zimmer Company in cooperation with different institutions from Europe concentrates on the preparation of the carbamate of cellulose and fibers. The Company called its fiber and the proceeding of its preparation the CARBACELL [1, 7, 9, 11, 12].

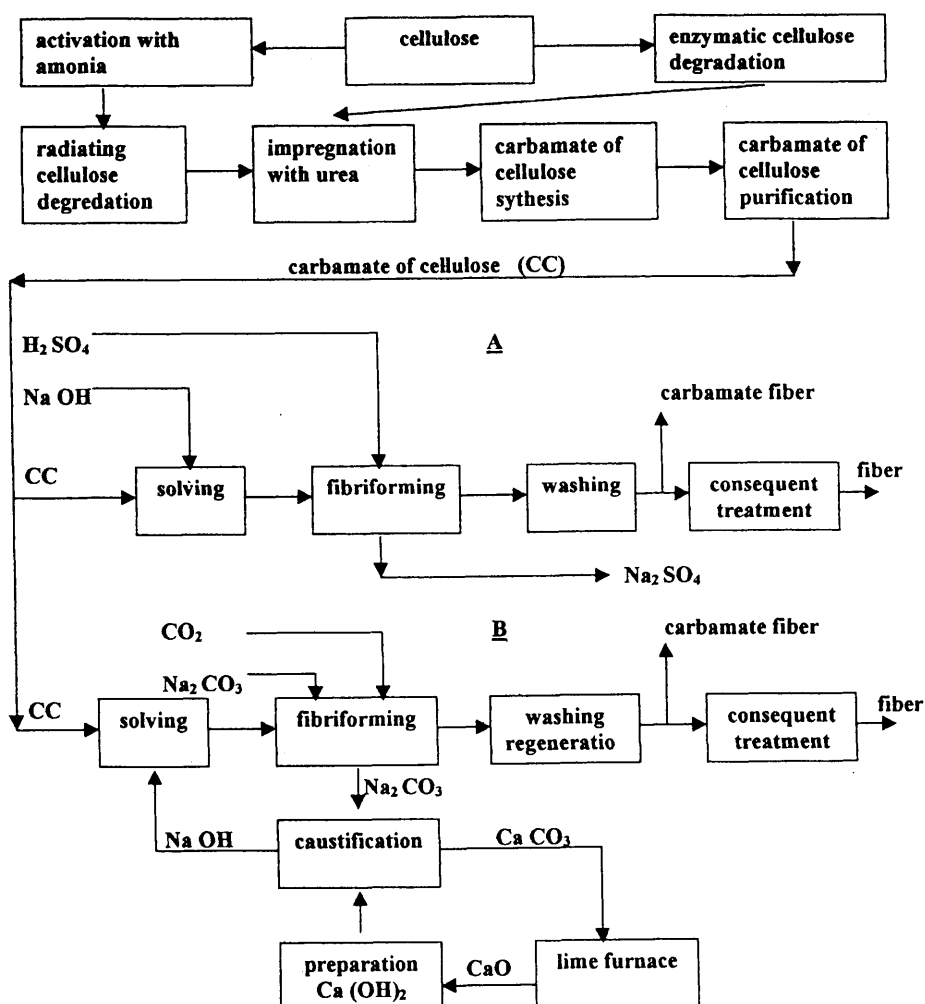
The proceeding of the carbamate of the cellulose preparation is based on the use of activated cellulose and urea. It is an organic synthesis that one can easily regulate from the energetic and thermodynamic param-

Table 4 The basic items of the structure and properties of the different types of the cellulose fibers

Type of fiber	Kp %	ρ g.cm ⁻³	$\Delta n \cdot 10^{-3}$	Tdj dtex	σ_{dry} cN.dtex ⁻¹	ϵ_{dry} %	σ_w cN.dtex ⁻¹	ϵ_w %	SN %
Cel/MMNO	65	1,53	48	1,90	4,5	14	3,5	1,5	60–65
Cel/PF/DMSO	36	1,51–1,52	34	2,00	1,96	6,8	1,26	8,2	85–93
Cel/carbamate	–	–	–	1,90	3,00	15,0	1,70	12,0	100–120
Cel/N ₂ O ₄ /DMF	–	–	–	1,80	1,80	19,0	1,30	15,0	–
Viscose	39	1,51–1,52	25	1,70	2,50	21,7	1,50	26,0	90–110
Viscose polynosics	55	1,50–1,57	36	1,75	4,00	10,4	2,8	14,4	71–75
Cotton	60–80	1,52–1,54	68	–	2,0–3,6	7–9	2,6–3,9	12–14	40–50

MMNO – N-methylmorpholine-N-oxide
DMF – dimethylformamide
PF – paraformaldehyde

cel – cellulose
DMSO – dimethylsulfoxide
SN – secondary bulge



Picture 6 The scheme of the preparation of carbamate of cellulose and the preparation of fiber with acid (A) and carbonate (B) process

eters. The carbamate of the cellulose, with a degree of substitution expressed in a volume of N 2,5–3%, is stable and transportable after drying. The spinning solution of the carbamate of the cellulose is being prepared in the NaOH with the concentration close to viscose process. First, the fiber is being prepared to the H₂SO₄ solution and consequent classical operations of washing and drying follow (picture 6). For this fiber prepara-

tion the equipment for the viscose fiber preparation can be partially used. The properties of the fibers from the carbamate of the cellulose are stated in the table 4. This proceeding of fiber preparation has not so far left the doors of laboratories and testing experiments.

Based on the research and development that has been done so far the following statements can be concluded:

- The preparation of fibers from the carbamate of the cellulose has a great potential to solve environmental problems [12].
- The existing equipment for the viscose fiber preparation enables to prepare fibers from the carbamate of the cellulose and from the mixture of viscose and the carbamate of the cellulose.
- After being dried the carbamate of the cellulose is stable and transportable and that allows concentrating the carbamate production to few regions.
- Properties of the fibers from the carbamate of the cellulose are suitable to be applied in textile and technical products.
- This process of fiber preparation from the carbamate of the cellulose is worth to be further developed. For the preparation of cellulose fiber without carbon disulphide proceeding few other solvents have been verified. The physical – mechanic properties of the fibers prepared by different proceeding are stated in the table 4.

The cellulose fibers are an inevitable part of textiles in the area of clothing, housing textile as well as in technical applications. Based on these facts the existence of their production in the upcoming period is justified and worth to be further researched, developed and invested in. A permanent renewal of

wood substance (~120 mld t/r) and insufficient resources of natural fibers both support the idea.

LITERATURE

1. Jambrich, M. a iní: *História rozvoja chemických vlákien na Slovensku a v Čechách*, Bratislava, 1996
2. *Fiber Organon* 69, 6 (1998)
3. Džubas, F.: "Súčasný stav a ďalší rozvoj viskózových vlákien a riešenie ekologických problémov", prednáška na konferencii CHTF STU, 1993
4. An.: "Projekt list of new chemical fibres plants 1997 (Engineering companis)", *Chemical fibers*, May, 210–220 (1997)
5. Firgo, H., Eibl, M., Kalt, W., Meister, G.: "Kritische Fragen zur Zukunft der NMMNO – Technologie", prednáška na konferencii, 7–8 sept. 1994, Rudolstadt, SRN
6. Bürger, H., Maron, R., Michels, U., Miech, U. P.: *Vlákna a textil* (4), 170–175 (1995)
7. Urbanowski, A.: *Chemical Fibres International* 46, 260–262 (1996)
8. An.: "Courtaulds Lyocell für technische Textilien" 38, 57 (1995)
9. Koslowski, H.: "Chemiefaser Lexikon", 95 (1997)
10. Woodings, C.: *Technische Textilie* 40, 198–200 (1997)
11. Koch, P.A.: *Faserstoff Tabellen nach P. A. Koch "Lyocell Fasern" Alternative Cellulose regeneratfasern*, *Melliand Textilberichte* 9, 575–581 (1997)
12. 3. Internationales symposium "Alternative Cellulose", 2.–3. 9. 1998 Rudolstadt – Schwarza, SRN

Spolupráca VÚTCH-CHEMITEX spol s r.o. so združením MTL Cooperation of VÚTCH-CHEMITEX Ltd. with MTL

Čapeková, V.

VÚTCH-CHEMITEX spol. s r.o. Žilina, Slovenská republika

VÚTCH-CHEMITEX spol. s r.o. Žilina podpísal v roku 2000 memorandum o porozumení so svetovou sieťou skúšobných laboratórií Merchandise Testing Laboratories (MTL).

Predmetom zmluvy je:

- spolupráca v skúšobníctve a inšpekčnej službe v strednej a východnej Európe
- spoločné konzultácie a technická pomoc
- marketingová podpora spoločných aktivít.

Merchandise Testing Laboratories Inc. je skúšobné laboratórium poskytujúce svojim zákazníkom služby v oblasti skúšobníctva v plnom rozsahu. Má sieť laboratórií po celom svete, napr. v USA, Hong Kongu, Taiwane, Číne, Indii, Turecku, Taliansku, Anglicku, Austrálii, Mexiku atď. Je držiteľom osvedčenia o akreditácii pre skúšanie odevov a textilných materiálov najväčších obchodníkov USA.

Merchandise Testing Laboratories Inc. má samostatné oddelenia pre obuv, hračky, zdravotnícke vý-

robky, kozmetiku, sviečky, elektrické a mechanické výrobky, nábytok a obaly. Zabezpečuje takmer všetky služby v oblasti skúšobníctva od skúšania pevnosti až po označovanie výrobku značkou. Má prehľad o najnovších vládnych nariadeniach a predpisoch, ako aj o priemyselných normách na celom svete, napr. CPSC, ASTM, ISTA, ANSI, ISO, JIS, AS a EN.

Merchandise testing Laboratories Inc. vykonáva skúšky a analýzy odevov a textilnej galantérie. Zameriava sa na 5 hlavných oblastí:

- skúšky fyzikálnych vlastností
- stálosť vyfarbenia
- identifikácia vlákien
- horľavosť
- analýza chýb.

Vykonávaním týchto skúšok MTL zabezpečuje svojim klientom hodnotenia nezávadnosti a kvality potrebné pre medzinárodný obchod.

1st CEC THE FIRST CENTRAL EUROPEAN CONFERENCE ON FIBRE GRADE POLYMERS, CHEMICAL FIBRES AND SPECIAL TEXTILES

Ing. Anna Murárová, PhD.

Chemickotechnologická fakulta, STU, Bratislava

Zakladajúca konferencia o vláknach a textile v stredoeurópskom regióne sa uskutočnila v Poľsku v Łódži, v dňoch 3. a 4. októbra 2000. Organizátormi konferencie boli pod záštitou Poľského výboru pre vedu, výskum a vývoj Inštitút chemických vlákien v Łódži, Technická univerzita v Łódži, Bielsko – Biala Branch a STU Bratislava, SR. Rokovacím jazykom bola angličtina.

Na konferencii bolo 57 účastníkov z 10 krajín sveta. Celkom odznelo 19 prednášok a bolo vystavených 8 posterov. Odborný program konferencie bol rozdelený do týchto 6 sekcií:

1. Plenárna sekcia
2. Celulóza a jej deriváty
3. Chemické vlákna
4. Syntetické polyméry a vlákna

5. Špeciálne textílie

6. Posterová sekcia

Abstrakty všetkých prednášok z tejto konferencie sú uvedené v zborníku abstraktov. Plenárne prednášky boli zamerané na hodnotenie doterajšieho vývoja v oblasti najmä masovo vyrábaných chemických a syntetických vlákien. V prvej plenárnej prednáške na tému „Progress in chemical fibres“, Alojzy Urbanowski z Inštitútu chemických vlákien Łódź, uvádza aká bola výroba a spotreba prírodných a chemických vlákien v roku 1999 vo svete. Výroba bavlny má v textilnom priemysle stále svoje nezastúpiteľné postavenie, jej relatívny podiel voči chemickým vláknam klesá. Zastúpenie chemických vlákien v roku 1999 bolo 56 %. Prevládajú vlákna polyesterové, polyamidové, akryl – polypropylénové a celulózové. Poly-



terové a polypropylénové vlákna sa vyvíjajú najdynamickjšie. Produkcia celulóзовých vlákien v roku 1999 klesala. Je pozoruhodné, že v roku 1999 sa stala Čína najväčším producentom polyesterových vlákien, a tak predstihla USA, ktoré po desaťročia boli na 1. mieste.

Druhá plenárna prednáška na tému „The development of fibres for technical textiles“ od Martina Jambriha a ďalších spoluautorov z TrU Trenčín bola zameraná na rozvoj technických vlákien a využitie chemických vlákien do technických aplikácií. V prednáške sa uvádzali štruktúra a vlastnosti základných skupín technických vlákien a špeciálnych typov vlákien.

Prednáška od Henryka Struszczyka z Inštitútu chemických vlákien v Łódži bola na tému „Some aspects of the modification on natural polymers.“ Prírodné polyméry fyzikálne – chemickou modifikáciou dosahujú vynikajúce vlastnosti ako „hight“ materiály, ktoré majú široké uplatnenie v medicíne, biotechnológiách, kozmetike a poľnohospodárstve. V prednáške sa pojednáva o prírodných polyméroch celulóзовých, lignínových, chitínových, chitozánových, škrobových, alebo proteínových. Z uvedených polymérov autor prezentuje modifikáciu celulóзовých a chitozánových polymérov, ktoré boli cestou mokrého zvlákňovania využité vo vláknach, fóliách a iných produktoch. Chitozán je výsledkom deacetylácie prírodného chitínu. Fyzikálno-chemickou modifikáciou chitozánu sa menia molekulárne, supermolekulárne a morfológické charakteristiky s cieľom zvýšiť bioaktivitu.

