



ДНИ НА НАУКАТА НА ТУ-СОФИЯ
Енергомашиностроителен факултет

XXI НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ
С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ
ЕМФ 2016

18 - 21 септември 2016 г., Созопол

ХИДРОАЕРОДИНАМИКА, ХИДРО- И ПНЕВМОТЕХНИКА
ДИЗАЙН И ТЕХНОЛОГИИ ЗА ОБЛЕКЛО И ТЕКСТИЛ

енергия

екология

комфорт

самочувствие

Почивна база на Технически университет - София
гр. Созопол



ДНИ НА НАУКАТА НА ТУ – СОФИЯ
Енергомашиностроителен факултет

**XXI НАУЧНА КОНФЕРЕНЦИЯ
С МЕЖДУНАРОДНО УЧАСТИЕ
ЕМФ 2016**

18 – 21 септември 2016, Созопол

СБОРНИК ДОКЛАДИ
Том II

**ХИДРОАЕРОДИНАМИКА, ХИДРО- И ПНЕВМОТЕХНИКА
ДИЗАЙН И ТЕХНОЛОГИИ ЗА ОБЛЕКЛО И ТЕКСТИЛ**

енергия
екология
самочувствие
комфорт

Почивна база на Технически университет – София
гр. Созопол

Докладите в сборника са рецензирани и одобрени от редакционна колегия в състав:

Председател: проф. д-р инж. Бончо Бонев

Членове: доц. д-р инж. Диана Германова-Кръстева

доц. д-р инж. Калин Филипов

проф. д-р инж. Никола Калоянов

проф. д-р инж. Тотю Тотев

проф. д-р инж. Христо Петров

доц. д-р инж. Иван Дуков



DAYS OF SCIENCE, TU - SOFIA
Faculty of Power Engineering and Power Machines

**XXI SCIENTIFIC CONFERENCE
WITH INTERNATIONAL PARTICIPATION
FPEPM 2016**

18th – 21st of September 2016, Sozopol

PROCEEDINGS

Volume II

**FLUID MECHANICS, FLUID MACHINES, HYDRAULICS AND PNEUMATICS
CLOTHING AND TEXTILES: DESIGN AND TECHNOLOGIES**

energy *ecology* *comfort* *self-confidence*

Holiday House of the Technical University of Sofia
Sozopol

ДОКЛАДИ

секция „Дизайн и технологии за облекло и текстил“

Karahan M., N. Karahan, Y. Nawab Dynamic Behavior of Aramid and UHMWPE Composites Using Split Hopkinson Pressure Bar	91
Karahan M., N. Karahan, A. Jabbar Ballistic Impact Behaviour of the Aramid and UHMWPE Composites	101
Тодоров Н., М. Незнакомова Изследване влиянието на омрежването на влакна от поливинилалкохол върху разтворимостта им	110
Панчев М. Влияние на температурата на процеса багрене върху качеството на полиестерни преди	117
Германова-Кръстева Д. Изследване на устойчивостта на претриване и пилингообразуване на памучни плетени платове	124
Александров С., П. Генчева, Кр. Костова, Хр. Христов Възможностите за получаване на импрегнирани тъкани	131
Петров Хр. Функционални зависимости за оразмеряване на конструктивните участъци на дамски горни облекла	137
Атанасова Р. Алгоритми за автоматизирано проектиране на панталони	144
Софронова Д. Изисквания при машинно бродирание на екстремно малки букви	151
Софронова Д., Р. Ангелова Класификация на дефектите при машинното бродирание	158

Изследване на устойчивостта на претриване и пилингообразуване на памучни плетени платове

Диана Германова-Кръстева

Изследвана е устойчивостта на претриване и на пилингообразуване на различни структури плетени платове, изработени от 100% П. За целта е използван уред на Martindale, производство на фирма SDL Atlas Ltd. Устойчивостта на претриване е оценена чрез загубата на маса и намаляването на дебелината на платовете след 500, 1000, 1500 и 2000 цикъла. Устойчивостта на пилингообразуване е определена с помощта на фотоеталоните на EMPA за плетени платове.

