

NEW KNOWLEDGE ABOUT THE ABILITY OF DYEING PREVIOUSLY MODIFIED POLYESTER KNITTED FABRICS

Marija Kodric

Faculty of Technology, Leskovac, Serbia, izida50@gmail.com

Aleksandra Micic

Faculty of Technology, Leskovac, Serbia, micic.aleksandra86@gmail.com

Miodrag Smelcerovic

Higher Technological and Artistic Professional School Leskovac, Serbia, msmelcerovic@yahoo.com

Dragan Djordjevic

Faculty of Technology, Leskovac, Serbia, drag_64@yahoo.com

Abstract: Due to the wide use and cost of raw materials for production, polyester (PES) fibers occupy today a high place in production in the world. Polyethylene terephthalate (PET) has been shown to have good conditions for modification by alkali treatment, with sodium hydroxide. The reaction with sodium hydroxide is in fact saponification of PET and the reaction products are Na-terephthalate and ethylene glycol. It is irreversible, which indicates that in case of a greater loss of mass than desired, it is no longer possible to recover the material. For these reasons, it is necessary to control the process, on devices that allow for good reproducibility of processing. Often also called peeling of polyester because, by measuring X diffraction, it has been shown that alkaline hydrolysis occurs only on the surface of the fibers, and that the internal morphological structure of the fibers remains unchanged. Alkally processed PES fabric has better aesthetic appearance and fall, pleasant feel, comfortable and very similar to silk. In addition to these primary effects, the materials processed are less prone to pilling, as a rule, they better receive water and dye. Usually, procedures with a loss effect of 20-30 % are applied, and if 5-10 % are already visible, improvement in the tactile and fall of material is visible. PES belongs to a group of synthetic fibers that have active sites where dye molecules can be adsorbed. Today, there are various dyeing machines for polyester textile fabrics, depending on the shape and type of textiles. It contains a large number of ester groups, as well as a number of carboxyl groups located at the ends of the chain, so it is certain that the dyeing of this fiber will result in the establishment of hydrogen bonds with the dye molecules. It was found that the same mechanism as the dyeing of acetate cellulose is usually carried out when PES dyeing, usually with disperse dye, and that the isotherms show a linear dependence at all temperatures up to the saturation value. Of interest are three factors that have an effect on the ability to bind dye for fiber: the size of the dye molecules, the permeability of fibers and the dyeing temperatures. With this work an attempt was made to form a new process of dyeing modified polyester knitwear at a lower temperature, all in order to save energy, time and money at the end. Treatment that precedes dyeing, changes the surface morphology that causes peeling and cracks on the surface of polyester knitwear, reduces the weight and thickness of the fabric, improves the sorption properties, capillary and water absorption. The process of dyeing such modified polyester knitted fabrics at lower temperatures gives good results near the standard process of dyeing the raw sample at a higher temperature.

Keywords: polyester, modification, dyeing, disperse dye.

НОВИЈА САЗНАЊА О СПОСОБНОСТИ БОЈЕЊА ПРЕТХОДНО МОДИФИКОВАНЕ ПОЛИЕСТАРСКЕ ПЛЕТЕНИНЕ

Марија Кодрић

Технолошки факултет, Лесковац, Србија, izida50@gmail.com

Александра Мичић

Технолошки факултет, Лесковац, Србија, micic.aleksandra86@gmail.com

Миодраг Шмелцеровић

Висока технолошко уметничка струковна школа Лесковац, Србија, msmelcerovic@yahoo.com