Na konferencii sa zúčastnili zástupcovia firmy Lenzing AG Reinhard Kampl a Josef Bachinger s prednáškou „The role of manmade cellulose in global fibre markets“. V prvej časti prezentovali vývoj viskóзовých vlákien od 19. storočia a rôzne inovácie.

Modálové a polynozické vlákna dosiahli vo výrobe maximum v 70. rokoch s výrobou 200 000 ton. Dnes tradičné technológie nahrádzajú nové roztokové zvlákňovania, s novou generáciou vlákien.

Kirill E. Perepelkin z Univerzity pre technológiu a dizajn zo Sankt Peterburgu zaujal prednáškou na tému „Principal physico-chemical and technological regularities of chemical fiber formation and new ways of chemical fibres formation processes creation“. v ktorej uvádza vízie do budúcnosti na všetkých stupňoch tvorby vlákien. Rôzne spôsoby modifikácie vlákien pokladá za najlepšie metódy na zlepšenie vlastností vlákien. V druhej prednáške Kirill E. Perepelkin „Aramide fibers development – today and future“ hovoril o vývoji aramidových vlákien.

Účastníci z Chemickotechnologickej fakulty STU Bratislava sa prezentovali štyrmi prednáškami:

- A. Marcinčin: „Polypropylene Fibres, Mass Pigmenting and/or Exhaustion Dyeing“
- P. Hodul a kol.: „ β -cyclodextrine in textil finishing“
- M. Krištofič: „Blended Fibre – forming System PA6/ Copolyamides“
- A. Murárová a kol.: „The influence of Geometric Modification of PET fibres on Dyeing“.

V posledne uvedených prácach sú výsledky vlastného výskumu v súčasnosti na pracovisku. Okrem niektorých vyššie uvedených citovaných prác boli na konferencii všetky ďalšie prednášky zaujímavé svojím obsahom a podnetom do diskusie, či už v rámci vystúpenia alebo v kuloároch.

Zborník všetkých prednášok v plnom znení bude pre účastníkov konferencie dodatočne skompletizovaný.

2 nd CEC bude v Bratislave, 6–7. septembra 2001, na ktorú srdečne pozývajú všetkých záujemcov usporiadatelia.

EFEKTÍVNEJŠIE VYUŽITIE REAKTÍVNYCH FARBÍV

Hodul P.

Chemickotechnologická fakulta, STU, Bratislava

Kľúčovým faktorom na ceste ku komerčnému úspechu textilných výrobkov je farbenie a to predovšetkým v sektore výrobkov, ktoré ovplyvňuje móda ako sú odevné, dekoračné a poťahové bytové textílie. V spotrebe vlákien v textile je bavlna na prvom mieste, preto má veľký význam dopad jej zošľachťovania vrátane farbenia na životné prostredie.

Základným problémom pri farbení celulóзовých vlákien najvýznamnejšou skupinou farbív – reaktívnymi farbivami, je znečisťovanie odpadových vôd neznečisteným a hydrolyzovaným farbivom v pracích vodách po farbení. Využitie farbiva sa pohybuje v rozmedzí 55–95 %. Použitie reaktívnych farbív je pod stále silnejším tlakom legislatívnych opatrení na ochranu životného prostredia. Zvýšenie využiteľnosti farbiva sa dá dosiahnuť optimalizáciou predúpravy, zvýšením reaktivity celulózy chemickou modifikáciou, použitím viacfunkčných farbív a monitorovaním a riadením procesu farbenia v reálnom čase.

Všetky reaktívne farbivá reagujú mechanizmom nukleofilnej substitúcie alebo adície, prípadne obooma typmi reakcií (Obr. 1). Priebeh reakcie závisí od stavu celulóзовého polyaniónu ako nukleofilného reaktantu. Ako konkurenčná reakcia prebieha reakcia farbiva s hydroxylovými iónmi za vzniku hydrolyzovanej formy farbiva. Stupeň fixácie farbiva závisí od viacerých faktorov – pomeru rýchlostných konštant reakcie farbiva s celulózou a hydrolytickej reakcie, substantivity (t.j. od vzájomného pomeru adsorbovaného farbiva a farbiva v kúpeli), difúzneho koeficientu farbiva v celulóзовom materiáli, pomeru kúpeľa a plochy povrchu materiálu, na ktorom sa môže farbivo adsorbovať.

Farbenia reaktívnymi farbivami zahŕňa tri stupne:

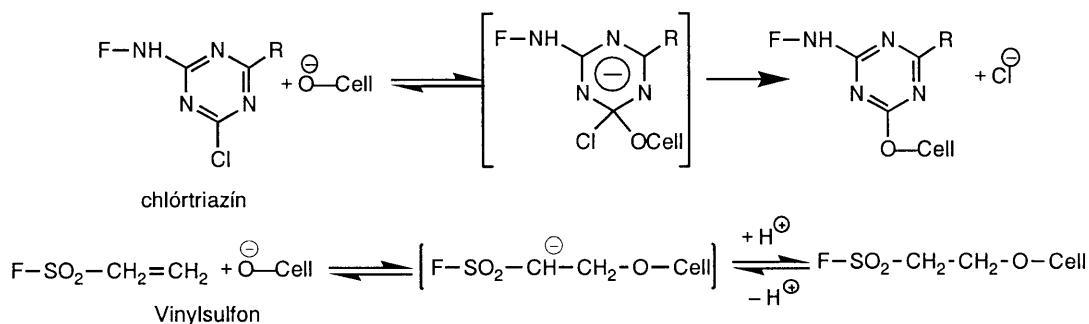
- vyťahovanie farbiva v prítomnosti elektrolytu, obvykle v neutrálnom prostredí,

- fixácia farbiva na celulóзовé vlákna za podmienok optimálneho pH a teploty,
- záverečné spracovanie, odstránenie elektrolytov, alkálií a nefixovaného farbiva.

Zvyšovaním teploty sa znižuje substantivita a urýchľuje sa hydrolýza farbiva, pričom oba tieto efekty znižujú účinnosť fixácie. Vzrast koncentrácie elektrolytu vždy zvyšuje substantivitu bez zníženia reaktivity za predpokladu, že farbivo zostane úplne rozpustené. Pozitívny vplyv elektrolytu je zvlášť výrazný v prípade farbív s väčším počtom reaktívnych skupín, pri vyššej hodnote pH a pri sýtejšom vyfarbení. Egálnosť vyfarbenia možno ovplyvniť riadením rýchlosti adsorpcie tak, aby sa dosiahlo rovnomerné rozdelenie farbiva v textílii alebo využitím migračných vlastností farbiva v neskoršej fáze farbiaceho procesu. Prvý postup poskytuje lepšie využitie farbiva a zabezpečuje lepšiu reprodukovateľnosť ale vyžaduje dokonalejšiu kontrolu a riadenie procesu z minúty na minútu. Ak sa farbí v návine na egálnosť má rozhodujúci vplyv rýchlosť vyťahovania farbiva, rýchlosť prúdenia kúpeľa a hustota náviny. Rýchlosť vyťahovania farbiva sa mení v závislosti od teploty a jej gradientu a pH a rýchlosti zmien pH.

1. Chemická modifikácia celulózy

Výsledok farbenia a tlače pri zošľachťovaní bavlny závisí od jej nadmolekulevej a morfolologickej štruktúry. V dôsledku toho vznikajú rozdiely podľa proveniencie, zrelosti a spôsobu predúpravy. Pri vláknoch z regenerovanej celulózy je to podobne. Pri pôsobení koncentrovaných roztokov hydroxidu sodného na bavlnu prebieha celý rad chemických a fyzikálnochemických zmien. Celulóza napučiava, čiastočne sa rozrušujú kohezívne sily medzi makromolekulami a kryštalitmi, vzniká alkalická celulóza a molekulová zlúčenina celulózy



Obr.1 Reakcie celulózy s reaktívnymi farbivami

s hydroxidom sodným. Po odstránení hydroxidu vypieraním vodou sa získa hydrátcelulóza (celulóza II), ktorá má inú nadmolekulovú štruktúru ako celulóza natívna (celulóza I). Spracovanie bavlny v koncentrovaných roztokoch hydroxidu sodného je základom dvoch dôležitých technologických operácií – mercerizácie a lúhovania, ktorými sa zlepšuje príjem farieb, dosahuje sa sýtejšie a brilantnejšie vyfarbenie a vyrovnávajú sa rozdiely spôsobené štrukturálnymi zmenami rôzne zrelej bavlny a bavlny rôzneho pôvodu [1, 2]. Zlepšenie vyfarbitelnosti bavlny účinkom hydroxidov, ktoré vyvolávajú intrakryštalické napučiavanie, je dané zmenami nadmolekulovej štruktúry. Farbivá sa adsorbujú prevažne v mikropóroch sekundárnej steny (s priemerom 3 až 4 nm), ktorých množstvo sa mercerizáciou zvyšuje. Mercerizovaná bavlna sa preto, za inak rovnakých podmienok, vyfarbí sýtejšie ako bavlna nemercerizovaná, čo umožňuje dosiahnuť úsporu v spotrebe farbiva o 14 až 40 %. Pozoruhodné je, že pri rovnakom množstve farbiva na materiáli, je mercerizovaná bavlna sýtejšie vyfarbená. Je to v dôsledku zníženia koeficientu rozptylu svetla mercerizáciou.

Bredereck a Bluherová [3] pozorovali obdobné zmeny pri spracovaní bavlny v kvapalnom amoniaku.

Napriek tomu, že mercerizáciu a lúhovaním sa zlepšujú koloristické vlastnosti celulóзовých materiálov vplyvom chemických činidiel, nemožno tieto operácie pokladať za chemickú modifikáciu v pravom slova zmysle.

Snaha o lepšie využitie farieb a problémy spojené s farbením zmesových materiálov si vyžadujú chemickú modifikáciu celulózy spočívajúcu v zavedení špecifických funkčných skupín, ktoré sú schopné reakcie s farbivom alebo bočných reťazcov, ktoré takéto skupiny obsahujú.

Zmes vlna/bavlna sa farbja dvojstupňovo. Spravidla sa najskôr, pri mierne zvýšenom pH, zafarbí bavlnený podiel a potom sa farbí vlna. Pri jednokúpeľovom farbení sa bavlna vyfarbí menej sýto ako vlna. Zvýšenie pH potrebné na sýtejšie vyfarbenie bavlny prináša so sebou riziko poškodenia vlny. Preto je farbenie tón v tóne obtiažne. Farbenie vyžaduje použitie ochranných prostriedkov tenzidového typu a výber vhodných nových typov farieb.

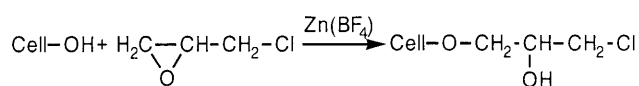
Reakcie celulózy možno v zásade rozdeliť na dve základné skupiny – reakcie na hydroxylových skupinách a reakcie degradácie polymérneho reťazca, ktoré pre daný prípad neprichádzajú v úvahu. K reakciám na hydroxylových skupinách patria esterifikácie (nitrácia, acetylácia, xantogenácia a pod.), eterifikácie (alkylácie, arylácie), substitúcie vodíkových atómov hydroxylových skupín a oxidačné reakcie na primárnych a sekundárnych hydroxylových skupinách. Chemickou modifikáciou celulózy, ktorej výsledkom je zavedenie aminoskupín, sa reaktivita celulózy podstatne zvýši.

Modifikácia vlákien musí byť čo najjednoduchšia, rýchla a vysokoúčinná tak, aby sa nadmieru nezvyšovali

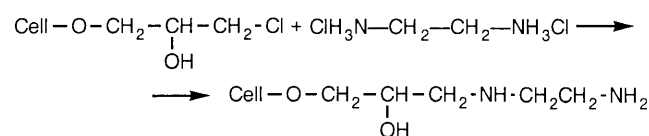
výrobné náklady. Nesmie zhoršovať základné vlastnosti materiálu (pevnosť, ťažnosť, belosť, ohmat a pod.) a nesmie zanechať na vláknach žiadne toxické látky. Má umožniť egálne jednokúpeľové farbenie bavlny v zmesi s vlnou.

Stále širšie použitie v textilných výrobkoch nachádzajú zmesi lyocelových vlákien s prírodnými vláknami (CLY/bavlna, CLY/vlna, CLY/hodváb). Vhodne sa v nich využívajú pevnostné vlastnosti CLY, hlavne vysoká pevnosť v mokrom stave, príjemný ohmat a komfort pri nosení. Aj tieto zmesi spôsobujú pri farbení problémy.