Ключови думи: износоустойчивост, устойчивост на претриване, устойчивост на пилингообразуване, плетени структури

Investigation on the Abrasion Characteristics and Pilling Performance of Knitted Fabrics from Cotton Yarns

Diana Germanova-Krasteva

The abrasion resistance and the pilling performance of different knitting structures made from 100% cotton yarns are studied. The knitted fabrics are tested according to the Martindale's method using the SDL Atlas Ltd device. The abrasion characteristics are evaluated by the loss of fabrics' weight and the rate of thickness reducing after 500, 1000, 1500 and 2000 cycles. The pilling performance is assessed using EMPA standard photographs for knitted fabrics.

Key words: resistance, abrasion, pilling, knitting structures, knitted fabrics

Въведение

Плетени платове намират широко приложение за спорт и свободното време поради своята мекота, гъвкавост и разтегливост. Най-често се изработват на високопроизводителни кръглоплетачни машини, което е изгодно от икономическа гледна точка.

По отношение на използваните материали, те могат да бъдат различни, като все по-често се използват високотехнологични влагупроводящи материали (Moisture Management Materials) [15]. Независимо от все по-широкото навлизане на тези материали, главно поради факта, че се разполагат в по-високия ценови клас, значителна част от спортните облекла се изработват от памук.

Честата и интензивна употреба на облеклата за спорт и свободното време, както и използването на памучни прежди с относително по-нисък интензитет на усукване, води до по-лесното и по-бързото им износване, което прави актуално изследването на тяхното поведение при претриване.

Ефектът от взаимодействието на платовете, и в частност на трикотажните, с претриващ елемент е **износване** (промяна на определено физико-механично свойство или комплекс от свойства) и **формиране на пъпки**, т. нар. пилинг-ефект.

За изследване на устойчивостта на претриване и пилингообразуване са разработени редица стандартизирани методи, които се различават по начина на взаимодействие на плата с триещия елемент [16].

Един от най-разпространените методи е този на Martindale, който е реализиран от редица фирми производителки на уреди за изпитване на текстилни материали. Той

позволява конструктивно, чрез използването на набор от аксесоари и промяна на параметрите на движение на претриващия елемент, на един и същи уред да се реализират заложените в стандартите БДС EN ISO 12947:2002 и БДС EN ISO 12945:2002 условия на изпитване на претриване и на пилингообразуване [13, 14].

Поради значимостта на проблема, изследвания по темата са проведени от различни автори. Анализ на устойчивостта на претриване на текстилните материали е направен от колектив от Ege University, Измир, Турция [1]. Той обхваща механизма на претриване, факторите, които оказват влияние върху протичането на процеса, методите и уредите за оценка. Най-често обект на проучване са влиянието на метода на предене (роторно, рингово или компактно) [2, 6, 7, 10, 11], финишната обработка [3, 5] и структурата на плетения плат [3]. Изследвания са проведени и с различни по сили състав материали – памучни, вълнени, химични, с и без еластомерна нишка [4, 8, 9, 10, 12]. Логично, прилагането на компактно предене подобрява поведението на плата при претриване, непозволявайки на здраво захванатите влакна да се измъкнат от структурата на преждата. Обагрените платове също показват по-голяма устойчивост на претриване спрямо суровите. Като по-подходящи от гледна точка на износване се оказват интерлок платовете спрямо тези, изработени в гладка еднолицева плетка.

Цел на изследването

Целта е да се изследва влиянието на вида на плетената структура върху устойчивостта на претриване и пилингообразуване на памучни плетени платове, предназначени за облекло за спорт и свободното време.

Експеримент

Изследвани са общо 6 плетени плата. За изработването им се използвани рингови прежди с различна линейна плътност, но с приблизително еднаква интензивност на усукване в границите на $\alpha_m = 75 \div 80$. Единствено пълнежната нишка за Материал 1 е със суков коефициент $\alpha_m = 65$, но претриване от опаковата страна не е извършвано. Всички прежди са багени с директни багрила.

Описание на изследваните материали е направено в Табл. 1.

