

NEW KNOWLEDGE ON SPECIFICATIONS OF TWO- AND THREE-DIMENSIONAL TEXTILE WEAVING

Suzana Djordjevic

Higher Technological and Artistic Professional School Leskovac, Serbia, szn971@yahoo.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: The development of man-made fibers and new dyestuffs in the early part of the 20th century, and continuing technological development, have and continue to lead to new products and applications. Synthetic fibers offered high strength, elasticity, uniformity, chemical resistance, flame resistance and abrasion resistance among other things. Applications of new chemicals help the design engineers to tailor their products for special uses. New fabrication techniques also contributed to the improved performance and service life of technical textiles the technological advances of textiles affect in various industries. Technical textiles have met the various challenges created by the advancement of the society and by the ever needs of mankind which had been supposed to be increased now, at the beginning of the 21st century. Knowledge of a basic textile skill of manipulating fibers, fabrics and finishing techniques is must for an understanding of how all those interact and perform in different combinations and environments. Beyond that, much of the technology and expertise associated with the industry resides in an understanding of the needs and dynamics of many very different enduse and market sectors. Technical textiles materials and products manufactured primarily for their technical and performance properties rather than their aesthetic or decorative characteristics. The technical-textile market occupies an important place in the total textile scene, accounting in the last decade of the 20th century for about 22 % of all fibers consumed in Western Europe; this segment of the textile market is growing at a high rate. The procedures of technical textiles have been concentrating their effort in improving their strategic position, productivity, value-added-product range, and niche positions in order to expand their markets. Technical textiles are semi-finished or finished textiles and textile products manufactured for performance characteristics. Technical textiles are textile materials and products manufactured primarily for their technical performance and functional properties rather than their aesthetic or decorative characteristics. Textile fabrics are most commonly woven but may also be produced by knitting, felting, lace making, net making, nonwoven processes and tufting or a combination of these processes. Most fabrics are two-dimensional but an increasing number of three-dimensional woven technical textile structures are being developed and produced. Woven 2D and 3D technical textiles are designed to meet human needs. The majority of the 3D woven products that are currently commercially available are formed by a 2D weaving process that is used to build up a preform with fibers oriented in three dimensions. This article represents a contribution to the production of specific 2D and 3D textiles for technical purposes, presenting newer findings and special features at the present moment.

Keywords: 2D and 3D weaving, technical textiles, yarns, efficiency, use.

НОВИЈА САЗНАЊА О СПЕЦИФИЧНОСТИМА ДВО- И ТРОДИМЕНЗИОНАЛНОГ ТКАЊА ТЕКСТИЛА

Сузана Ђорђевић

Висока технолошко уметничка струковна школа Лесковац, Србија, szn971@yahoo.com

Миодраг Шмелцеровић

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

Драган Ђорђевић

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

Резиме: Развој вештачких влакана и нових средстава за бојење у раном двадесетом веку и континуирани технолошки развој настављају да воде до нових тканих производа и нових примена. Синтетичка влакна нуде јачину, еластичност, уједначеност, хемијски отпор, отпор на ватру, на абразију као и многе друге карактеристике. Употреба нових хемијских средстава помаже инжењерима да их укроје у нове производе за специјалне потребе. Такође нове технике производње доприносе побољшању својстава индустријских текстила. Индустријски текстили су одговорили многобројним изазовима који су се јављали са унапређењем друштва и потребама човечанства које су сада у 21-ом веку порасле. Познавање основних текстилних вештина при коришћењу влакана, познавање влакана и завршних техника неопходно је за разумевање њихове интеракције и деловања. Осим тога велики део технологије и експертизе повезан са индустријом почива на разумевању потреба и динамика различитих сектора. Технички текстилни материјали се углавном производе због њихових техничких и употребних карактеристика а мање због естетских и декоративних. Тржиште техничког текстила заузима важно место на целокупној текстилној сцени, узимајући у обзир последњу деценију двадесетог века где чини 22 % од свих влакана конзумираних у западној Европи. Процедуре индустријских текстила се фокусирају на побољшању сопствене стратегијске позиције, на продуктивност и додатну вредност производа како би прошириле своје тржиште. Технички текстили су полузавршени или завршени текстили и текстилни производи направљени због употребних својстава. То су текстилни материјали и производи направљени првенствено због своје техничке употребе и функционалних карактеристика пре него због естетских или декоративних карактеристика. Технички текстилни материјали се углавном ткају, али могу да се добију и плетењем, филцањем, прављењем чипке, прављењем мреже, нетканим процесима и тафтинг или комбинацијом ових процеса. Већина материјала је дводимензионална, али број тродимензионалних утканих техничких текстила расте. Ткани 2Д и 3Д технички текстили су дизајнирани како би изашли у сусрет људским потребама. Већина 3Д тканих производа који су тренутно доступни на тржишту формирана је путем 2Д процеса ткања који се користи за изградњу предоблика са влакнима који се оријентишу - усмеравају у три димензије. Овај чланак представља допринос у области производње специфичних 2Д и 3Д текстила за техничку намену, представљајући новија сазнања и посебне карактеристике у садашњем тренутку.