Junger a kol. [4] sa pokúsili zlepšiť vyfarbitelnosť lyocelových vlákien ich kationizáciou. Postup je založený na aktivácii celulózy epichlórhýdrínom za vzniku 2-hydroxy-3-chlóropylesteru celulózy a na nasledovnej aminácii etyléndiamíndihydrochloridom

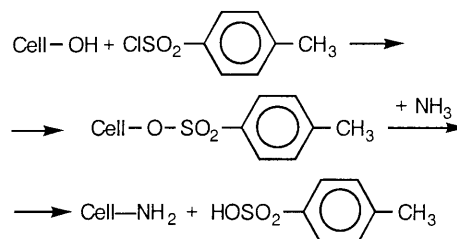


Celulóзовý materiál napučaný vo vodnom roztoku tetrafluóroboritanu zinočnatého alebo hydroxidu sodného sa odžmýka a tri hodiny sa spracováva v epichlórhýdríne pri teplote 90 °C. Po ukončení reakcie sa perie vodou a extrahuje acetónom. Druhý stupeň reakcie s etyléndiamíndihydrochloridom prebieha vo vodnom prostredí s postupným pridávaním vodného roztoku hydroxidu sodného pri teplote 30 °C, v priebehu jednej hodiny. Nasleduje pranie a extrakcia acetónom



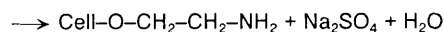
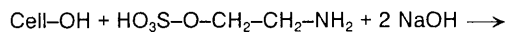
Takto modifikované vlákna sa vyfarbujú sýtejšie a pri tom je možnosť meniť hĺbku vyfarbenia zmenou stupňa substitúcie v prvom stupni reakcie. Stálosti vyfarbenia reaktívnymi farbivami boli 4 až 5.

Aminoskupiny možno na celulóзовé vlákna zaviesť viacerými spôsobmi, napr. acyláciou 4-toluénsulfochloridom (tosyláciou) a nasledovným štiepením sulfoesterov amoniakom:



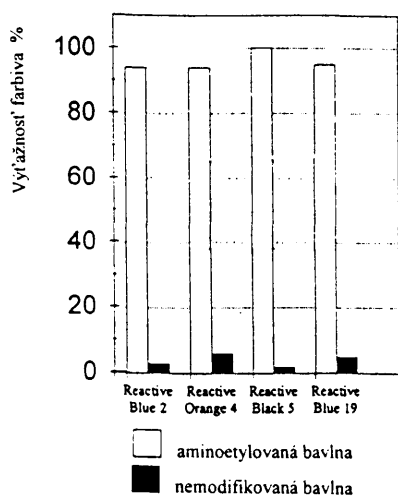
ako aj reakciou celulózy s epichlórhýdrínom a trietanolamínom.

Herlinger a kol. [5] využili na zvýšenie reaktivity bavlny substitúciu aminoethylsulfátom v alkalickom prostredí:



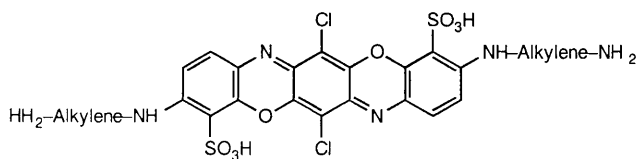
Bavlnená tkanina sa impregnovala na fuláre kúpeľom obsahujúcim kyselinu aminoetylsulfónovú (2–15 % hmot.), hydroxid sodný (25 %), tetrahydridboritan sodný (1%) a zmáčadlo a následne sa fixovala pri teplote 130 °C počas 5 minút. Zvyšok chemikálií sa potom odstránil práním v deionizovanej vode. Pri použití 2 % hmot. kyseliny 2-aminoetylsulfónovej na hmotnosť tkaniny sa obsah dusíka v tkanine pohyboval okolo 1 %, čo postačovalo na dosiahnutie sýteho vyfarbenia reaktívnymi farbivami. Za týchto podmienok je substituovaná zhruba každá 87 glukopyranózová jednotka. Prídavok NaBH_4 zamedzuje zožltnutiu materiálu pri fixácii.

Stupeň vytiahnutia farbiva sa zvýšil o 10 až 20 %. Nevýhodou je, že pri fixácii farbiva v silne alkalickom prostredí časť farbiva desorbuje. Preto sa farbivá na materiále fixovali za sucha pri teplote 120 °C. Výťažnosť farbív po takejto úprave je uvedená na Obr. 2.



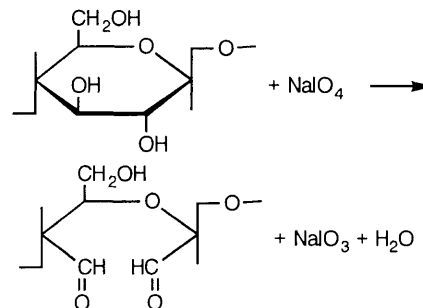
Obr. 2 Výťažnosť reaktívnych farbív pri fixácii za sucha

Lewis a Tapley [6] pripravili oxidáciou celulózy jodistanom sodným 2,3-dikarbonylcelulózu (dialdehydovaná celulóza) ako derivát určený na reakciu s novovyvíjanou skupinou reaktívnych farbív – alkylaminoderivátov (Obr. 3)



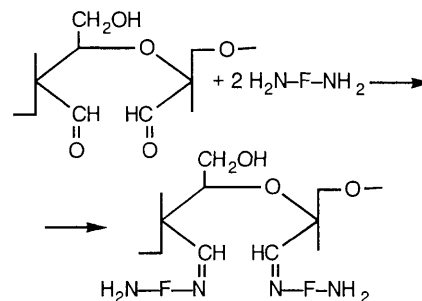
Obr. 3 Štruktúra farbiva Alkylamino Blue TPD

Väčšina oxidačných činidiel pôsobí na celulózu komplexne a nešpecificky. Výnimkou je kyselina jodistá, ktorá za vhodných podmienok oxiduje celulózu za vzniku anhydroglukózových dialdehydov :



Reakcia prebieha najlepšie pri pH 2–5 pri teplote 20 °C v tme aby sa zabránilo vedľajším reakciám. Základným problémom, že jodistanom oxidovaná celulóza veľmi ľahko degraduje už v mierne alkalickom prostredí čo je spojené s poklesom pevnosti. Jej stabilitu možno zvýšiť redukciou karbonylových skupín tetrahydridboritanom sodným.

Adično-eliminačná reakcia aldehydov s primárnymi amínmi prebieha cez adíciu amínu ako nukleofilného činidla na aldehyd za vzniku nestabilného karbinolamínu. Po eliminácii vody vzniká Schiffova zásada. Reakcia alkylaminového farbiva s oxidovanou celulóзой prebieha nasledovne:

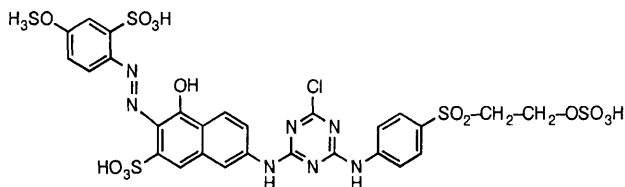


Pri farbení sa dosiahlo podstatne vyššie využitie farbiva v porovnaní s nemodifikovanou bavlnou, ktorá sa použitými farbivami prakticky nevyfarbila. Pri opakovanom praní sa však farbivo postupne uvoľňuje.

Ani jeden z uvedených spôsobov modifikácie nie je v štádiu kedy by sa mohol technologicky aplikovať. Sú to iba pokusy, ktoré naznačujú určité možnosti zvýšenia výťažnosti farbív.

2. Bifunkčné reaktívne farbiva

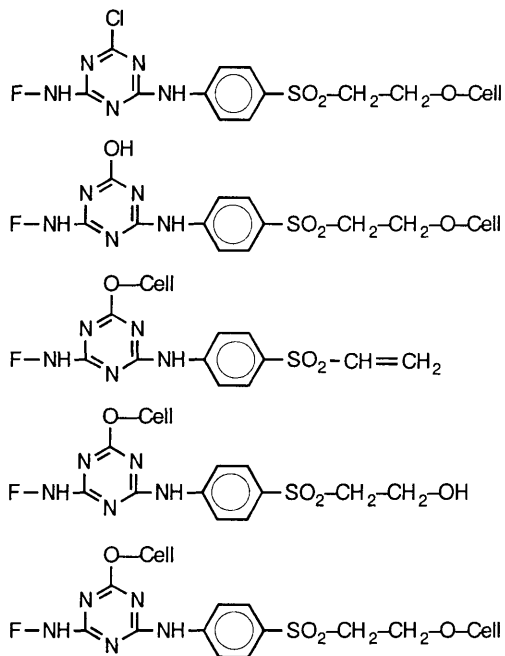
Na rozdiel od chemickej modifikácie celulózy sa v koloristickej praxi už dnes bežne používajú polyfunkčné reaktívne farbivá. Farbivá s minimálne dvoma funkčnými skupinami umožňujú pri farbení celulóзовých vlákien dosiahnuť vysoký stupeň využitia farbiva pri vzniku stabilnej chemickej väzby. Stupeň vytiahnutia farbiva samotný však neposkytuje informácie o tom, ktoré skupiny sa skutočne využili na väzbu s celulóзой. Donedávna bola nevyjasnená otázka či sa v reálnych podmienkach naviažu na celulóзу všetky disponibilné



Obr. 4 Chemická štruktúra bifunkčného reaktívneho farbiva s reaktívnou s-triazínovou a etylsulfónovou skupinou

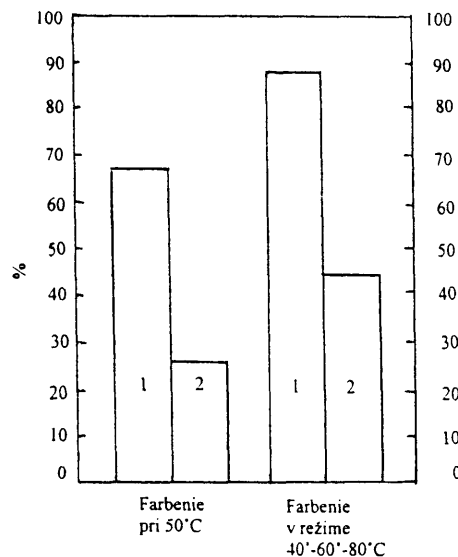
funkčné skupiny. Po odstránení neviazaného farbiva práním sa na základe hĺbky vyfarbenia dá povedať, že aspoň jedna skupina s celulózu zreagovala. Dilger a kol. [7] použili na materiálovú bilanciu procesu farbenia bifunkčné reaktívne farbivo značkové nuklidom ^{13}C v s-triazínovom kruhu (Obr. 4). Postup bol založený na vyfarbení bavlny, dezintegrácii vyfarbených vzoriek, ich enzymatickom štiepení a na izolácii produktov štiepenia filtráciou a ultrafiltráciou. Interpretáciou ^{13}C NMR spektier sa získali poznatky o reakcii jednotlivých funkčných skupín.

Pri bifunkčných reaktívnych farbivách je podstatne väčší počet možných reakčných produktov ako pri monofunkčných. V prípade farbiva obsahujúceho jednu s-triazínovú a jednu vinylsulfónovú skupinu z deviatich možností 5 predstavuje reakčné produkty s fixovaným farbivom (Obr. 5).



Obr. 5 Reakčné produkty fixácie bifunkčného reaktívneho farbiva na celulózu

Prítomnosť dvoch alebo viacerých reaktívnych skupín však neznamená, že sa jednoducho zvýši využitie farbiva. Hĺbka vyfarbenia a podiel bifunkčne viazaného farbiva je optimálny vtedy, ak sa vhodne využije reaktivita oboch skupín (Obr. 6). Dilger a kol. [7] sledovali materiálovú bilanciu produktov pri niekoľkých reži-



Obr. 6 Vplyv teplotného režimu na stupeň využitia farbiva (1) a podiel bifunkčne viazaného farbiva (2)

moch farbenia. Zistili, že pri koncentrácii uhličitanu sodného 20 g L^{-1} sa bilancia mení podľa toho, či sa farbí pri teplote 50 °C alebo sa pracuje v režime $40\text{--}60\text{ °C}$.

Druhý postup zaisťuje lepšie využitie farbiva a vyšší podiel farbiva viazaného dvoma väzbami, čo sa prejaví vo zvýšených stálostiach vyfarbenia.

3. Počítačové riadenie farbiaceho procesu

V posledných dvoch desaťročiach nastali pri farbení najvýraznejšie zmeny ako výsledok aplikácie počítačov pri kontrole a riadení celého procesu. Automatizácia začala zavedením systému udržiavania časovo-teplotného režimu podľa zvoleného postupu a to vypínaním a zapínaním ohrevu farbiaceho kúpeľa. K plne automatizovanému procesu sa dospelo po aplikovaní vhodných dávkovacích systémov pre dávkovanie farbív a pomocných prostriedkov ako aj vkladania a vykladania materiálu.

Pri konvenčnom farbení, napr. v návine, spočíva riadenie procesu na vopred určených zmenách teploty, rýchlosti prúdenia kúpeľa a dávkovania farbív a pomocných prostriedkov. Takto fixne postavený režim nerešpektuje zmeny v surovine, v kvalite náviny a špecifiká farbiaceho zariadenia.