Таблица 1

Описание на изследваните плетени платове

Плетен плат	Структура	Линейна плътност на нишките	Площна маса, g/m ²
Материал 1	гладка еднолицева пълнежна плетка с некардирана опакова повърхност	основна Ne 20/1 пълнежна Ne 10/1	330
Материал 2	гладка еднолицева плетка	Ne 30/1	160
Материал 3	гладка еднолицева плетка	Ne 20/1	190
Материал 4	еднолицево пике	Ne 28/1	230
Материал 5	интерлок	Ne 30/1	250
Материал 6	ребрена плетка	Ne 24/1	210

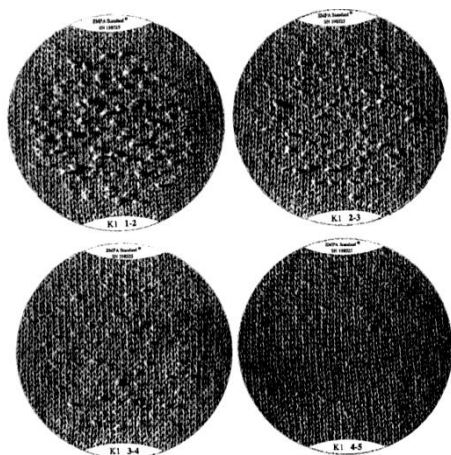
Изследванията са проведени на уред на M235 на фирма SDL Atlas Ltd, Великобритания, работещ по метода на Martindale (Фиг. 1).

Изпитването на претриване е извършено съгласно БДС EN ISO 12947-3:2002, а **изпитването на пилингообразуване** - съгласно БДС EN ISO 12945-2:2002.

За всеки вид изследване са тествани по 4 проби, колкото са главите на уреда.



Фиг. 1 Общ вид на уред M235 на фирма SDL Atlas



Фиг. 2 Фотоеталони на ЕМРА

Определено е изменението на масата на пробите и дебелината им след 500, 1000, 1500 и 2000 цикъла на претриване. Масите са измервани с помощта на електронна везна с точност 0,001 g, а дебелините – на дигитален дебеломер на фирма Hans Schmidt, Германия, съгласно БДС EN ISO 5084:2002.

За оценка на склонността към пилингообразуване са използвани фотоеталоните на ЕМРА за плетени платове (Фиг. 2), като изследването е извършено при степен на натоварване 4, съответстващо на 2000 цикъла на претриване.

В Табл. 2 са обобщени резултатите от измерванията за изменение на масата на пробите, а в Табл. 3 - тези за дебелината им.

Таблица 2

Изменение на масата на пробите след претриване

Материал	Начална маса, g	След 500 цикъла, g	След 1000 цикъла, g	След 1500 цикъла, g	След 2000 цикъла, g	Изменение, %
Материал 1	0,405	0,403	0,402	0,401	0,398	-1,57
Материал 2	0,192	0,189	0,187	0,186	0,185	-3,82
Материал 3	0,229	0,226	0,225	0,223	0,222	-3,34
Материал 4	0,289	0,289	0,288	0,288	0,286	-1,15
Материал 5	0,307	0,307	0,306	0,306	0,303	-1,09
Материал 6	0,387	0,387	0,385	0,381	0,380	-1,81