Драган Ђорђевић

Технолошки факултет, Лесковац, Србија, drag_64@yahoo.com

Резиме: Због широке примене и цене коштања сировина за производњу, полиестерска (ПЕС) влакна заузимају данас високо место у производњи у свету. Показало се да полиетелентерефталат (ПЕТ) има добре услове за модификацију обрадом алкалијама, и то с натријум хидроксидом. Реакција с натријум хидроксидом је у ствари сапонификација ПЕТ-а, а продукти реакције су На-терефталат и етилен-гликол. Иреверзибилна је, што указује да у случају већег губитка масе од жељеног није више могуће опоравити материјал. Из тих разлога потребно је контролисано водити процес, на уређајима који омогућавају добру репродуцибилност обраде. Назива се често и љуштење полиестра јер је, мерењем дифракције X зрака, доказано да до алкалне хидролизе долази само на површини влакна, а да унутрашња морфолошка структура влакна остаје непромењена. Алкално обрађена ПЕС тканина има бољи естетски изглед и пад, пријатан опип, удобна је и врло слична свили. Осим ових примарних ефеката обрађени материјали мање су склони пилингу, показују по правилу боље примање воде и боје. Обично се примењују поступци са ефектом губитка масе од 20-30 %, и ако се већ са 5-10 % постижу видљива побољшања опипа и пада материјала. ПЕС припада групи синтетских влакана која поседују активна места на којима могу да се адсорбују молекули боје. Данас постоје различити апарати за бојење текстилних материјала од полиестарских влакана, зависно од облика и врсте текстила. Садржи већи број естарских група, као и познати број карбоксилних група које се налазе на крајевима ланца, па је сигурно да ће и при бојењу овог влакна доћи до успостављања водоничних веза са молекулима боје. Утврђено је да се при бојењу ПЕС-а обично дисперзним бојама одиграва исти механизам као и при бојењу ацетат целулозе и да изотерма показује линеарну зависност на свим температурама све до вредности засићења. Од интереса су три фактора који имају утицај на способност везивања боје за влакно: величина молекула боје, пропустљивост влакана и температура бојења. Овим радом је начињен покушај формирања новог процеса бојења модификоване полиестарске плетенине на нижој температури, све у циљу уштеде у енергији, времену и на крају новцу. Обрада која претходи бојењу, мења површинску морфологију која узрокује љуштење и пукотине на површини полиестерске плетенине, смањује масу и дебљину плетенине, побољшава сорпциона својства, капиларност и апсорпцију воде. Процес бојења овако модификоване полиестарске плетенине на нижим температурама даје добре резултате близу стандардном процесу бојења сировог узорак на вишој температури.

Кључне речи: полиестар, модификација, бојење, дисперзна боја.

1. УВОД

Синтетичке боје се широко користе у текстилној индустрији због њиховог релативно једноставног поступка бојења и добре стабилности током процеса прања. Дисперзне боје су у суштини не-јонске боје нерастворљиве у води које се примењују за хидрофобна влакна (полиестер, целулозни ацетат, најлон) у воденим дисперзијама. Карактеристике их одсуство растворљивих група и ниска молекулска маса, ниска растворљивост у води исл. Њихова главна употреба је за бојење полиестера, такође се користе за бојење целулозног ацетата и полиамида [1, 2].

Највећи недостатак полиестарских (ПЕС) влакана је њихова хидрофобност која је главни фактор при бојењу, па се за бојење оваквих влакана користе помоћна средства тз. керијери који су по свом саставу органска једињења: амини и диамини. Ова средства мењају унутрашњу запремину влакна, а на површини влакна стварају велике поре кроз које дифундује пара [3, 4].

Бојење природних влакана, као што је познато, изводи се углавном на температурама од 60 до 100°C, али изнад ове температуре брзина бојења се повећава за око 30 пута. Слично је и при бојењу синтетских влакана; ако је температура купатила изнад 100°C, повећава се брзина бојења и дифузије при чему се постижу потребна обојења на влакно [5].

Бојење ПЕС влакана дисперзном бојом протиче у неколико фаза: уношење боје у бању за бојење, дифузија боје кроз раствор до површине влакна, адсорпција боје на површину влакна и даљег миграња боје у мономолекуларном облику у влакно, те фиксирање. Као у свим вишефазним системима, најспорија фаза одређује брзину бојења целог система. У случају бојења ПЕС влакана дисперзним бојама, дифузија боје у унутрашњост влакана сматра се најспоријом фазом и од ње зависи брзина бојења [6].

Овим радом је начињен покушај формирања новог процеса бојења модификоване полиестарске плетенине на нижој температури, све у циљу уштеде у енергији, времену и на крају новцу. Обрада која претходи бојењу, мења површинску морфологију која узрокује љуштење и пукотине на површини полиестерске плетенине, смањује масу и дебљину плетенине, побољшава сорпциона својства, капиларност и апсорпцију воде. Процес бојења овако модификоване полиестерске плетенине на нижим температурама даје добре резултате близу стандардном процесу бојења сировог узорак на вишој температури.