Shamey a Nobbs [8] vypracovali spoľahlivý kontrolný a riadiaci systém pre farbenie s maximálnym ekonomickým efektom a minimálnou koncentráciou farbiva v odpadových vodách. Riadenie procesu je založené na jeho monitorovaní v minimálnych časových intervaloch, pričom sa sleduje teplota, pH a koncentrácia farbiva a e lektrolytov a ich reálna hodnota sa upravuje podľa limitov vymedzených programom zodpovedajúcim stav farbeného materiálu. Odstránia sa tak chyby dané ľudským faktorom, dosiahne sa vyššia reprodukovateľnosť procesu, zlepši sa egálnosť vyfarbe-

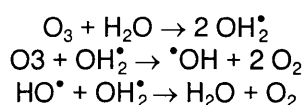
nia, zníži sa riziko agregácie farbív alebo ich vyžrážania pri malom pomere kúpeľa a zníži sa podiel hydrolyzovaného farbiva. Celkovo sa to odrazí aj v lepších stálostiach vyfarbenia.

4. Čistenie odpadových vôd po farbení

Pre textilné zošľachtovanie je charakteristická vysoká spotreba vody, ktorá je vyššia ako napr. v celulózopapierenskom či chemickom priemysle. Podľa spracovaného materiálu a formy, v ktorej sa zošľachtuje, sa údaje pohybujú v rozmedzí od 30 do 350 m³ na tonu [9]. Stále rastúce náklady na vodu a stočné si vyžadujú zníženie spotreby vody. Jednu z ciest pritom predstavuje recirkulácia vôd po farbení a pláchaní po farbení. Tento postup je použiteľný iba v prípade separátneho čistenia vôd. Potreba čistiť odpadové vody má však aj ekologický aspekt. Na prvý pohľad by sa mohlo zdať, že prítomnosť farbív vo vode má negatívny vplyv iba z estetického hľadiska. Vyššie koncentrácie sýtych farbív môžu, v dôsledku absorpcie a reflexie svetla, obmedziť rast baktérií potrebných na rozklad nečistôt vo vode, ako prvý stupeň nutričnej reťaze. Ťažisko pritom zostáva na odfarbovaní vôd po farbení reaktívnymi farbivami. Aj napriek tomu, že na odfarbovanie vôd bol v publikáciách popísaný celý rad postupov, v praxi sa zatiaľ uplatňujú iba ojedinele.

Typickým konvenčným spôsobom je čistenie vôd aktívnym kalom. Tento postup však dostatočne nevyhovuje pre čistenie textilných odpadových vôd obsahujúcich farbivá a textilné pomocné prostriedky. Neosvedčil sa ani celý rad ďalších postupov, ako sú reverzná osmóza, ultrafiltrácia, chemická koagulácia, adsorpcia, elektrolyza, extrakcia a pod. Potenciálne najperspektívnejšie sú procesy založené na chemickej a fotochemickej oxidácii ako sú ozonizácia, oxidácia peroxidom vodíka samotným alebo s Fentonovým činidlom, fotochemická oxidácia UV/H₂O₂, fotokatalytická oxidácia katalyzovaná oxidom titaničitým a oxidácia peroxodisíranom sodným [9–13]. Tieto systémy produkujú účinný oxidans – hydroxylové radikály HO[•].

S použitím ozónu na čistenie odpadových vôd sa začalo v sedemdesiatych rokoch. Pri čistení odpadových vôd po farbení je vhodné zaradiť ju na separátne čistenie a prípadné dočistenie aktívnym kalom. Ozón sa rozkladá podľa nasledujúcich reakcií:



Ozón štiepi chromofórový systém farbív, čím ich prevedie na bezfarebné rozkladné produkty. Predovšetkým sa štiepia väzby –CH=CH– a –N=N– ako aj aromatické a heterocyklické kruhy [10]. Adsorpcia svetla sa tak posúva mimo viditeľnú oblasť. Pri teplote 80 °C je

odfarbovanie rýchlejšie ako pri 25 °C. Účinok ozónu veľmi závisí od typu farbív napr. reaktívne farbivá sa rozkladajú rýchle ale disperzné farbivá sa rozkladajú pomalšie a menej účinne. Strickland a Perkins [10] zistili, že reaktívne farbivá Cibacron Yellow C5-G a Cibacron Yellow CR sa dávkami ozónu 50 mg.L⁻¹ pri reálnych koncentráciách farbiva vo vode odfarbujú v priebehu 10 až 60 s. Nevýhodou ozonizácie je, že sa výraznejšie nemení CHSK ani celkový obsah organiky viazaného uhlíka TOC.

Vysoko účinný systém na odfarbovanie odpadových vôd predstavuje Fentonova reakcia:

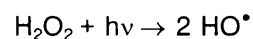


Praktické použitie Fentonovho činidla prebieha v dvoch stupňoch a to redoxnom odfarbení a koagulácii. Proces koagulácie je vyvolaný vznikajúcim kationom Fe³⁺, ktorý pri pH 3,5–7 vytvára hydrokomplexy, ktoré majú tendenciu polymerizovať. Po sedimentácii sa preto podstatne znižuje CHSK.

Prousek [13] sledoval účinnosť Fentonovej reakcie pri odfarbovaní vôd po farbení niektorými kovokomplexnými a kyslými farbivami. Keďže atak hydroxylového radikálu je smerovaný predovšetkým na chromofór, možno si s určitým priblížením na základe publikovaných poznatkov vytvoriť obraz aj o reaktívnych farbivách. Ako optimálne podmienky autor uvádza pomer H₂O₂ : Fe²⁺ = 1,75 : 1,00 až 1,75 : 2,00 (mol), hodnota pH 3, čas samotnej reakcie 1 h pri teplote 24 °C a po pridaní flokulantu (Zetag 57) sedimentácia jednu hodinu. Za uvedených podmienok sa farbivá pri koncentrácii 100 až 400 mg.L⁻¹ odbúrali na 98 až 99 %.

Nevýhodou tohoto postupu je vznik značného množstva kalov. Rearick a kol. [14] publikovali materiálovú bilanciáciu kalov v pilotných podmienkach.

Ako najúčinnější postup pre čistenie odpadových vôd po farbení sa zdá byť proces využívajúci degradáciu systémom H₂O₂/UV. Všeobecne akceptovaný mechanizmus fotolýzy peroxidu vodíka je založený na jeho štiepení na dva hydroxylové radikály a ďalšie reaktívne produkty, ktoré atakujú farbivá:



Reakcie hydroxylových radikálov v prítomnosti organických látok možno podľa ich mechanizmu rozdeliť do troch skupín

- odštiepenie vodíkového atómu
HO[•] + RH → R[•] + H₂O
- elektrofilná adícia
HO[•] + PhX → HO–Ph[•]–X
- prenos elektrónu
HO[•] + RX → RX^{•+} + HO⁻

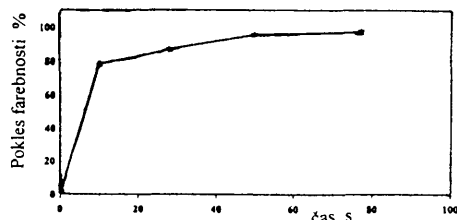
Ak sa použije peroxid vodíka vo veľkom prebytku vznikajú hydroperoxylové radikály HOO[•], ktoré sú

menej reaktívne [12]. H_2O_2 /UV systém umožňuje úplne rozložiť znečisťujúce látky, ako sú farbivá a organické koloristické pomocné prostriedky napr. zmäčadlá a egalizačné prostriedky na oxid uhličitý a vodu. V závislosti na charaktere nečistôt ako vedľajšie produkty sú kyseliny, kovy, soli.

Ďalšie výhody tohoto postupu spočívajú v tom, že sa eliminuje vznik kalov a problém ich uloženia, dajú sa dodržať limitné hodnoty emisií do ovzdušia a predchádza sa vzniku nepríjemného zápachu.

Aj samotné UV žiarenie je schopné degradovať organické látky, ale ak sa kombinuje s peroxidom vodíka účinok je podstatne vyšší. V praxi už pracuje okolo 40 zariadení na čistenie vôd pod označením Perox-pure Chemical Oxidation Technology.

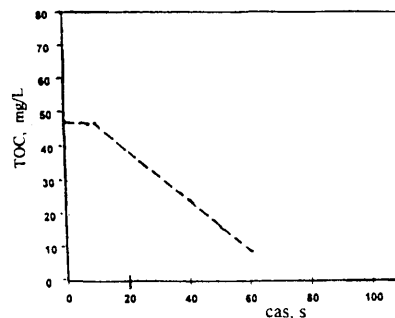
Yang a kol. [11] sledovali účinnosť H_2O_2 /UV na dvadsiatich komerčných farbivách (reaktívnych, kyslých, priamych, kypových, disperzných a bázičných), pri koncentrácii 0,9 až 1 g.L⁻¹. V prípade reaktívnych farbív obsahoval simulovaný farbiaci kúpeľ 60 g.L⁻¹ NaCl a 10 g.L⁻¹ Na₂CO₃. Koncentrácia peroxidu vodíka sa volila na základe predpokladanej rozkladnej reakcie v stechiometrickom pomere. Použila sa 300 W UV lampa. Aj pri vysokej koncentrácii farbív sa dosiahlo odfarbenie vody už v priebehu desiatok sekúnd (Obr. 7).



Obr. 7 Zmena sfarbenia vody v závislosti od času zdržania v reaktore pre farbivo Reactive Black 5

Pri čistení vôd obsahujúcich farbivá možno už rozštiepením malého počtu väzieb chromofóru dosiahnuť odfarbenie. Niektoré rozkladné produkty sú i naďalej nežiadúce. Preto sa sledoval aj celkový obsah organicky viazaného uhlíka TOC (Obr. 8).

Z výsledkov vidieť, že v tomto prípade sa dosiahlo aj podstatné zníženie TOC, čo je prednosťou tejto metódy v porovnaní s inými.



Obr. 8 Zmena TOC v závislosti od času zdržania v reaktore pre farbivo Reactive Black 5

Sebb a Lange [9] použili na odfarbovanie vôd peroxodisíran sodný. Autori v práci použili 4 reaktívne farbivá, 2 zo skupiny azových a 2 antrachinónové. Pri koncentrácii farbív 0,5 g.L⁻¹ sa vody pri teplote 130 °C odfarbili v priebehu 30 až 300 s. Voda sa môže po kvantitatívnom rozložení peroxodisírany opäť použiť na prípravu farbiacich kúpeľov.

V priebehu takmer 50 ročnej histórie reaktívnych farbív sa objavujú neustále možnosti zdokonaľovania procesov farbenia zaujímavé pre chemikov, procesárov ako aj ochrancov životného prostredia.

Literatúra:

- Bredereck K., Wolf J.: *Melliand Textilber.* 64, 1983, s. 902–908
- Witt L., Streit W.: *Textilveredlung* 19, 1984, s. 99
- Bredereck K., Bluher A.: *Melliand Textilber.* 72, 1991, s. 446–454
- Junger O., Schäfer K., Hocker H.: *Melliand Textilber.* 80, 1999, s. 178–185
- Herlinger H. a kol.: *Textilveredlung* 30, 1995, s. 244–246
- Lewis D. M., Tapley K. N.: *Text. Chem. Col.* 31, 1999, s. 20–25
- Dilger P., Meyer U., Rys P.: *Textilveredlung* 33, 1998, s. 14–21
- Shamey M. R., Nobbs J. H.: *Text. Chem. Col.* 31, 1999, s. 35–39
- Sebb W., Lange J.: *Textilveredlung* 34, 1999, s. 10–16
- Strickland A. F., Perkins W. S.: *Text. Chem. Col.* 27, 1995, s. 11–15
- Yang Y., Wyatt D. T., Bahorsky M.: *Text. Chem. Col.* 30, 1998, s. 27–35
- Prousek J.: *Chem. Listy* 90, 1996, s. 307–315
- Prousek J.: *Chem. Listy* 91, 1997, s. 48–54
- Rearick W.A., Farias L.T., Goettsch H.B.G.: *Text. Chem. Col.* 29, 1997, s. 10–19

Výsledky posudzovania zhody ostatných určených výrobkov vo VÚTCH-CHEMITEX spol. s r. o. Žilina, Autorizovaná osoba SKTC-119 za III. štvrťrok 2000

Herchlová, I.

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

Posudzovanie zhody určených textilných a odevných výrobkov, výrobkov spotrebnej chémie a textilných podlahových krytín vykonáva Autorizovaná osoba SKTC-119 od 1. januára 2000 s účinnosťou zákona NR SR č. 264/1999 Z.z. o technických požiadavkách na výrobky a o posudzovaní zhody a o zmene a doplnení niektorých zákonov a Nariadenia vlády SR č. 400/1999 Z.z.

Výsledky posudzovania zhody ostatných určených výrobkov za III. štvrťrok 2000 sú uvedené v nasledujúcom tabuľkovom prehľade:

Počet	Celkom	Tuzemsko	Dovoz
vydaných certifikátov	493	42	451
– z toho neurčené výrobky	7	3	4
vydaných potvrdení o zhode	84	1	83
vydaných odmietnutí potvrdiť zhodu	13	–	13
– z toho spotrebná chémia	2	–	2

V hodnotenom období AO SKTC-119 vykonala aj posudzovanie zhody neurčených výrobkov, ktoré predstavujú z celkového počtu vydaných certifikátov 1,4 %.