Таблица 3

Изменение на дебелината на пробите след претриване

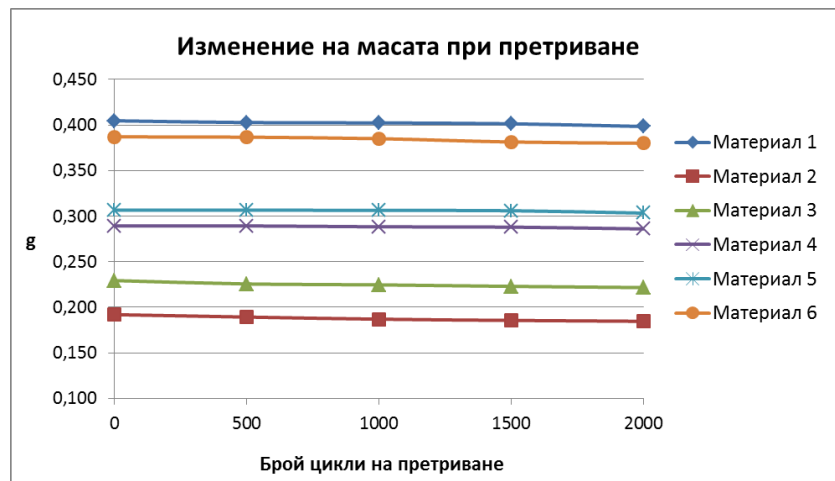
Материал	Начална дебелина, mm	След 500 цикъла, mm	След 1000 цикъла, mm	След 1500 цикъла, mm	След 2000 цикъла, mm	Изменение, %
Материал 1	1,46	1,42	1,39	1,37	1,39	-5,02
Материал 2	0,68	0,68	0,66	0,85	0,69	1,48
Материал 3	0,73	0,74	0,75	0,89	0,75	3,45
Материал 4	1,07	1,01	1,02	1,04	1,03	-3,74
Материал 5	1,06	1,20	1,24	1,18	1,15	8,52
Материал 6	1,73	1,62	1,58	1,59	1,57	-9,25

Графично изменението на масата и дебелината в процеса на претриване е показано на Фиг. 3 и 4.

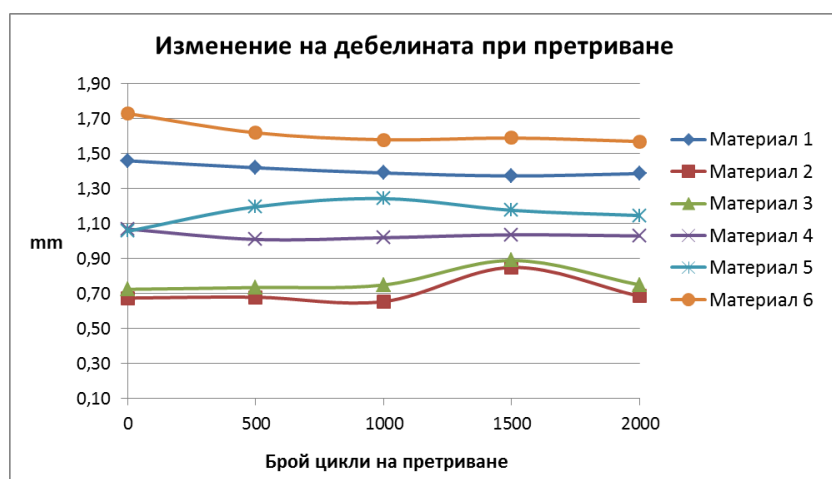
От получените резултати ясно се вижда, че при претриване най-интензивно се износват платовете в гладка еднолицева плетка, като след 2000 цикъла загубата на маса и в трите мостри (Материали 1, 2 и 3) е 7 mg. Логично, върху процентната загуба на маса влияние оказва дебелината - при Материал 2, който е с площна маса 160 g/m², загубата е 3,82%, при Материал 3 (190 g/m²) тя е 3,82%, а при Материал 1 (330 g/m²) - 1,57%.

Аналогично е и поведението на плата в ребрена плетка. След 2000 цикъла той също губи 7 mg от масата си. Разликата с гладката еднолицева плетка обаче е в начина, по който протича процеса на износване. Докато при гладката еднолицева плетка се наблюдава бързо износване в първите 1000 цикъла на претриване, след което интензитетът намалява, то при ребрената основната загуба на маса се осъществява доста по-късно - след 1000-ия цикъл.

Най-висока устойчивост на претриване показва структурата пике, като загубата на маса е средно 3 mg. Междинни резултати имат интерлоковите платове със средна загуба на маса 4 mg.