2. ЕКСПЕРИМЕНТ

Као супстрат-предмет обраде, коришћена је полиестарска плетенина, 100 % ПЕС са следећим карактеристикама: интерлок преплетај, предиво финоће 9,4 тех, густина у правцу редова 15 cm^{-1} , густина у правцу низова 16 cm^{-1} и површинска маса 140 g/m^2 .

Пре бојења урађена је модификација ПЕС плетенине на три различита начина:

- Обрада воденим раствором 1,5 М КОН при размери бање 1:130, током 30 мин на хладно (*поступак 1*).
- Обрада потапањем ПЕС плетенине у растварачу н-бутил алкохол, размера бање 1:50 у времену од 30 мин на хладно (*поступак 2*).
- Обрада потапањем ПЕС плетенине у растварачу диетил етру, размера бање 1:50 у времену од 30 мин на хладно (*поступак 3*).

После набројаних обрада следи бојење овако модификованих узорака ПЕС плетенине дисперзивном бојом Disperse Red 60, молекулске формуле $\text{C}_{20}\text{H}_{13}\text{NO}_4$ и моларне масе 331,32 г/мол, на 80°C , без керијера.

Обојеност плетенине мерена је помоћу рефлексионог спектрофотометра (HunterLab ColorQuest XE diffuse/80), који је повезан са персоналним рачунаром, односно подесним софтвером. Преко апарату се одређује рефлексија, функција Гуревич-Кубелка-Мунк и параметри CIEL*a*b* система, којима се могу окарактерисати разлике у степену обојења.

Скенинг електронска микроскопија је искоришћена за документовање површинских промена на влакнима после модификације и бојења.

3. РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

Да би се ближе приказале или квантификовале промене у нијансама обојења, у табели 1 приказане су вредности параметара CIEL*a*b* система за различита обојења ПЕС плетенине. Модел се темељи на три параметра, а то су L^* , a^* и b^* . Величина L^* дефинише сјајност од 0 за идеално бело тело до 100 за идеално црно тело. Тон боје и засићеност боје C , одређује се помоћу координата a^* и b^* . Величина a^* приказује боје између зелене и црвене док величина b^* презентује боје између жуте и љубичасто плаве. Вредност $a^*=b^*=L^*=0$ је почетна тачка овог модела боја. Вредност a^* у моделу представља црвену и зелену координату која укључује и позитивне и негативне вредности од -200 до +200. Вредност b^* означава жуту и плаву координату која такође укључује и позитивне и негативне вредности у распону од -200 до +200 [6].

Према резултатима, параметар L^* (сјајност) мањи је у свим случајевима код модификованих обојених узорака (Табела 1), што је очекивано, показујући да је узорак обојен у односу на сирови-необојени узорак. Највећу вредност за сјајност (вредност L^*) по испитиваним стандардима D65 10 Deg, A 10 Deg и FB2 10 Deg ($L=85,28$, $86,94$ и $86,62$, респективно) дао је узорак који је предходно модификован по поступку 3, што претпоставља да је тај узорак везао за себе највише боје.

Код параметра a^* (зелено-црвена оса на CIEL*a*b* координатном систему боја) уочава се нижа негативна вредност код модификованих узорака (Табела 1) у односу на сирови узорак што значи да обојени узорак има зелену нијансу. Позитивне вредности овог параметра за стандард A 10 Deg, ($a=2,16$, $2,53$ и $3,25$, респективно) предвиђа да обојење узорка нагиње ка црвеној нијанси.

Вредности b^* (плаво-жута оса на CIEL*a*b* координатном систему боја) су много веће код обојених модификованих узорака по поступцима 1, 2 и 3 (Табела 1) у поређењу са истим параметром за сирови узорак. Ово значи да се обојење узорка плетенине налази на жутој оси с обзиром да жута боја има позитивне вредности у том делу.