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

Pre neurčené výrobky vyplýva povinnosť podľa § 10, odsek 1 zákona č. 264/1999 Z.z., ktorý usta-

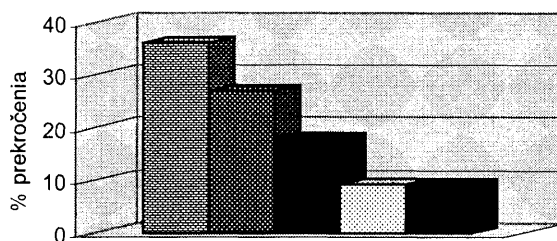
novuje povinnosť výrobcov a dovozcom uvádzať na trh iba bezpečný výrobok.

V počte vydaných potvrdení o zhode predstavujú najväčší podiel textilné podlahové krytiny celkom 53,5 %. Výrobky spotrebnej chémie sú zastúpené 46,4 %.

Z celkového počtu odmietnutí potvrdiť zhodu za toto obdobie bolo 11 odmietnutí, čo tvorí 84,6 % vydaných odmietnutí potvrdiť zhodu AO SKTC-119 na textilné a odevné výrobky.

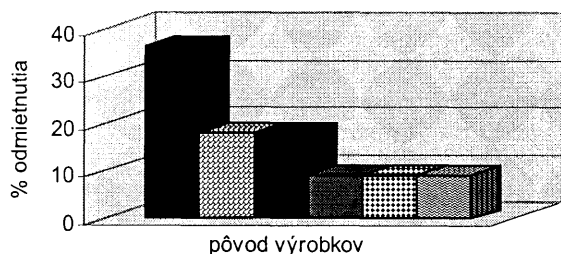
Najviac vydaných odmietnutí potvrdiť zhodu na textilné a odevné výrobky bolo pôvodom z týchto krajín, ktoré uvádzame v grafickom znázornení na obr. 1.

Prekročenie jednotlivých limitov zdraviu škodlivých látok a kvalitatívnych parametrov, ktoré sú dôvodom odmietnutia potvrdiť zhodu na textilné a odevné vý-



- stálosti vyfarbenia
- pH
- ťažké kovy
- formaldehyd + rozmerové zmeny
- formaldehyd + pH

Obr. 2



- India
- Thajsko
- Čína
- Bangladéš
- Turecko
- Pakistan

Obr. 1

robky za III. štvrťrok 2000 sú uvedené v nasledujúcom grafe na obr. 2.

Z výsledkov posudzovania zhody textilných a odevných výrobkov môžeme konštatovať, že najviac nedostatkov v kvalite textilných a odevných výrobkov sa vyskytuje v stálosti vyfarbenia, pH vodného výluhu a obsahu ťažkých kovov (Cr, Ni).

Dojčenské a detské výrobky pre deti do 3 rokov predstavujú 36,3 % z celkového počtu odmietnutí potvrdiť zhodu na textilné a odevné výrobky.

Výrobok	Škodlivá látka, kvalitatívny parameter	Stanovený limit	Stanovené hodnoty	% prekročenia	Krajina pôvodu
detské a dojčenské tričká	formaldehyd zmena rozmerov po praní – (šírka)	20 mg.kg ⁻¹ ± 6 %	38 mg.kg ⁻¹ + 12,0 %	90 100	India
vrchné ošatenie pre deti do 3 rokov (tepláky, bundy a súpravy)	ťažké kovy (Ni)	1,0 mg.kg ⁻¹	1,22 mg.kg ⁻¹	22	Čína
detské a dojčenské denimové košeľe	stálosť vyfarbenia pri mokrom otere	2–3	1–2		India
detské a dojčenské denimové nohavice	stálosť vyfarbenia pri mokrom otere	2–3	1–2		Čína

Štatistické zhodnotenie prekročenia predpísaných limitov zdraviu škodlivých látok a kvalitatívnych parametrov u dojčenských a detských výrobkov pre deti do 3 rokov je uvedené v nasledujúcom tabuľkovom prehľade:

V tejto skupine výrobkov podiel odmietnutí potvrdiť zhodu vydaných na výrobky bolo pôvodom z Ázie (Čína a India).

Výrobky spotrebnej chémie predstavovali 15,3 % z celkového počtu odmietnutí potvrdiť zhodu. Dôvody odmietnutia potvrdiť zhodu na výrobky spotrebnej chémie boli nasledovné:

- a) nízka práca schopnosť pracieho prostriedku,
 - b) prekročenie limitu hodnoty inkrustácie,
 - c) vysoká zmena farebného odtieňa tkaniny.
- V tejto skupine sú výrobky zastúpené pôvodom z Českej republiky a Španielska.

Nový zákon NR SR č.264/1999 Z.z o technických požiadavkách na výrobky a o posudzovaní zhody a o zmene a doplnení niektorých zákonov a Nariadenia vlády SR č. 400/1999 Z.z., zaväzuje všetkých výrobcov, dovozcov a distribútorov, ktorí môžu ovplyvniť bezpečnostné vlastnosti výrobku, k dodržiavaniu požiadavky uvádzať na trh len bezpečné výrobky.

Textile scientific conference STRUTEX

Sodomka, L.

TU Liberec, álkova 6, 461 27 Liberec, CZ

During two days 29th and 30th November the 7th conference entitled STRUTEX, dealing with structure and structure mechanics of textiles, has been organised on the Technical university (TU) in Liberec, CR. The conference has been opened in 9 o'clock 29th November in the area of the student houses. The opening speeches have been presented by the rector of TU Liberec D. Lukáš and by the dean of the textile faculty R. Kovář.

The conference programme has been divided into three parts : 1. the structure and the structure mechanics of textiles (15 contributions), 2. textiles of the new milenium (10 contributions) and 3. posters (27 contributions). The main index of the conference has been that most part of the contributions has been presented by the young textile scientists. The majority of the reports have been directed to the fibres and their spinning. It has been reported also about the structure and properties of the area textiles, their technology, structure and properties. The great attention has been devoted to the drapeness and friction of the textiles. They have been appeared also some theoretical works about spinning, hairiness of the yarns, about the applications of lasers in the textile fields and also the contributions on the topic

„Culture and textiles“ and also on the prognostic contribution about the perspectives of textiles in the third milenium.

In the following text the extract of the most interesting title of the conference as concrete examples have been shown: Numeric simulation of the draw test of the wovens, Textile structure analysis, Woven 25 000 year old?, Structure, electrical, adhesive and thermal properties of carbon fibres, The capillary effects between fibres, The binding rigidity of the test probes of the area textiles with the changing breath, Usable properties of semi-permeable textile materials using in clothing industry and many others between 52 contributions.

The main organisers of the conference are B. Neckář and M. Dostálová, department of the textile structure textile faculty TU Liberec.

All contribution have been published in the proceedings STRUTEX 2000 having 367 pages in czech with short english abstracts, which can be ordered on the address. M. Dostálová, TU Liberec, Hálkova 6, 46017 Liberec 1 and some information about conference is being possible to seek on Internet pages on the address www.textil.cz.

Spoločnosť Woolmark predstavuje vlnu Total Easy Care Wool s ľahkou údržbou

AMERICA'S TEXTILES INTERNATIONAL, 28, 1999, č. 10, s. 52

Vlna Total Easy Care sa môže prať v pračke a sušiť v sušičke pri nízkej teplote. Odevy vyrobené z tejto vlny sa nezrážajú a nestrácajú tvar ani po 50 praniach, uchovávajú si mäkký vlnený ohmat a lesk. V súčasnej dobe dodáva priadze, ktoré možno prať v pračke vyše 100 praní. Podnetom pre vývoj Total Easy Care Wool bol zvýšený dopyt po športových odevoch a odevoch pre voľný čas s ľahkou údržbou. Total Easy Care Wool umožnila spotrebiteľom prvýkrát prať vlnené svetre a nohavice doma v pračke. Spoločnosť Woolmark ponúka správu, v ktorej podrobnejšie pojednáva o tejto novinke, analyzuje situáciu na trhu, výrobné kapacity, poskytuje prehľad skúšobných metód Woolmark a informuje o označovaní. Jej cena je 120 dolárov.

Textilný priemysel a ochrana životného prostredia *AMERICA'S TEXTILES INTERNATIONAL*, 28, 1999, č. 12, s. 30–31

Významným prínosom textilného priemyslu k budovaniu modelu udržateľného rozvoja je výroba polyesterového rúna z regenerovaných nápojových fľaš, pestovanie organickej bavlny, navádzanie úpravárenských technológií s minimálnym dopadom na životné prostredie, recyklácia odpadových vôd, farbenie v nadkritickom CO₂, regenerácia odpadu. Konkrétnym príspevkom firmy Burlington Chemical Co. je eliminácia použitia toxických chemikálií a ich náhrada neškodnými látkami. Väčšinu produktov radu Burco vyrába firma Burlington z prírodných surovín bez vzniku toxických spodín. Burco SA-200 je prvé reaktívne zásadité farbivo vyrábané priamo z CO₂ získavaného z ovzdušia. Rehance je nový proces tlače textílií nahrádzajúci postup s plastizolmi a eliminujúci PVC a ftaláty z procesu.

Konštrukčné riešenie skládok odpadu v seizmicky aktívnych oblastiach

GEOTECHNICAL FABRICS REPORT, 17, 1999, č. 1, s. 24–29

Výsledky štúdie vypracovanej autormi príspevku ukazujú, že v seizmicky aktívnych oblastiach je pri konštrukcii skládok odpadu vhodné klásť tkanú geotextíliu z polypropylénových pások v priamom kontakte s geomembránou z HDPE a zasypať ju vrstvou piesku. Skúšky potvrdili, že pre tento účel sú vhodné aj tkané geotextílie z polyesteru/polypropylénu v kombinácii z HDPE s vhodne upraveným povrchom. Pri výbere konštrukčných materiálov je však vždy potrebné vyko-

nať špecifické skúšky z dôvodu variability syntetických materiálov a rozdielnej citlivosti na trenie na ich styčných plochách.

Séria príspevkov o filtrácii: závery

GEOTECHNICAL FABRICS REPORT, 17, 1999, č. 2, s. 24–27

Posledný zo série príspevkov o filtrácii sumarizuje ich závery a podáva prehľad zásad, ktoré treba dodržiavať pri navrhovaní a aplikácii geotextilných filtrov:

- 1) Vecné posúdenie aplikácie
- 2) Identifikácia náročnosti fyzikálnych podmienok
- 3) Hodnotenie potenciálneho správania sa pri filtrovaní pôdy a pri filtrácii výluhu
- 4) Výber geotextilného filtra s vhodnými hydraulickými a mechanickými vlastnosťami a ak treba overenie vhodnosti skúškami
- 5) Kontrola kvality počas inštalácie.

Novú generáciu geotextilných filtrov predstavujú viacvrstvové geotextilné filtre vyhovujúce aj extrémnym hydraulickým a inštaláčnym podmienkam, ktoré účinne nahrádzajú filtre so štruktúrou pások/geotextíliu.

Projektovanie a výstavba uzáverov kalojemov spevnených geosyntetickými materiálmi

GEOTECHNICAL FABRICS REPORT, 17, 1999, č. 3, s. 21–27

Pri projektovaní uzáveru kalojemu treba vychádzať z toho, či uzáver má zabráňovať infiltrácii povrchovej vody a uvoľňovaniu prchavých plynov z odpadu, alebo či má len zabráňovať kontaktu človeka s odpadom. Autori príspevku po vymedzení pojmov zhrnuli postup projektantov do deviatich bodov:

- 1) Definícia pôdných podmienok
- 2) Definícia materiálu (štrk, piesok), na ktorý sa bude geotextília inštalovať a jeho hrúbky
- 3) Stanovenie zaťaženia spôsobeného stavebnými mechanizmami
- 4) Výpočet nosnosti a koeficientu bezpečnosti
- 5) Stanovenie pevnosti geotextílie v ťahu
- 6) Limitovanie elastickej deformácie
- 7) Stanovenie požadovanej pevnosti v pozdĺžnom a v priečnom smere
- 8) Výber tkanej geotextílie s dostatočnou pevnosťou
- 9) Voľba systému ukotvenia geotextílie.

Geomembrány a geosyntetické ilové výstelkové materiály v uzáveroch skládok odpadu

GEOTECHNICAL FABRICS REPORT, 17, 1999, č. 5, s. 20–23

Požiadavky pre konštrukciu uzáverov komunálnych skládok odpadu stanovuje zákon 40 CFR 258.60.

V príspevku sa konštatuje, že geomembrány a geosyntetické ílové výstelkové materiály sú vhodnejšie ako výstelky zo zhutneného ílu, pretože účinnejšie zabráňujú prieniku vodnej pary a plynov zo skládky do prostredia. Toto tvrdenie je podrobne zdôvodnené. Kým pevnosť vlastného materiálu v šmyku udáva zvyčajne výrobca, autori príspevku upozorňujú, že pre praktickú aplikáciu je dôležité poznať aj správanie sa systému na rozhraní geosyntetický materiál/další syntetický alebo prírodný materiál, ktorý je s príslušným geosyntetickým materiálom v kontakte zhora aj zospodu.

Meranie tečenia geosyntetických materiálov: tri metódy

GEOTECHNICAL FABRICS REPORT, 17, 1999, č. 6, s. 26–29

Tečenie polymérnych geosyntetických materiálov sa bežne stanovuje metódou ASTM D 5262, pri ktorej sa vzorka materiálu podrobí konštantnému zaťaženiu. Meria sa deformácia ako funkcia metóda superpozície čas/teplota vychádza z konceptu, že zvýšená teplota urýchľuje tečenie, čím sa skracuje čas potrebný na dosiahnutie príslušnej hodnoty tečenia. Z výslednej teoretickej krivky sa dajú predpovedať deformačné vlastnosti materiálu. Stupňová izotermická metóda je kombináciou horeuvedených metód. Využíva konštantné zaťaženie na zistenie závislosti deformácia/čas a taktiež zvýšenú teplotu na urýchlenie tečenia. Všetky tri metódy majú výhody a nevýhody, ale rozhodne tiež opodstatnenie v skúšobnej praxi.