Фиг. 3 Изменение на масата на пробите при претриване



Фиг. 4 Изменение на дебелината на пробите при претриване

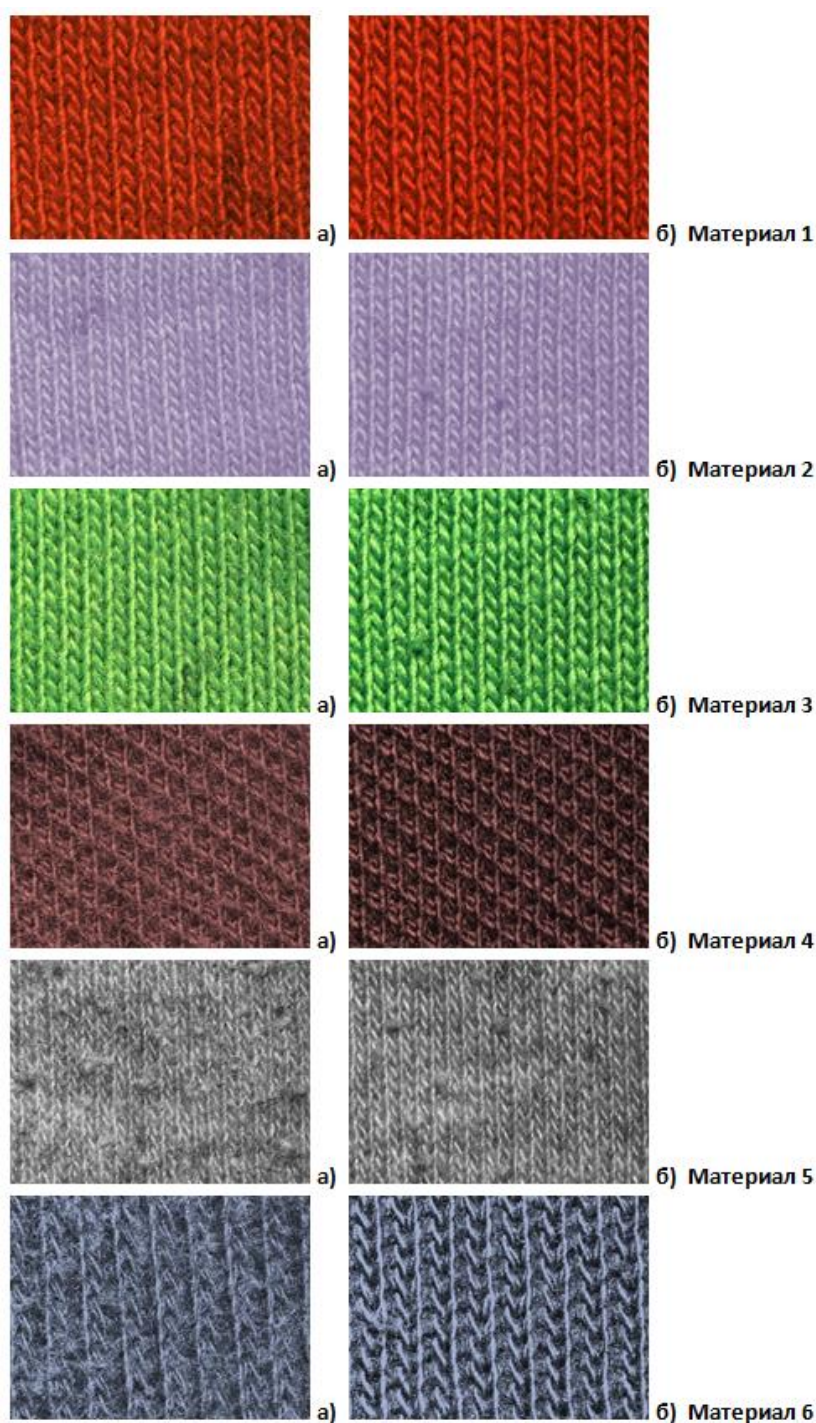
По отношение на изменението на дебелината данните показват различно поведение за различните материали, като при някои тя намалява, а при други нараства. За анализиране на този факт е необходимо да се отчете и изменението в повърхността на претриваните материали.