Кључне речи: 2Д и 3Д ткање, технички текстил, пређа, ефикасност, употреба.

1. УВОД

Производња текстила је старински занат са историјом готово истом као човечанство. Од кућне радиности до мултинационалних корпорација, производња текстила и одеће представља фактор глобалне индустрије са кључном улогом у формирању модерне производне економије. Технички текстили залазе у сваки аспект људског живота, слика 1. Неке од модерних индустрија не би биле исте без њих с обзиром да имају кључне доприносе кад су у питању употреба и ефикасност производа који се користе у не текстилним индустријама [1].

Нове 3Д производне методе, које су првобитно осмишљене како би организовале и саставиле три правоугаона сета ткања у правцу дужине, ширине и дебљине тканине, ретко су биле предмет истраживања са тачке гледишта текстилне технологије. Већина 3Д тканих производа који су тренутно доступни на тржишту формирана је путем 2Д процеса ткања који се користи за изградњу предоблика са влакнима који се оријентишу - усмеравају у три димензије. Карактеристике 3Д мрежастог платна су вишеструке. То је екстремно лаган материјал. Очекивана предност мрежастог платна је његова слобода да усмери изабране типове влакна како би прилагодило оптерећење дизајна финалног структуралног компонента [2-5].

Овај чланак представља допринос у области производње 2Д и 3Д текстила за техничку намену, представљајући новија сазнања и карактеристике у садашњем тренутку.



Слика 1. Међусобни развојни ланац од филамента до саставног дела

2. ТКАНЕ СТРУКТУРЕ

Композитни материјали су састављени од два или више материјала, који се обично називају конституентима, и имају њихова својства. У зависности од начина на који су конституенти удружени, добијени сложени материјал има комбинована својства, или пак различита својства од оних које конституенти имају.

Класификација текстилних појачаних структура врши се на више начина у зависности од параметара структуралних пред-облика. Обично се ова текстилна структура класификује у односу на осу ткања и димензије структуре као што је приказано на слици 2 [6].

OSA DIMENZIJA		0	1	2	3	4
		NEAKSIJALAN	MONO-AKSIJALAN	BIAKSIJALAN	TRIAKSIJALAN	MULTIAKSIJALAN
1D						
			LABAVA PREĐA			
2D						
		MATRICA OD RASEČENOG VLAKNA	PREIMPREGNIRANA PLOČA	Platno prepletaj	Triaksijalno tkanje	Multiaksijalno tkanje
3D	PRAVOLINIJSKI ELEMENT					
	ELEMENT U RAVNI					
		PLOČAST TIP	H ILI I OSOVINA	TIP SAČA	SASTAVNO IZLAZNO GRLO ZA NUKLEARNI PROJEKTIL	

Слика 2. Класификација ојачаних текстилних структура на основу осе и димензије ткања

Ради сложенијих примена, влакно мора да буде стабилно у простору, прилагодљиво и способно да се обликује. Тродимензионалне структуре влакана су развијене у последње две деценије како би подржале

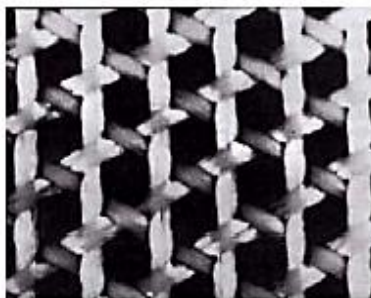
мултидирекционалне механичке или термалне притиске. Тродимензионалне структуре су такође значајно поспешиле јачину међу слојевима - међуплочасту јачину и отпорност на оштећење.