Geomriežky Terragrid

GEOTECHNICAL FABRICS REPORT, 17, 1999, č. 7, s. 29

Geomriežky firmy Webtec, Inc. (USA) sú vhodné na spevňovanie svahov, oporných múrov, stabilizáciu podložia a pod. Materiál Terratex sa dodáva pre stavebníctvo vo forme tkaných a netkaných geotextílií. Geomriežky TerraCell sa podobne ako geomriežky Terragrid používajú na stabilizáciu svahov a ako protierózne materiály. Textília TerraJute podlieha biologickému rozkladu. V ponuke firmy Webtec je tiež rohož TerraGuard. Prefabrikované drenážne systémy pre horizontálne aj vertikálne aplikácie sa dodávajú pod názvom TerraDrain.

Technológia C 350 firmy North American Green

GEOTECHNICAL FABRICS REPORT, 17, 1999, č. 8, s. 1

Firma North American Green vyrába patentovanou technológiou kompozitnú stabilizačnú rohož C 350, ktorá zabraňuje erózií na svahoch a spevňuje pôdu ohrozenú splavovaním. Po zasadení vegetácie plní funkciu mulčovacej plachtiky. Optimalizuje podmienky pred zasadением rastlín aj počas ich rastu. Je vyrobená z trojrozmerného sieťového prvku zo syntetického materiálu a z organických vlákien. Skúšky ukázali, že pôda

spevnená geokompozitnou rohožou C 350 so zakorenenou vegetáciou má rovnakú odolnosť voči erózii ako keby bola spevnená kamennou hrádzou hrubou 600 mm. Pritom náklady sú neporovnateľne nižšie.

Príručka pre rok 2000

GEOTECHNICAL FABRICS REPORT, 17, 1999, č. 9, s. 1–230

Príručka má niekoľko častí:

- abecedný register výrobkov s názvami firiem, ktoré ich vyrábajú;
- abecedný register špecifických aplikácií geosyntetických materiálov s názvami firiem, ktoré ich realizujú;
- abecedný register služieb so zoznamom firiem, ktoré ich poskytujú;
- základné parametre geotextilných výrobkov geomembrán, geosyntetických ílových výstelkových materiálov, drenážnych výrobkov, geomriežok, geobuniiek, protieróznych materiálov. Výrobky sú uvedené v abecednom poradí podľa firiem, ktoré ich vyrábajú. Uvádza sa názov výrobku, technológia jeho výroby, hmotnosť, materiálové zloženie, fyzikálne a mechanické vlastnosti, odporúčané aplikácie a pod.

Nové výrobky chemického priemyslu

INTERNATIONAL TEXTILE BULLETIN, 45, 1999, č. 6, s. 52

T e c o v i n APN – emulzia z alifatických uhľovodíkov, polysiloxánov, kondenzačných produktov masťných kyselín a kationaktívneho pufrového systému. Prostriedok znižuje statické trenie. Vlákno má po úprave veľkú dynamickú hladkosť povrchu.

A l v i r o n PES – aniónaktívny, nepenivý, egalizačný, migračný a dispergačný prostriedok používaný pri farbení PES a jeho zmesi. Je zložený z modifikovaných esterov kyseliny fosforečnej, etoxylátov masťných alkoholov a esterov kyseliny sírovej. Vlastnosti: mäkký, vláčný ohmat, lepšia spracovateľnosť pri farbení, pružnosť textílie. Výrobcom uvedených textilných pomocných prostriedkov je švajčiarska firma Textilcolor AG.

Nový postup predúpravy a úpravy tkanín

MELLIAND TEXTILBERICHTE, 80, 1999, č. 10, s. 842–845

V príspevku je predstavený nový spôsob predúpravy a úpravy tkanín Fleissner-Aqua Tex. Je to proces, ktorý vedie nielen k úsporám energie, nákladov, ale aj k zlepšeniu kvality výrobku a je prijateľný pre životné prostredie. Systém Fleissner-Aqua Tex sa používa pri úprave tkanín z pradených priadzí. U upravených tkanín dochádza k zlepšeniu merateľných fyzikálnych vlastností, napr. k zvýšeniu hustoty tkaniny, pevnosti v odere, k zníženiu sklonu ku žmolkovaniu, k optimalizovaniu nekrčivosti, ku zlepšeniu ohmatu a optiky, k pozitívnemu ovplyvneniu priedyšnosti a priepustnosti

vody, ku zlepšeniu príjmu farbiva. Použitie upravených tkanín: airbagy, nábytkové látky, automobilové textilie, denim, filtre, bytové textilie.

Lenzing Modal Sun

MELLIAND TEXTILBERICHTE, 80, 1999, č. 11–12, s. 880

Firma Lenzing AG, Rakúsko vyvinula nový typ vlákna Lenzing Modal Sun na výrobu odevov chrániacich pred pôsobením slnečného žiarenia. Ochrana pred slnečným žiarením pridávaná vo forme pigmentov počas výroby vlákien je zdravotne nezávadná a stála v praní. Pri zohľadnení určitých kritérií pri výrobe textílií ponúka vlákno Modal Sun aktívnu ochranu pokožky s ochranným faktorom minimálne 30 +, stanoveným podľa austrálsko–novozélandskej normy AS/NZS 4399.

Návrh normy DIN: skratka CO pre bavlnu

MELLIAND TEXTILBERICHTE, 81, 2000, č. 1/2, s. 6

V novom návrhu normy DIN z decembra 1999 „Textilné vlákenné materiály 1. časť – Textilné vlákna a ich skratky“ sa uvádza, že namiesto skratky Bw (Baumwolle) sa pre bavlnu bude používať značka CO, čím sa prispôsobí medzinárodnej norme ISO 6983:1984 „Textiles – Natural Fibres Generic names and definitions“. (Vyčerpávajúce)

Asota: nové duté polypropylénové vlákno

MELLIAND TEXTILBERICHTE, 81, 2000, č. 1/2, s. 6

Na výstave Domotex 2000 vystavoval rakúsky výrobca polypropylénových vlákien Asota GmbH v Linci nové polypropylénové strižové vlákno Asota M40 s troma dutinami, ktoré je vhodné na výrobu textilných podlahových krytín. Vlákno sa môže pridávať aj do vlnených zmesí (20–30 % vlny). Koberec so svojimi vlastnosťami (jemný vlnený lesk, mäkký ohmat, dobrá zotavovacia schopnosť) je porovnateľný s dobrými vlnenými kvalitami. Asota so sesterskými polypropylénovými firmami Drake a Plasticers patrí do anglickej Chapelthorpe Plc. Ročná kapacita v Linci je 25 000 t (titer 1–400 dtex). (Vyčerpávajúce)

Nový spôsob pradenia ComforSpin

MELLIAND TEXTILBERICHTE, 81, 2000, č. 3, s. 133–136

V praxi pracuje viac než 100 dopriadacích strojov K40-ComforSpin. V príspevku je predstavený nový spôsob pradenia, popísané sú vlastnosti priadzi ako aj výhody pri ďalšom spracovaní. Priadze COM 4 majú oproti klasickým priadzam lepšie pevnosti a rozťažnosti. Charakteristická je ich nízka chlpatosť. V krátkosti sú vysvetlené nové možnosti a úspory nákladov.

Šance pre biofunkčné textilie

MELLIAND TEXTILBERICHTE, 81, 2000, č. 4, s. 238

Ústavy v Hohensteine očakávajú, že biofunkčné tex-

tilie sa začnú priemyselne vyrábať o 5–6 rokov. Jedná sa o textilie s terapeutickými účinkami. Účinné látky sa dostávajú do vlákien buď pri zvlákňovaní alebo sa nanášajú na povrch vlákien. Telesnou vlhkosťou a teplotou sa prenášajú na pokožku. Na zabezpečenie väčších plôch pokožky vystačia parciálne kontakty. V súčasnosti sa pracuje na novej metóde inkorporácie a odovzdávania účinných látok. Ústavy v Hohensteine vyvíjajú vodne roztoky účinných látok, ktoré sú uzatvorené do mikrokapsulí. Ďalej pracujú na inkorporácii účinných látok do polymérov so sieťovou štruktúrou, ktoré majú schopnosť absorbovať vodu.

Použitie nezakrútenej predpriadze na výrobu ľanových priadzi

MELLIAND TEXTILBERICHTE, 81, 2000, č. 5, s. 356–359

Ľanové vlákna ovíjané viskóзовými vláknami sa môžu spracovať ako predpriadza. Valčekový prieťahový mechanizmus dosahuje pracovnú rýchlosť 320 m/min. Predpriadza s novou štruktúrou sa používa na výrobu vysokokvalitnej ľanovej priadze. Požiadavky na ovíjaciu priadzu si odporujú, pretože na výrobu predpriadze je potrebná dostatočná pevnosť a pri spracovaní na dopriadacích strojoch zas čo najnižšia pevnosť. Tieto nároky spĺňa viskóзовé vlákno. Sú vypracované odporúčania na výber jemnosti ovíjajúcich nití, ich napnutie pri tvorbe predpriadze. V príspevku sú uvedené krátke poznámky o výkone predpriadiarne a ku kvalite jemných priadzi. Použitím ovíjacej farebnej priadze s kontrastným odtieňom sa získa efektná priadza.

Chemické vlákna – významný faktor hospodárskeho rozvoja

TEKSTILNAJA PROMYŠLENNOST', 1999, č. 2–3, s. 12–17

Súbor štatistických údajov dokumentuje situáciu vo výrobe a spotrebe chemických vlákien v Rusku, v Západnej Európe a vo svete. Vo forme tabuľky sú priblížené údaje o výrobe jednotlivých typov chemických vlákien vo svete a v Západnej Európe. V ďalšej tabuľke sú tieto údaje podrobnejšie rozpisované pre jednotlivé regióny a štáty. Porovnávajú sa objemy výroby polyesteru v rokoch 1990 a 1995 s vyhodnotením percentuálneho rastu. Uvedený je odbyt jednotlivých typov vlákien v rokoch 1990, 1995 a predpoklad pre rok 2000. Vyčíslená je spotreba všetkých druhov textilných vlákien podľa regiónov spolu s predpokladom pre rok 2000. Podrobnejšie je mapovaná situácia v štátoch bývalého ZSSR a v Číne. Údaje v tabuľkách sú podrobne komentované.

Nové zvukovoizolačné obkladové materiály

TEKSTILNAJA PROMYŠLENNOST', 1999, č. 2–3, s. 34–35

V súčasnej dobe sa pre účely zvukovej izolácie najčastejšie používajú materiály z penového polyuretánu

s otvorenou pórovitou štruktúrou. CNICHBI v spolupráci s firmou Rosekoplast vyvinul nový sortiment textilno-polymérnych materiálov na báze netkaných polypropylénových textílií. Autori príspevku študovali izolačné vlastnosti vzoriek týchto materiálov s hmotnosťou 800–1670 g/m². Kritériom hodnotenia bol koeficient zvukovej pohltivosti. Výsledky ukázali, že skúmaný materiál s hrúbkou 10 mm vyhovuje norme TU 8714-055-00300191-94, umožňuje podstatne znížiť hladinu hluku a zlepšiť akusticky komfort v kabíne automobilu.

Intenzifikácia procesu mercerizácie bavlnených tkanín

TEKSTILNAJA PROMYŠLENNOST', 1999, č. 4, s. 11–12

Štúdium vplyvu naparovania na stupeň mercerizácie zrebných bavlnených tkanín sa uskutočnilo za účelom zvýšenia produktivity technologického zariadenia, zníženia koncentrácie roztoku hydroxidu sodného v impregnačnom kúpeli a dosiahnutia optimálnych parametrov mercerizácie tkanín z bezvretenových priadzi. Dosiahnuté výsledky svedčia o tom, že predbežné naparovanie zrebných tkanín pred ich spracovaním v mercerizačnom roztoku zlepšuje priemerne dvojnásobne stupeň impregnácie tkanín. Zvýšenie stupňa mercerizácie je podmienené vyššou sorpciou vlákna a hlbším preniknutím alkalického roztoku do kapilárno-pórovej štruktúry zrebnej tkaniny.

Nový netkaný izolačný materiál

TEKSTILNAJA PROMYŠLENNOST', 1999, č. 5–6, s. 36

Nový netkaný izolačný materiál sa vyrába z vlákných rún spevnených prúdmi vody. Komfort nosenia odevu, najmä v prípade kožených a kožušinových výrobkov, zvyšujú perforácie s veľkosťou do 1 mm, ktoré umožňujú unikanie pár produkovaných telom. V laboratórnych podmienkach boli vykonané porovnávacie skúšky základných parametrov tohto nového materiálu a analogických zahraničných výrobkov Thinsulite, Termolite a Sentipon. Pri menšej hrúbke materiálu bola u nového materiálu nameraná vyššia pevnosť v ťahu v oboch smeroch a boli dosiahnuté aj lepšie tepelnoizolačné vlastnosti.