За целта е направено заснемане на претритите повърхности. Използвана е измерителна система на фирма Motic, Германия, включваща микроскоп, камера и софтуер за заснемане на изображенията. Работено е при увеличение на микроскопа 1x, а вграденото увеличение на камерата е 3,6x. Изображенията на повърхностите след претриване са обозначени с а) на Фиг. 5.

Повишаване на дебелината се наблюдава в случаите, когато повърхността при претриване силно се завласява, като този ефект е най-силно изразен при Материал 5 в структура интерлок. Относително по-малко е завласяването при Материали 2 и 3, които са в гладка еднолицева плетка. При останалите материали, наред със загубата на маса, се наблюдава и уплътняване на структурата, което води до плавно намаляване на дебелината.

Интересна е зависимостта на изменение на дебелината във функция от броя цикли на претриване в случаите, при които има повишаване на дебелината. При Материали 2 и 3

(гладки еднолицеви плетки) се наблюдава слабо изменение на дебелината до 1000 цикъла на претриване и пик в зоната около 1500 цикъла. Това показва, че интензивното завласяване и завалване на краищата на влакната до формирането на пъпки се извършва интервала 1000÷1500 цикъла, след което значителна част от пъпките в резултат на претриването се отделят от повърхността на пробите. За Материал 5 (интерлок) този пик е по-рано – в зоната около 1000 цикъла.



Фиг. 5 Снимки на изпитваните повърхности след 2000 цикъла на претриване
а) при изпитване за устойчивост на претриване
б) при изпитване за устойчивост на пилингообразуване

На Фиг. 5 с индекс б) са обозначени снимките след изпитването за устойчивост на пилингообразуване. Заснети са относително малки зони поради техническите ограничения на измерителната система, но самата оценка е извършена на база на цялата претрита повърхност - кръг с диаметър 140 mm.

Като цяло, всички изследвани материали, поради факта, че са изработени от памучни прежди, имат много слаба склонност към пилингообразуване, оценена с клас K1-5. Единствено Материал 5 (интерлок) има оценка K1-4, който показва и най-силна степен на завласяване при изпитването за устойчивост на претриване.

Анализ на резултатите

Анализът на получените резултати позволява да се направят следните изводи:

1. Извършено е изследване за устойчивостта на претриване и пилингообразуване на памучни плетени платове, предназначени за спорт и свободното време. Получените резултати показват много добро поведение на материалите при триещо взаимодействие.
2. Получени са потвърдителни данни за относително по-интензивното износване на платовете, изработени в гладка еднолицева плетка. Установената загуба на маса, в зависимост от площната маса на материала, варира в границите на 1,57 до 3,82%. Потвърдено е и преимущество на интерлоковата структура пред гладката еднолицева.
3. Получени са нови данни за устойчивостта на претриване на платове в структури пике и ребрена плетка. Структурата пике, поради високата степен на преплитане на нишките, показва изключително добра устойчивост на претриване. Загубата на маса на плата в ребрена плетка след 2000 цикъла на претриване съответства на тази на гладката еднолицева. Предимството на ребрената плетка е, че износването започва едва след като са извършени 1000 цикъла на претриване, докато при гладката еднолицева то се осъществява значително по-рано.
4. За първи път е изследвано и изменението на дебелината при претриване. Установено е, че при някои структури, като гладка еднолицева и интерлок, не се наблюдава очакваното плавно намаляване на дебелината с увеличаване на броя цикли на претриване. При тези структури се наблюдава завласяване и пилингообразуване, водещо до повишаване на дебелината. При последващо претриване част от пъпките отпадат, при което намалява и дебелината, но недостигайки началната си стойност. Максимална стойност на дебелината се получава при около 1000 цикъла на претриване за интерлок структурите и около 1500 цикъла за гладките еднолицеви структури.
5. Резултатите за пилингообразуване на изследваните структури показват добри устойчивости, което се дължи основно на вида на използвания материал (памук). Единствено интерлокът формира пъпки, тъй като по-разтегливата му структура позволява по-лесно измъкване на краищата на влакната, завласяване и образуване на пъпки.