2.1. Композити са ојачаним влакнима

Композити са ојачаним влакнима (или фиброзни композити) су облик који се најчешће употребљава код комбинације конституената. Влакна таквих мешавина су углавном јака и чврста, и зато служе као основни конституент који носи терет. Матрица држи влакна заједно, и понаша се као посредник који поново дели оптерећења од испрекиданог влакна до суседног влакна у материјалу у тренутку када влакно почиње да слаби под теретом. Ово својство матрице поспешује једну од најзначајнијих карактеристика фиброзних мешавина, а то је већа јачина у односу на самостални конституент (мешавина има већу јачину од појединачне јачине влакана која је чине) [7].

Ткани материјали који се користе у овим склоповима могу да буду дводимензионалне и тродимензионалне структуре. Дводимензионално ткање је релативно брз и економичан процес. Ипак, влакна имају наслеђено набирање или таласање у испреплетаним пређа што је непожељно ако се жели да постигну најбоља својства склопа.

У дводимензионалној структури пређе су постављене у равни и дебљина материјала је мала у односу на њене димензије унутар равни. Дизајн једног слоја укључује платнени преплетај, кепер, идр. који се користе код слојевитих структура - ламината. Дводимензионални ткани материјали су углавном анизотропни, имају слабу отпорност на савијање унутар равни и мање су способни за обликовање од влакнастих материјала због постојања набирања и размене истог. Смањење набирања пређе у правцу сабијања или пак употреба високих модула пређе, поспешује модул тканине. Да би се појачала изотропност, крутост при пуцању у равни и друге карактеристике у косом или дијагоналном правцу, развијени су троструко ткани материјали у којима се три система жица преплићу под углом од 60 степени као што је приказано на слици 3 [7].



Слика 3. Триаксијално ткање

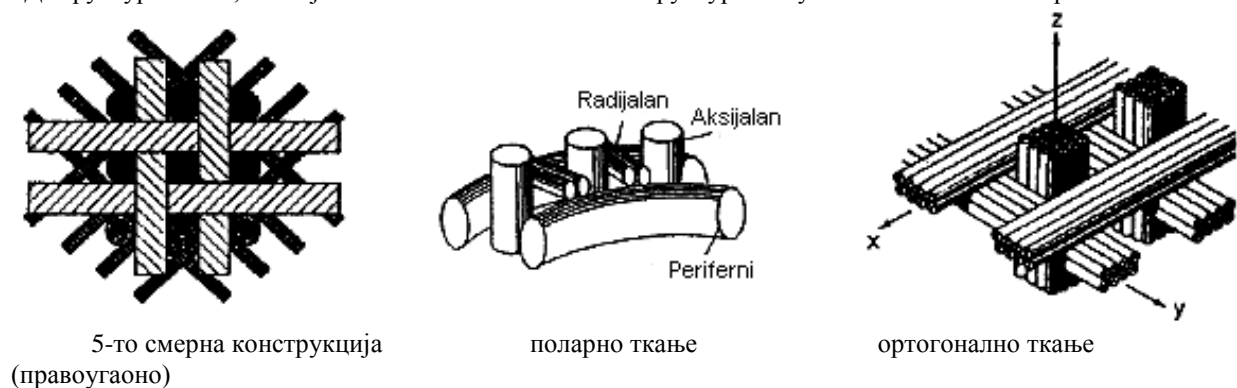
У 3Д структурама, густина - дебљина или димензија Z правца је знатно повезана са X и Y димензијама. Влакна или пређе су испреплетани у X (дужинском), Y (унакрсном) и Z (вертикалном) правцу. Што се тиче 3Д структура, постоји безброј могућности за размештање жица у 3Д простору.

3Д тканине се ткају на посебним разбојима са вишеструким слојевима основе и потке. Слика 4. приказује различите 3Д ткане структуре. У поларним тканим структурама, жице су једнако распоређене у периферним, радијалним и аксијалним правцима. Степен фракције влакна је око 50 %. Поларна ткања су погодна за израду цилиндричних зидова, цилиндара, купа и конвергентних и дивергентних секција. Да би се формирали такви облици, "prepreg" жице су убачене у вретено у радијалном правцу.

Периферне жице су савијене у калем а осовинске жице су положене паралелно са вретеном - осовином осе. С обзиром да предоблик мањка структуралним интегритетом, остатак жица је прожет - премазан смолом и структура је исушена на вретену. Поларно ткање може бити урађено у облицима сличним мрежи. Облик сличан мрежи је структура која не захтева много обраде машином како би реализовала величину и облик финалног производа. Како влакна нису испрекидана због машинске обраде, мрежасте облици се углавном показују боље од оних који су обрађени машином [7].