Nové účinné textilné pomocné prostriedky

TEKSTILNAJA PROMYŠLENNOST', 1999, č. 7–8, s. 44

Spoločnosť TRAVERS ponúka široký sortiment TPP novej generácie pre úpravu textilných materiálov zo všetkých druhov vlákien. Hoci sa orientuje na domáce suroviny, ceny jej výrobkov vzrástli v auguste priemerne o 40–60 %.

EM-1, EM-2, EM-3 – univerzálne biologicky rozložiteľné zmäčacie prostriedky;

BIKOL, BIKOL-M – ustalovače priamych farbív a farbív reagujúcich s vláknom. Neobsahujú formaldehyd;

FOBORIT, FOBORIT M, FOBORIT T – prípravky na hydrofóbnú a oleofóbnú úpravu;

TRACKAN MGF, CVS, ASS – zmäkčovacie prostriedky s avivážnym, antistatickým a hydrofilným účinkom;

ARSOL – prostriedok na zlepšenie rozpustnosti farbív vo farbiacich roztokoch a tlačiarenských farbách;

VIK, VIK-S – pracie prostriedky na pranie bielych aj farebných textilných materiálov zo všetkých vlákien.

Skvalitnenie prípravy a tlače vlnených tkanín upravených nízkoteplotnou plazmou

TEKSTILNAJA PROMYŠLENNOST', 1999, č. 11–12, s. 37–38

Pri úprave vlnených materiálov plazmou dochádza k modifikácii a k čiastočnej deštrukcii povrchovej vrstvy vlákna. Úprava zlepšuje sorpčno-difúzne charakteristiky kyslých farbív, no súčasne mierne zvýrazňuje žltkasté sfarbenie prírodnej vlny. Cieľom popisovaných prác bolo dosiahnutie bielej farby vlny a zlepšenie koloristických parametrov tlače. Na základe laboratórnych experimentov boli navrhnuté režimy a receptúra procesu bielenia tkaniny zo 100 % vlny s využitím peroxidu vodíka pri troch teplotných režimoch. Analýza výsledkov skúšok potvrdila účelnosť včlenenia bielenia do technologického procesu prípravy vlnenej tkaniny upravené plazmou pred tlačou.

Odhad nebezpečenstva pracíh prostriedkov dôležitý pre životné prostredie

TENSIDE SURFACTANTS DETERGENTS, 36, 1999, č. 6, s. 360–363

Pracie a čistiace prostriedky sú jednou z najdôležitejších skupín chemikálií, ktoré sa po použití likvidujú vodou a dostávajú do životného prostredia. Sú to chemické produkty s komplexným zložením, ich jednotlivé zložky majú rozdielne funkcie. Eko-toxikologické údaje pre tieto produkty pochádzajú zo skúšania produktov alebo z príslušných obsahových látok použitím aditívnej toxicity. Metóda na prognózu ekotoxicity produktov dáva realistické hodnoty. U obsahových látok sa neočakávajú žiadne synergické efekty.

Rozpustnosť povrchovoaktívnych prostriedkov v pračkách do domácnosti

TENSIDE SURFACTANTS DETERGENTS, 37, 2000, č. 1, s. 52–55

V článku je predstavený nový merací systém na stanovenie rýchlosti rozpúšťania tenzidov v pračkách pre domácnosť meraním dynamického povrchového napätia on line. Súčasne sa stanoví vodivosť, zákal, teplota a pH hodnota pracieho kúpeľa. Rozpúšťanie tenzidov a experimentálne výsledky ovplyvňuje tvrdosť vody, mechanika, teplota, koncentrácia, veľkosť zŕn atď. Diskutuje sa o rozpustnosti aniónových tenzidov pri zohľadnení fázového chovania a dôležitých procesových parametrov.

Bytové textilie bez negativního vplyvu na životné prostredie

TEXTILE WORLD, 149, 1999, č. 9, s. 81–88

Ekologicky vhodne bytové textilie kupuje do svojich domácností stále ešte relatívne nízky počet spotrebiteľov. Z bytových textílií bez negativného vplyvu na zdravie prevláda v USA záujem o posteľnú bielizeň vyrobenú z certifikovanej organickej bavlny. Takáto bavlna neobsahuje škodlivé chemikálie, farbivá ani pesticídy. Vlnené prikrývky obsahujú počas spánku značné množstvo vlhkosti produkovanej telom a hrozí, že z vlhkého materiálu preniknú škodliviny do organizmu. Organická vlna musí byť certifikovaná, nesmie obsahovať hormóny, antibiotiká ani látky dodávané za účelom dosiahnutia genetických zmien. Na rubovú úpravu ekologicky vhodných kobercov a matracov sa namiesto vlny používa latex a polyuretán. Ceny výrobkov z organických surovín sú o 10–20 % vyššie ako ceny výrobkov z bežných surovín.

Francúzska firma vyrába tričká zabraňujúce prenikaniu ultrafialového žiarenia

TEXTILE WORLD, 149, 1999, č. 10, s. 21

Firma Damart uviedla na francúzsky trh tričká odrážajúce teplo a zabraňujúce prenikaniu ultrafialového žiarenia. Vyrábajú sa zo zmesi bavlna/polyester s keramickými vláknami v jadre polyesteru. Tieto vlákna majú dvojakú funkciu: odrážajú ultrafialové žiarenie a zároveň zabraňujú, aby infračervené lúče zohrievali telo. V ponuke sú pánske, dámske aj detské tričká.

Textilie Hydrolic firmy Dyersburg povrstvené striebrom

TEXTILE WORLD, 149, 1999, č. 11, s. 69

Výsledkom spolupráce firiem Dyersburg's a Nobel Fiber Technologies, Inc. sú nové textilie Hydrolic obsahujúce antimikrobiálnu ochranu X-Static. Na povrch vlákna je nanosená permanentná vrstva 99 % striebra, ktorá zabezpečuje trvalé antimikrobiálne, antistatické a dezodoračné vlastnosti. Výrobca garantuje jej účinnosť aj po 200 praniach. Tieto textilie sa zaraďujú do kategórie moderných klimaticky aktívnych materiálov, ktoré v lete príjemne chladia a v zime zabezpečujú izoláciu proti zime. Budú sa z nich vyrábať predovšetkým odevy pre šport a rekreáciu. Firma Dyersburg ponúka tiež úplety na športové odevy, uniformy a detské ošatenie. (Vyčerpávajúce)

Nový prostriedok proti roztočom

TEXTILE WORLD, 149, 1999, č. 12, s. 86

Švajčiarska firma Sanitized AG vyvinula nový prostriedok na ochranu kobercov a ďalších bytových textí-

lií voči roztočom a ich produktom metabolizmu, ktoré môžu vyvolávať alergie a astmatické obtiaže. Úprava ACTIGARD sa nanáša v procese výroby koberca. Udržiava populáciu roztočov na konštantnej minimálnej úrovni a navyše chráni voči baktériám a plesniam. Sprievodné mikrofotografie dokumentujú rozdiel medzi upraveným a neupraveným kobercom. (Vyčerpávajúce)

Elektrochemické farbenie textílií

TEXTILVEREDLUNG, 34, 1999, č. 11–12, s. 42

Firma BASF v Ludwigshafene, Výskumný ústav textilnej chémie a textilnej fyziky v Dornbirne a firma De Nora Deutschland GmbH v Rodenbachu zintenzívnili spoluprácu na ďalšom vývoji elektrochemického postupu pre textilný priemysel, najmä farbenie indigom a kypovými farbivami. Pri novej technológii dochádza k redukcii farbiva pomocou prúdu cez tzv. mediátor, redoxný systém $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+}$ a k úspore chemikálií. Počíta dokonca s farbiacimi procesmi bez odpadových vôd. Prvé prevádzkové skúšky boli úspešné.

Biotechnologické spôsoby – ekologické a ekonomické výhody

TEXTILVEREDLUNG, 35, 2000, č. 1/2, s. 6–10

Integrované biotechnologické postupy znamenajú úspory vody, energie, minimalizáciu zaťaženia životného prostredia a skracovanie procesov. Pracovná skupina firmy Bioverfahrenstechnik Dechema, e.V. porovnávala dve rôzne metódy odstraňovania zvyškového peroxidu z bavlneného materiálu vybieleného peroxidom vodíka.

Nové PP vlákno s troma dutinami

VLIESTOFFE/TECHNISCHE TEXTILIEN, 45, 1999, č. 4, s. 36

Trh s podlahovými krytinami sa v súčasnosti nachádza v ťažkej situácii. Zákazník požaduje rastúcu kvalitu a životnosť. Pomer cena/výkon musí odolávať hospodárskemu tlaku nákladov. Pri kúpe kobercov je rozhodujúcim faktorom jeho ohmat. Pomocou dutých vlákien sa dosiahol mäkký ohmat a dobrá trvanlivosť kobercov. Dôležitou veličinou je optika vlasového materiálu. Použitím dutých vlákien sa získajú koberce s matným a transparentným povrchom.

Pre publikovanie pripravila Ing. Valéria Čapeková, VÚTCH-CHEMITEX spol. s r.o. Žilina, Slovenská republika

Zoznam textilných, vláknárskych a odevných podnikov Slovenskej republiky

Directory of Textile, Fibre and Clothing Manufacturers in Slovakia

Čapeková, V., Remeková, V.

VÚTCH-CHEMITEX spol. s r.o.(Ltd.), Žilina, Slovak Republic

ČASŤ A: Abecedný zoznam podnikov

PART A: Alphabetical List Of Manufacturers

- Názov podniku: **BCT-TEXCEL a.s.**
821 08 Bratislava, Párickova 18
07/55 56 00 10, 55 56 00 32, bct@bct.sk
Predmet činnosti: výroba bavlnených a syntetických hladkých, tvarovaných, šicích, vyšívacích, háčkovacích a pletacích priadzí a nití
Business Activity: manufacture of cotton and synthetic flat, textured, sewing, embroidery, crochet and knitting yarns and threads
- Názov podniku: **BZ-TEXICOM spol. s r.o.**
023 01 Ružomberok, Textilná 23
0848/432 20 41-9, 432 47 18, texicom@rbk.sk
Predmet činnosti: výroba bavlnárskych priadzí, tkanín, netkaného textilu, pletenín, konfekcie
Business Activity: manufacture of cotton yarns, woven fabrics, nonwovens, knitted fabrics, ready made clothing
- Názov podniku: **GEMTEX a.s.**
048 01 Rožňava, Štítnická 25
0942/777 42 22, gemtex@ke.telecom.sk
Predmet činnosti: výroba pletenej bielizne, športového ošatenia, vrchného ošatenia
Business Activity: manufacture of knitted underwear, sportswear, outerwear
- Názov podniku: **GUKOTEX Privat**
974 93 Banská Bystrica, Družby 35
088/413 88 98
Predmet činnosti: výroba dámskej konfekcie
Business Activity: manufacture of ladies' clothing
- Názov podniku: **CHEMOSVIT – Fibrochem a.s.**
059 21 Svit, Štúrova 101
092/715 11 11, www.chemosvit.sk
Predmet činnosti: výroba PP vlákien a textilného hodvábu, ponožiek
Business Activity: manufacture of PP textile filament yarn, socks
- Názov podniku: **IMMEA spol. s r.o.**
094 31 Hanušovce nad Topľou, Počekanec 15/5
0931/445 00 66, hladm@ke.psg.sk
Predmet činnosti: výroba pleteného vrchného ošatenia, pletenej bielizne
Business Activity: manufacture of knitted outerwear, underwear

- Názov podniku: **ISTROCHEM a.s.**
836 05 Bratislava, Nobelova 34
07/277 20 53
Predmet činnosti: výroba PP a Vs textilných vlákien
Business Activity: manufacture of PP and rayon textile fibres
- Názov podniku: **I.TRAN s.r.o.**
023 54 Turzovka, Predmierska 229
0824/435 25 45-7, itran@gsm.globtel.sk
Predmet činnosti: výroba pletených rukavíc, čiapok, šálov, pleteného vrchného ošatenia, pletenej bielizne
Business Activity: manufacture of knitted gloves, caps, wrappers, knitted outerwear, knitted underwear
- Názov podniku: **LINDA - CHEMES spol. s r.o.**
066 33 Humenné, Chemlonská 1
0933/771 22 50, linda@chemes.sk
Predmet činnosti: výroba pančuchového tovaru
Business Activity: manufacture of hosiery
- Názov podniku: **LEVITEX a.s.**
934 36 Levice, Ku Bratke 5
0813/637 31 11, levitex@ba.telecom.sk
Predmet činnosti: výroba bavlnárskych priadzí, bavlnených a zmesových tkanín, posteľného prádla, šatoviek, oblekovín, pracovného ošatenia, bytových textílií, zdravotníckych textílií, úprava textílií
Business Activity: manufacture of cotton yarns, cotton and blended cloths, bed linen, ladies dress cloths, suitings, workwear, household textiles, medicine textiles, textile finishing
- Názov podniku: **LULLABY a.s.**
034 01 Ružomberok, Tatranská 68
0848/432 14 18, 435 32 55
Predmet činnosti: výroba posteľnej bielizne, potlač rezných tkanín, výroba paplónov
Business Activity: manufacture of bed linen, printing of grey cloths, manufacture of quilted covers
- Názov podniku: **MAKYTA a.s.**
020 25 Púchov, ul. 1.mája 882
0825/463 14 11-9, makyta@px.psg.sk
Predmet činnosti: dámska a dievčenská konfekcia, bavlnené a vlnené kabáty, saká, kostýmy, nohavice, sukne blúzky
Business Activity: ladies' and girls' clothing, cotton and wool coats, jackets, suits, trousers, skirts, blouses
- Názov podniku: **MAYTEX a.s.**
031 17 Liptovský Mikuláš, ul. 1.mája 1207
0849/553 51 11, maytex_sale@isternet.sk
Predmet činnosti: textilné a odevné výrobky, výroba plošných textílií, ľahkej športovej, dámskej a pánskej konfekcie
Business Activity: textile and clothing products, manufacture of flat textile materials, light sportswear, ladies' and men's clothing
- Názov podniku: **MERINA a.s.**
911 60 Trenčín, ul. M. R. Štefánika 19
0831/741 41 11, www.merina.sk
Predmet činnosti: výroba vlnených česaných priadzí, tkanín a pletenín, konfekcie a jednoúčelových strojov
Business Activity: manufacture of worsted yarns, cloths and knitted fabrics, clothing and single – purpose machines
- Názov podniku: **MODEX a.s.**
011 35 Žilina, Revolučná 16
089/763 10 96, info@modex.coopex.sk