Вредност C^* представља засићеност боје и много је већа (за извор светлости D65 10 Deg, узорак модификован по поступку 1, 2 и 3, $C=29,62$, $27,30$ и $32,73$, респективно) код модификованих обојених

узорака (Табеле 1) у односу на необојени узорак (за извор светлости D65 10 Deg, C=2,71). Већа засићеност код обојених модификованих узорака је присутна према очекивању.

Вредности H^* , односно тон боје је очекивано већи код модификованих обојених узорака (Табела 1) у односу на онај узорак који нема боју. Највеће вредности за H^* , за извор светлости D65 10 Deg, A 10 Deg и FB 10 Deg добијене су по модификованом поступку 1 износе $H=95,51, 85,95$ и $95,11$, респективно, што значи да узорак има најачи тон боје у односу на друге модификоване узорке.

Табела 1. Параметри CIEL*a*b*система за ПЕС плетенину у режиму модификације и бојења

Необојена сива (немодификована) ПЕС плетенина					
	L^*	a^*	b^*	C^*	H
D65 10 Deg	91,82	-0,03	2,71	2,71	90,61
A 10 Deg	92,01	0,68	2,78	2,86	76,36
FB2 10 Deg	91,86	-0,04	3,12	3,12	90,74
Обојена ПЕС плетенина претходно модификована по поступку 1					
D65 10 Deg	86,12	-2,84	29,48	29,62	95,51
A 10 Deg	87,56	2,16	30,47	30,55	85,95
FB2 10 Deg	87,31	-2,89	32,32	32,44	95,11
Обојена ПЕС плетенина претходно модификована по поступку 2					
D65 10 Deg	85,92	-2,40	27,19	27,30	95,05
A 10 Deg	87,30	2,53	28,10	28,22	84,85
FB2 10 Deg	86,99	-2,53	29,86	29,97	94,85
Обојена ПЕС плетенина претходно модификована по поступку 3					
D65 10 Deg	85,28	-2,24	32,65	32,73	93,93
A 10 Deg	86,94	3,25	33,70	33,85	84,50
FB2 10 Deg	86,62	-2,66	35,96	36,06	94,23

Упоређивањем вредности из табеле 2, код параметра ΔL^* уочава се негативна вредност у свим случајевима, што значи да је обојени узорак тамнији од референтног (необојеног) што је и очекивано. Највеће негативне вредности се појављују код модификованог узорка по поступку 3 ($\Delta L=-6,54, -5,07$ и $-5,34$) што значи да узорак најтамнији у поређењу са другим обојеним узорцима.

Δa^* , који приказује разлику на црвено-зеленој координати, има (-) вредности што значи више зеленог, а мање црвеног код D65 10 Deg и F02 10 Deg осветљења (поступак 1: $\Delta a=-2,82$ и $-2,85$, поступак 2: $\Delta a=-2,37$ и $-2,49$, поступак 3: $\Delta a=-2,21$ и $-2,62$, респективно). Са друге стране, вредности са (+) предзнаком говоре о мање зеленог а више црвеног тона обојења код A 10 Дег осветљења ($\Delta a=1,48, \Delta a=1,86$ и $\Delta a=2,57$).

Резултати за Δb^* , која приказују разлику на жуто-плавој координати са (+) предзнаком, потврђују да нијанса има више жутог а мање плавог тона у координатном систему просторног приказа боје, највеће вредности за Δb^* добијене су код модификованог поступка 3 ($\Delta b=29,94, 30,92$ и $32,84$).

$+\Delta C$ значи да обојени узорак текстила има бриљантнији тон, навеће вредности за ΔC је дао узорак модификован по 3 поступку ($\Delta C=30,01, 30,99$ и $32,94$, респективно).

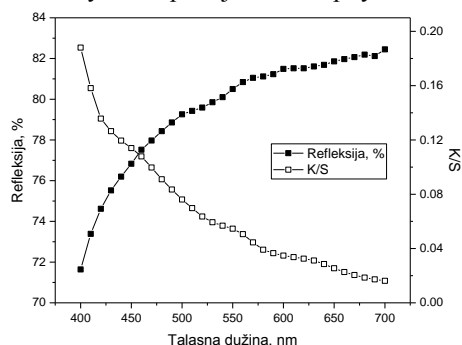
ΔH^* , или разлика у нијанси боје, има позитивну вредност, што значи да има више црвеног у нијанси обојења, највеће разлике у нијанси боје су добијене код 1 модификованог поступка ($\Delta H=0,77, 1,56$ и $0,77$).