У ортогоналном ткању, појачана влакна су међусобно вертикално распоређена у X, Y, и Z правцу. Нема преплитања и набирања између жица. Степен фракције влакана је између 45 и 55 %. Распоредивањем количине пређе у сваком правцу могу се остварити изотропни или анизотропни предоблици.

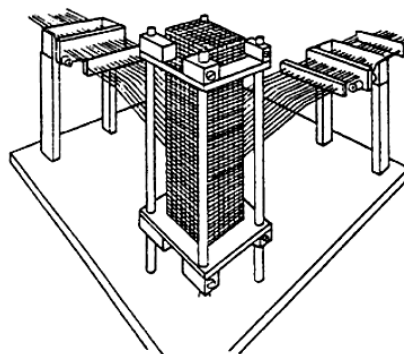
С обзиром да у поларним и ортогоналним структурама нема преплитања, она се такође називају и неткане 3Д структуре. Ипак, боље је означити их као изаткане структуре са нултим степеном набирања.



Слика 4. Шема различитих 3Д тканих структура за композите

Угаона интерлок, или вишеслојни материјал појачан равним панелом може да се изатка на традиционалном разбоју, углавном на оном са чунком. Основа се углавном директно узима, што омогућава мешање различитих жица у правцу основе. Друга, сложенија 3Д ткања као што су поларно и ортогонално ткање, захтева специјализоване машине за ткање. Више таквих машина је развијено како би се омогућило ткање сложених 3Д структура, слика 5. Вишеслојно ткање у 3Д облику садржи увезане жице основе у више слојева. Са друге стране, у традиционалном ткању, све жице основе су оријентисане - усмерене у структуру у једној равни [8].

Уобичајени корак при ткању вишеслојног предоблика (облик пре финалне обраде) укључује два или више система жица основе и посебног механизма за њихово одвајање који омогућава подизање опреме на толико нивоа колико слојева има.



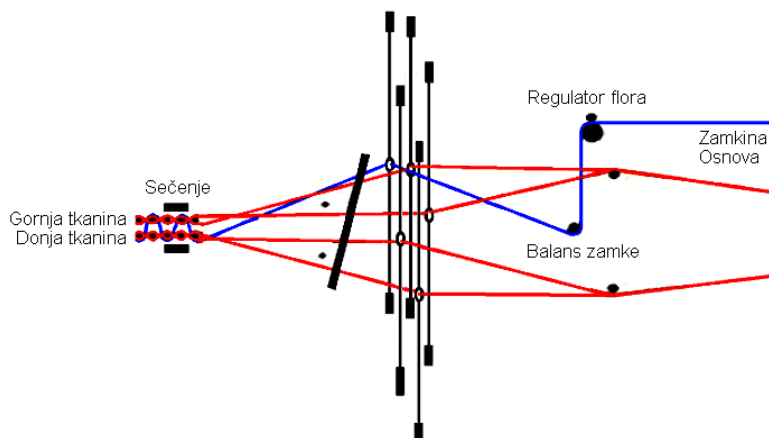
Слика 5. Шема Кинг-ове 3Д машине

У 2Д и 3Д ткањима, од материјала највише се користе угљеник, графит, стакло и арамид. Сваки материјал који може да се обликује као влакно, може да се изатка у предоблик, на лакши или тежи начин. Изаткани предоблици могу да се направе од једног типа влакнастог материјала или од више њих. Због природе геометријске структуре ткања и самог процеса ткања, приликом одабира влакана за ткање, или било ког другог текстилног процеса, кртост - ломљивост и савитљивост влакна морају бити узети у обзир. На пример, угљеникова и графитна влакна, која су заправо 90 % свих 3Д изатканих предоблика, склона су пуцању током ткања [9].

2.2. Двослојни материјал произведен принципом ЛИЦЕ НА ЛИЦЕ

Ткање лице на лице представља алтернативни метод производње тканине са исеченом основом у коме су две тканине истовремено уткане и слој се добија без помоћи жица. Две одвојене основне тканине, са простором

између њих, сваки са својом сопственом основом и потком, уткана су принципом рашивене дупле тканине, док се слој жица основе наизменично преплиће са обе тканине и заједнички је за оба слоја. Раздаљина између основних-темељних тканина прилагођена је у зависности од дужине слоја, као и како текстуре прелазе преко слоја жица и шире се преко њих секући се помоћу попречног ножа који се наизменично креће током ткања. Слика 6. приказује двослојно ткање формирано принципом лице на лице [9].