Predmet činnosti: výroba dámskej konfekcie
Business Activity: manufacture of ladies' clothing

Názov podniku: **NYLSTAR Slovakia a.s.**
066 01 Humenné, Chemlonská 1
0933/771 32 38

Predmet činnosti: výroba PA hodvábu
Business Activity: manufacture of PA filament yarn

Názov podniku: **ODEVA spol. s r.o.**
082 71 Lipany, ul. kpt. Nálepku 4
0934/457 22 21-3, odeva@odeva.sk

Predmet činnosti: výroba vrchného ošatenia, dámskej konfekcie, pracovného ošatenia, sprostredkovateľská činnosť

Business Activity: manufacture of outerwear, ladies' clothing, workwear, mediatorial activities

Názov podniku: **OZETA a.s.**
911 34 Trenčín, Veľkomoravská 9
0831/656 21 11, oztrencin@ozeta.sk

Predmet činnosti: výroba konfekčných odevných výrobkov, zákazkové šitie, obchodná činnosť, výskum a vývoj
Business Activity: manufacture of ready made clothing, bespoke sewing, trade activity, research and development

Názov podniku: **OZKN a.s.**
081 93 Prešov, Masarykova 22
091/772 37 00, ozkn@psynetpo.sk

Predmet činnosti: výroba pánskej konfekcie a konfekcie na voľný čas, obchodná činnosť, zákazkové šitie
Business Activity: manufacture of men's clothing and leisurewear, trade activity, bespoke sewing

Názov podniku: **OZEX spol. s r.o.**
080 01 Prešov, Masarykova 22
091/772 59 40, ozex@vadium.sk

Predmet činnosti: výroba pánskej a dámskej konfekcie, šitie špeciálnej konfekcie (požiarnici)
Business Activity: manufacture of men's and ladies' clothing, special protective garments (firemen)

Názov podniku: **PAUMA spol. s r.o.**
920 41 Leopoldov, Trnavská 4
0804/742 51 95

Predmet činnosti: výroba pančuchového tovaru
Business Activity: manufacture of hosiery

Názov podniku: **PLETA - MODA a.s.**
969 41 Banská Štiavnica, Pletárska 11
0859/691 25 16, info@pleta-moda.sk

Predmet činnosti: výroba a predaj pleteného vrchného ošatenia pre deti a dospelých
Business Activity: manufacture and sale of knitted outerwear for children and adults

Názov podniku: **QUILTEX spol. s r.o.**
031 01 Liptovský Mikuláš, Garbiarska 678
0849/552 59 20, 552 24 48, quiltex@quiltex.sk

Predmet činnosti: výroba postelnej bielizne, prikrývok
Business Activity: manufacture of bed linen, quilted covers

- Názov podniku: **RANSAN s.r.o.**
969 00 Banská Štiavnica, Antolská 16
0859/692 12 00
Predmet činnosti: výroba pleteného vrchného ošatenia
Business Activity: manufacture of knitted outerwear
- Názov podniku: **RHODIA INDUSTRIAL YARN a.s. Humenné**
066 01 Humenné, Chemlonská 1
0933/771 32 38
Predmet činnosti: výroba PA technického hodvábu
Business Activity: manufacture of PA industrial filament yarn
- Názov podniku: **SH-RESS a.s.**
905 35 Senica nad Myjavou, Továrenská 532
0802/55 12 83, 55 13 19, shs@secom.sk
Predmet činnosti: výroba VS a PES hodvábu
Business Activity: manufacture of VS and PES filament yarn
- Názov podniku: **SKLOPLAST Trnava a.s.**
917 99 Trnava, Strojárska 1
0805/553 18 84
Predmet činnosti: výroba sklených vlákien, tkanín, prepletov a rohoží s použitím sklených vlákien
Business Activity: manufacture of glass fibres, woven fabrics, stitch-bonded fabrics and mats employing glass fibres
- Názov podniku: **SKLOTEX a.s.**
050 80 Revúca, Priemyselná 306/9
0941/442 22 41, 442 22 51, market@lykotex.sk
Predmet činnosti: výroba technických tkanín zo sklených vlákien, ľanárskych priadzí, tkanín, všívaných kobercov, textílií z druhotných surovín, technické textílie
Business Activity: manufacture of glass fibre industrial fabrics, flax yarns, fabrics, tufted carpets, textiles made of secondary raw materials, industrial textiles
- Názov podniku: **SLOVENA a.s.**
010 61 Žilina, Kysucká 3
089/562 12 11-15, 562 03 84, slovena@psgnetza.sk
Predmet činnosti: výroba vlnárskych mykaných priadzí, vlnárskych tkanín, tkaných kobercov, prikrývok, farbenie textilných materiálov
Business Activity: manufacture of woollen yarns, woollen cloths, woven carpets, blankets, dyeing of textile materials
- Názov podniku: **SLOVENKA a.s.**
975 67 Banská Bystrica, Strieborné nám.3
088/412 44 31-6, slovenka@bb.psg.sk
Predmet činnosti: výroba pleteného vrchného ošatenia, netkaných textílií a priadze
Business Activity: manufacture of knitted outerwear, nonwovens and yarns
- Názov podniku: **Slovenské lučobné závody a.s.**
981 11 Hnúšťa – Likier, Hlavná 133
0865/542 31 41-2
Predmet činnosti: výroba filtračných látok
Business Activity: manufacture of filter cloths
- Názov podniku: **SVIK spol. s r.o.**
089 01 Svidník, Bardejovská 747
0937/786 12 72, jskradova@svik.sk
Predmet činnosti: výroba a predaj pracovných odevov a konfekcie

Business Activity: manufacture and sale of worked and ready made clothing

Názov podniku: **TATRALAN a.s.**

060 27 Kežmarok, Michalská 18

0968/452 31 01, 452 38 80, tatralan@tatralan.sk

Predmet činnosti: ľanárske a bavlnárske výrobky, netkané textílie zo syntetických vlákien, zahranično-obchodná činnosť

Business Activity: flax and cotton products, nonwovens made of synthetic fibres, foreign trade activity

Názov podniku: **TATRASVIT SVIT – SOCKS a.s.**

059 21 Svit, Mierová 1

092/712 61 11, tatravit@ke.telecom.sk

Predmet činnosti: výroba pleteného ošatenia, pančuchových výrobkov, spracovanie textilných odpadov, obchodná činnosť

Business Activity: manufacture of knitted clothing, hosiery, textile waste recovery, trade activity

Názov podniku: **TEXIPLAST a.s.**

951 12 Ivánka pri Nitre, Novozámocká 207

087/656 43 05, 656 42 56, saubero@texiplast.sk

Predmet činnosti: výroba PP pásov, PP motúzov, PP tkanín, obalových materiálov, tkané geotextílie

Business Activity: manufacture of PP bands, PP ropes, PP webs, packing materials, woven geotextiles

Názov podniku: **TEXTILANKA v.d.**

900 61 Gajary, Továrenská 38

0703/779 72 12, textilanka@ba.telecom.sk

Predmet činnosti: textilná výroba, sieťotlač, obchodná činnosť

Business Activity: textile production, screen printing, trade activity

Názov podniku: **TECHNOPOL TRIKOTA a.s.**

852 50 Bratislava, Kutlíkova 17

07/68 28 61 51, trikota@internet.sk

Predmet činnosti: výroba pletenej spodnej bielizne, vrchného ošatenia

Business Activity: manufacture of knitted underwear, outwear

Názov podniku: **VÚTCH-CHEMITEX spol. s r.o.**

011 68 Žilina, ul. J. Milca 8

089/562 24 18-9, vutch@nexta.sk

Predmet činnosti: výskum, vývoj, malotónážna výroba a služby v oblasti textilnej chémie, textilných technológií, ekológie a skúšobníctva (SKTC-119), certifikačný orgán, autorizovaná osoba

Business Activity: research, development, small-scale production and services in the field of textile chemistry, textile technologies, ecology and testing (SKTC-119), certification body, authorized body

Názov podniku: **Výskumný ústav chemických vlákien a.s.**

059 21 Svit, Štúrova 2

092/75 64 44, 75 62 25, vuchv@vuchv.sk

Predmet činnosti: výskum a vývoj chemických vlákien a zariadení pre ne, malotónážne výroby, farebné koncentráty, SKTC-118, poradenská činnosť

Business Activity: research and development of man made fibres and equipments for MMF, masterbatches, SKTC-118, advisory activity

Názov podniku: **VZORODEV v.d.**

011 80 Žilina, D. Dlabača 33

089/562 39 48, 562 23 74

Predmet činnosti: výroba dámskej konfekcie

Business Activity: manufacture of ladies' ready made clothing

Názov podniku: **ZEKON a.s.**
071 01 Michalovce, ul. Š. Tučeka 23
0946/644 15 31, zekon@mail.pvt.sk
Predmet činnosti: výroba a predaj pracovnej konfekcie, špeciálnych vojenských uniforiem, pánskej konfekcie
Business Activity: manufacture and sale of workwear, special soldier's uniforms, men's ready made clothing

Názov podniku: **ZORENA spol. s r.o.**
917 64 Trnava, Hlavná 25
0805/551 13 08-9, zorena@zorena.sk
Predmet činnosti: výroba osobnej bielizne, odevov z tkanín
Business Activity: manufacture of underwear, woven garments

Názov podniku: **ZORNICA BANKO FASHION a.s.**
957 12 Bánovce nad Bebravou, Textilná 4
0832/62 11 11, mauks@zornica.sk
Predmet činnosti: výroba osobnej bielizne, odevov z tkanín, výšiviek a prešívanych textílií
Business Activity: manufacture of underwear, woven garments, needleworks and quilted textile products

Časť B:	PREDMET VÝROBNEJ ČINNOSTI																																					
	VLÁKNNA a PRIADZ	Chemické	PA	PES	PP	viskóзовé	sklenené	Prírodné	bavlnárske	vlánárske	lanárske	Sľiacie nite	Vyšivacie,pletacie	TEXTILIE	Tkané	šatovky,oblekoviny	bielizň postel'ná	koberce(í) vsívané	Pletené	vrchné ošelenie	spodná bielizň	pančuchy,ponožky	rukavice,šály,čiapky	Netkané	Preplietané	Prešľvané	Bytové	Technické	ODEVY	dámske	pánske	detské	vrchné ošatenie	športové	pracovné	SPRAC.DRUH.SUR.	TEXTILNÁ CHÉMIA	
Tabuľkový predmetový prehľad výrobných podnikov vláknaárskeho, textilného a odevného priemyslu SR	NÁZOV FIRMY :																																					
	BTC-TEXCEL a.s.																																					
	BZ-TEXICOM s.r.o.																																					
	GEMTEX a.s.																																					
	GUKOTEX PRIVAT																																					
	CHEMOSVIT-Fibrochem a.s.																																					
	IMMEA s.r.o.																																					
	ISTROCHEM a.s.																																					
	I.TRAN s.r.o.																																					
	LINDA-CHEMES a.s																																					
	LEVITEX a.s.																																					
	LULLABY a.s.																																					
	MAKYTA a.s.																																					
	MAYTEX a.s.																																					
	MERINA a.s.																																					
	MODEX a.s.																																					
	NYLSTAR a.s.																																					
	ODEVA s.r.o.																																					
	OZETA a.s.																																					
	OZKN a.s.																																					
OZEX s.r.o.																																						
PAUMA s.r.o.																																						

SUPPLIERS:	PRODUCT GROUPS																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
	FIBRES and YARNS				Chemical	PA	PES	PP	viscose	glass	Natural	cotton	wool	flax	Sewing threads	Embroidery, knitting	TEXTILES			Woven	dress, suitings	bed linen	carpets (inc tufted)	Knitted	outerwear	underwear	sockings, socks	gloves, wrappers	Nonwovens	Stitch - bonded	Tufted, embroidery	Home	Technical	GARMENTS			ladies'	mens'	childrens'	outerwear	sportswear	workwear	WASTE RECOVERY	TEXTILE CHEMISTRY																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
Table Summary of Textile, Fibre and Clothing Manufacturers in Slovakia																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											</