Табела 2. Разлике у обојењу ПЕС плетених узорака

Необојена, сива плетенина - плетенина претходно модификована по поступку 1						
	ΔE^*	ΔL^*	Δa^*	Δb^*	ΔC^*	ΔH^*
D65 10 Deg	21,51	- 5,70	- 2,82	26,77	26,91	0,77
A 10 Deg	28,08	- 4,45	1,48	27,69	27,68	1,56
F02 10 Deg	29,70	- 4,65	- 2,85	29,19	29,32	0,77
Необојена, сива плетенина - плетенина претходно модификована по поступку 2						
D65 10 Deg	25,29	-5,91	-2,37	24,48	24,59	0,67
A 10 Deg	25,82	-4,71	1,86	25,32	25,35	1,33

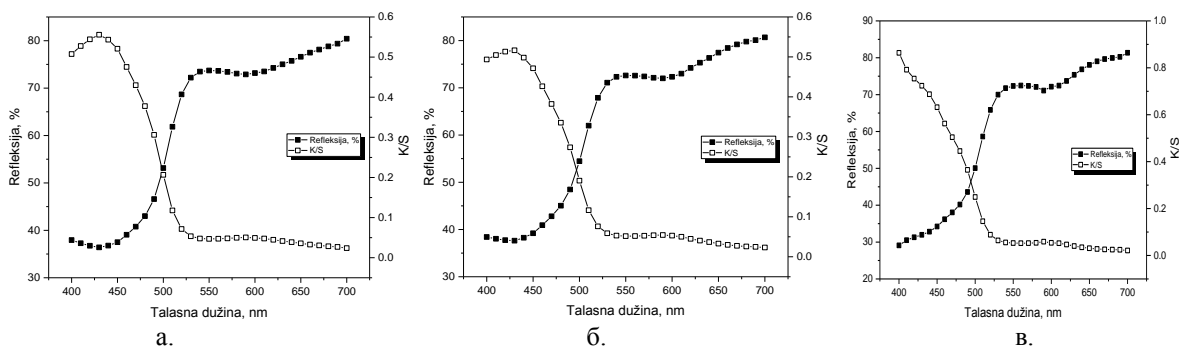
F02 10 Deg	27,32	-4,98	-2,49	26,74	26,85	0,69
Необојена, сива плетенина - плетенина претходно модификована по поступку 3						
D65 10 Deg	30,72	-6,54	-2,21	29,94	30,01	0,55
A 10 Deg	31,43	-5,07	2,57	30,92	30,99	1,40
F02 10 Deg	33,37	-5,34	-2,62	32,84	32,94	0,65

На сликама од 1 до 2 представљени су дијаграми рефлексије и параметра К/С за неообојени и обојени узорке ПЕС плетенине. За неообојену сирову (немодификовану) ПЕС плетенину, дијаграм на слици 1, крива рефлексије показује континуирани раст за цео опсег таласне дужине у видљивом делу спектра. Крива К/С, такође приказана на овом дијаграму, има константан пад са порастом таласне дужине од 400 до 700 нм. Максимум на кривој рефлексији је минимум на кривој К/С и обрнуто.



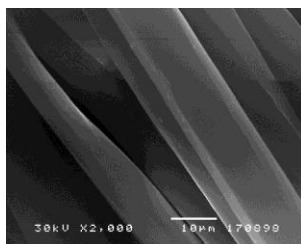
Слика 1. Рефлексија и параметар К/С неообојеног, сировог узорка ПЕС плетенине

На слици 2. код обојених узорка ПЕС плетенине претходно модификоване по поступку 1-3 уочава се да са повећањем таласне дужине долази до повећања процента рефлексије који достиже свој мах. на таласној дужини од око 540-550 нм. Из табеле боје спектра видљиве светлости апсорбована боја светлости на тој таласној дужини припада боји жућкасто-зелена (обојење узорка плетенине). Њена комплементарна боја је црвенкасто-пурпурна до љубичаста с обзиром да апсорбује у области таласне дужине од око 430 нм. Код криве К/С, ситуација је обрнута, максимум је на око 430 нм а минимум на око 540-550 нм.