Слика 6. Двослојни материјал произведен принципом ткања лице на лице

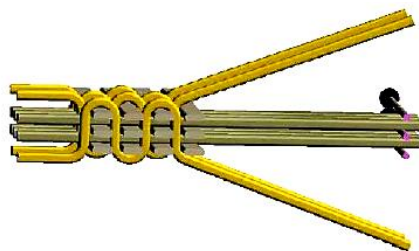
2.3. Процес 3Д ткања користећи више слојева за пуњење у исто време

Зтех компанија је развила текстилне процесе као нови облик у 3Д ткању, комерцијализоване под заштитним знаком 3WEAVE™. Уз потпуно контролисану и укројиву оријентацију влакана у X, Y и Z правцу, способност ткања арамидних, угљеникових, стаклених, полиетиленских, челичних и других влакана, као и било које друге хибридне комбинације дебљине до 25.4 мм и ширине до 1830 мм као и способност производње мрежастих облика, обезбеђују широк спектар примене 3WEAVE (3д ткања) материјала [10].

Што се тиче 3WEAVE™, иновација је у томе што се вишеструке жице потке убацују са једне или обе стране истовремено у току једног циклуса ткања, стварајући на тај начин густу 3Д тканину са вишеструким уметањима "тродимензионалног" ткања. Густина тканине се повећава са сваком циклусом због присуства не једног, него вишеструких слојева основе који се допремају из задњег дела машине, и због уметања вишеструких слојева жица у исто време. У 3WEAVE™ постоје вишеструки слојеви основе, као и вишеструки отвори спремишта за вишеструке жице потке које пролазе преко жица основе. Тканина која се добија нема унутрашње набирање.

На слици 7 приказано је вишеструко уметање у исто време ради, формирања 3Д тканина у току 3Д процеса, без набирања основе и пређе за пуњење.

Предформе (не финални облици) које се добијају у току 3WEAVE™ процеса пружају одређене предности - погодности при формирању сложених структура. Најочигледнија предност је у томе што је време рада знатно умањено када се вишеструки слојеви 2Д тканине замене једним или неколицином 3WEAVE™ слојева како би постигли жељену дебљину сложене структуре. Углавном, један слој 3WEAVE™ може да замени више 2Д слојева [10].



Слика 7. Шема 3Д ткања

3. ЗАКЉУЧАК

У данашње време композити текстилних структурна имају широку примену у многим областима, обично се састоје од већег броја слојева познатих као 2Д слојеви, и доказано су бољи у површинској отпорности и крутости у односу на металне и керамичке материјале. Међутим, примена 2Д слојева у неким критичним структура код авиона и аутомобила такође је ограничена њиховом слабијом отпорношћу на ударце и slabим механичким својствима у односу на традиционалне авио и аутомобилске материјале, као што су легуре алуминијума и челика. У циљу побољшања међуслојних карактеристика 2Д слојева, коришћењем различитих производних техника, као што су ткање, плетење, преплитање и шивење, развијене су тродимензионалне (3Д) текстилне пред-форме. Међу овим производним техникама, технике шивења и 3Д ткање имају примат у ојачавању композита.

У циљу схватања предности 3Д ткања, овим прегледом сагледани су технологије и принципи производње 3Д тканина.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] M.M. Schwartz, Composite materials handbook. USA: McGraw-Hill, 1983.
- [2] T. Vigo, A. Turbak, High-tech fibrous materials. Washington, DC, USA: American Chemical Society, 1991.
- [3] M. Antonio, 3-D textile reinforcements in composite materials. Cambridge, UK: Woodhead Publishing, 1999.
- [4] A. Nakamura, Fiber Science and Technology. Enfield, NH, USA: Science Publishers, Inc., 2000.
- [5] J.W.S. Hearle, Engineering Textiles. UK: Journal of the Textile Institute Special Issue, vol. 88, pp. 125-134, 1997.
- [6] K. Moser, Faser-Kunststoff-Verbund. Entwurfs- und Berechnungsgrundlagen. Düsseldorf, Germany: VDI-Verlag, 1992.
- [7] R. Donald, Reinforced Plastics Handbook. UK: Elsevier Science Pub. Co., 2004.
- [8] Patent US 5,085,252, Mohamed, et al., Method of forming variable crosssectional shaped three-dimensional fabrics, 1992.
- [9] M. Mohamed, R. Schartow, Light Weight Composites Applications for Automotive. Proceedings of 48th International SAMPE Symposium, May 2003.
- [10] 3Tex Company: Internet site of 3Tex Company. <http://www.3tex.com> (2004).