Заклучение

Представеното изследване за оценка на устойчивостта на претриване и пилингообразуване включва значително повече плетени структури от проведените досега проучвания, което позволява да се определи и по-точно влиянието им. То е концентрирано единствено върху памучни плетени платове, които обаче имат най-широко приложение, особено за облекла за спорт и свободното време. Този клас облекла са и подложени на най-интензивно износване.

Резултатите показват изключителната устойчивост на триещи въздействия на платовете в структура пике, която все повече се утвърждава за изработването на висококачествени поло-блузи.

Литература

1. Abrasion Resistance of Materials, Edited by Marcin Adamiak, ISBN 978-953-51-0300-4, InTech, March 16, 2012.
2. Akaydin M., Characteristics of Fabrics Knitted with Basic Knitting Structures from Combed Ring and Compact Yarns, Indian Journal of Fibre & Textile Research, 34, 2009, pp. 26-30.
3. Akaydin M., Y. Can, Pilling Performance and Abrasion Characteristics of Selected Basic Weft Knitted Fabrics, Fibres & Textiles in Eastern Europe, 2010, Vol. 18, No. 2 (79) pp. 51-54.
4. Beltran R. et. al., Measuring the Influence of Fibre-to-Fabric Properties on the Pilling of Wool Fabrics, Journal of Textile Institute, 99(2), 2006, pp. 129-139.
5. Busilienė G., K. Lekeckas, V. Urbelis, Pilling Resistance of Knitted Fabrics, ISSN 1392–1320, Materials Science (Medžiagotyra), Vol. 17, No. 3, 2011, pp. 297-301.
6. Candan C. et al., Performance of Open-End and Ring Spun Yarns in Weft Knitted Fabrics, Textile Research Journal, 70(2), 2000, pp. 177-181.
7. Candan C., L. Önal, Dimensional, Pilling and Abrasion Properties of Weft Knits Made from Open-End and Ring Spun Yarns, Textile Research Journal, 72(2), 2002, pp. 164-169.
8. El-Dessouki H. A., A Study on Abrasion Characteristics and Pilling Performance of Socks, International Design Journal, Vol. 4, Iss. 2, pp. 229-234.
9. Nergis B. U., C. Candan, Properties of Plain Knitted Fabrics from Chenille Yarns, Textile Research Journal, 73(12), 2003, pp. 1052-1056.
10. Omeroglu S., Ş. Ulku, An Investigation about Tensile Strength, Pilling and Abrasion Properties of Woven Fabrics Made from Conventional and Compact Ring-Spun Yarns, Fibres & Textiles in Eastern Europe, 15(1), 2007, pp. 39-42.
11. Özdil N. et al., A Comparative Study of the Characteristics of Compact Yarn-Based Knitted Fabrics, Fibres & Textiles in Eastern Europe, 13(2), 2005, pp. 39-43.
12. Rejaly M. et al., Optimization and Prediction of the Pilling Performance of Weft Knitted Fabrics Produced from Wool/Acrylic Blended Yarn, Indian Journal of Fibre & Textile Research, Vol. 35, March 2014, pp. 83-88.
13. БДС EN ISO 12945-2:2002 Текстил. Определяне на склонността на повърхността на плата към завласяване и към пилинг. Част 2: Модифициран метод на Martindale.
14. БДС EN ISO 12947-3:2002 Текстил. Определяне устойчивостта на претриване на платове по метода на Martindale. Част 3: Определяне загубата на маса.
15. Германова-Кръстева Д., Влагопренос в плетени структури за спортно облекло, Общотекстилна конференция 2014 „Иновации в текстила и облеклото“, Сборник доклади, том I, ISBN 978-954-91951-2-5-, стр. 170-181.
16. Германова-Кръстева Д., Учебник по Текстилни изпитвания и анализ, Издателство на Технически университет-София, С., 2012, ISBN: 978-954-438-972-7, стр. 240-251.

доц. д-р инж. Диана Германова-Кръстева, Технически университет – София, катедра „Текстилна техника“, тел.: 02 965 27 92, e-mail: dianakra@tu-sofia.bg