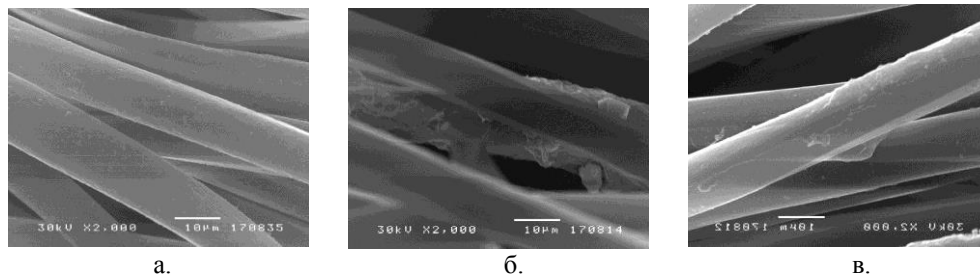


Слика 2. Рефлексија и параметар К/С обојеног узорка ПЕС плетенине (поступак 1 - а.; поступак 2 - б.; поступак 3 - в.)

Методом СЕМ анализе утврђено је да долази до значајних промена на површинама модификованих ПЕС узорка, на сликама се се уочавају промене које настаје приликом хидролизе у зависности од методе обраде. Микрограф на слици 3 представља површину немодификованог узорка ПЕС влакана па се сходно томе на површини не примећују промене којих има код модификованих узорка. Микрографи на слици 4, под а., б. и в., односе се на узорке који су прошли претходну обраду ради модификације површине по поступцима 1, 2 и 3, респективно. На овим микрографима видљиве су промене површине (бубрење, пукотине, ољуштени делови исл) чиме се утиче на понашање влакана-плетенине у припреми за крајње коришћење као и код саме практичне употребе.



Слика 3. Микрографи обојеног узорка немодификоване ПЕС плетенине



а. б. в.
Слика 4. Микрографи обојених узорка ПЕС плетенине
(поступак 1 - а.; поступак 2 - б.; поступак 3 - в.)

4. ЗАКЉУЧАК

На основи истраживања може се закључити да се коришћена дисперзна боја може успешно применити за бојење модификованих ПЕС влакана у новим условима ниже температуре.

Обрада која претходи бојењу, мења површинску морфологију која узрокује љуштење и пукотине на површини полиестерске плетенине, смањује масу и дебелину плетенине, побољшава сорпциона својства, капиларност и апсорпцију воде. СЕМ методом се јасно уочавају промене настале под утицајем различитих поступака хидролизе ПЕС узорка. Процес бојења модификоване полиестерске плетене тканине на нижим температурама даје много боље резултате од бојења без ултразвука и веома је близу стандардном процесу бојења сировог узорка на вишој температури.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] S. Adeel, M. Muneer, S. Ayub, M. Saeed, M. Zuber, M. Iqbal, E. Ulhaq, M. Kamran, Fabrication of UV-assisted improvement in dyeing behaviour of polyester fabric using disperse Orange 25, Oxidation Communications, vol. 40, pp. 925–935, 2017.
- [2] M. Ghaharpour, A. Rashidi, H. Tayebi, Adsorption Behavior of Disperse Orange 30 on Polyester Fabric, World Applied Sciences Journal, vol. 14, pp. 1291-1295, 2011.
- [3] B. Demirel, A. Yaras, H. Elcicek, Crystallization Behavior of PET Materials, Balikesir Universitesi Fen Bilimleri Enstitusu Dergisi, vol. 13, pp. 26-35, 2011.
- [4] W. Xu, X. Liu, Surface modification of polyester fabric by corona discharge irradiation, European Polymer Journal, vol. 39, pp. 199–202, 2003.
- [5] W. Xu, C. Yang, Hydrolysis and dyeing of polyester fabric using microwave irradiation, Coloration Technology, vol. 118, pp. 211-214, 2002.
- [6] Đ. Parac-Osterman, M. Joaneli, Računalno određivanje razlike u boji i tolerancije u tekstilu. Tekstil, vol. 53, pp. 10-17, 2004.