
THE INFLUENCE OF THE CHANGE IN THE DENSITY OF RIB KNIT FABRIC ON THE AIR PERMEABILITY

Radica Nicić

Faculty of Technology in Leskovac, Serbia, radicanicic@rocketmail.com

Abstract: Because of the simple production technology, the high level of comfort, the lower cost of the cost, and the wide range of products, there is an increasing interest in knitted products. Due to the specific structure, in the form of a loop, the knitwear have good stretchability, adapted to the body shape, pleasant touch, and provide a high level of comfort. Large variations in the quality of knitted fabrics are achieved with small changes in different parameters in the quality of raw materials, technical characteristics of machines and constructive characteristics of knitted fabrics. A significant place in the choice of knitwear occupies air permeability in designing clothes for different purposes. Air permeability affects the comfort of knitted materials. Woven knitwear that is permeable to the air is simultaneously permeable to water vapor. To the maximum extent, air permeability is conditioned by the structure of the material (porosity, thickness, horizontal and vertical density, loop length). Porosity and thickness of the knitwear are key parameters of the research related to the influence of structure knit fabric on the permeability of the air. Since the air flow occurs through loops, the shape of which is conditioned by the density and construction of the knitwear, the number, shape and size of the macrophores (open pores) in knitted fabrics is particularly important. The permeability of the air and the macroporousness of the knitted fabric are closely related, as macroporousness makes pores between the yarns. In addition to the construction features of knitted fabrics, this parameter is also conditioned by the yarn geometry. In the case of the yarn whose fibers protrude to a certain extent they close the pores, which reduces the air permeability of the knitted fabric. Thermal behavior of some material can be significantly conditioned by air permeability, especially in conditions of higher ambient air circulation. Namely, the thermal behavior changes with the flow of air, whereby the pressure gradient is intensified, causing the outer air to penetrate the structure of the material. This points to the fact that the transfer of heat from the evaporation of sweat through the textile material is closely related to the permeability of the air. This paper presents basic characteristics and models of rib knit materials. For this study, rib knit fabric 1: 1 and 2: 2 were selected with different wool yarn densities, where decomposition of samples was carried out and air permeability was tested. The aim of the study is to determine the degree of small changes in the structural characteristics of rib knit fabric (surface mass, longitudinal mass, loop length, air permeability). The results show that with the reduction of density along the vertical and horizontal the length of the loop increases and therefore the permeability of the air is higher. It can be concluded that small changes in structural characteristics have a significant effect on changes in the physical-mechanical properties of rib knit fabric.

Key words: knitwear, air permeability, loops

УТИЦАЈ ПРОМЕНЕ ГУСТИНЕ ДЕСНО-ДЕСНИХ ПЛЕТЕНИНА НА ПРОПУСТЉИВОСТ ВАЗДУХА**Радица Ничић**

Технолошки факултет у Лесковцу, Србија, radicanicic@rocketmail.com

Резиме: Због једноставне технологије производње, високог нивоа комфора, ниже цене коштања, и широког спектра производа све више расте интересовање за плетене производе. Због специфичне структуре, у облику петља, плетенине имају добру растегљивост, прилагођавају се облику тела, пријатни додир, и обезбеђују висок ниво комфора. Велике варијације у квалитету плетенина постижу се са малим променама различитих параметара у квалитету сировина, техничких карактеристика машина и конструктивних карактеристика плетенина. Значајно место при избору плетенина заузима пропустљивост ваздуха при пројектовање одеће за различите намене. На комфор плетених материјала утиче пропустљивост ваздуха. Плетенине које су пропустљиве за ваздух истовремено су пропустљиве и за водену пару. У највећој мери пропустљивост ваздуха је условљена структуром материјала (порозност, дебљина, хоризонтална и вертикална густина, дужина петље). Порозност и дебљина плетенине су кључни параметри истраживања везана за утицај структуре плетенина на пропустљивост ваздуха. С обзиром да се струјање ваздуха дешава кроз петље, чији је облик условљен густином и конструкцијом плетенине, од посебне је важности број, облик и величина макропора (отворених пора) у плетенинама. Пропустљивост ваздуха и макропорозност плетенина су уско повезане, јер макропорозност чине поре између пређа. Поред конструкционих карактеристика плетенина овај параметар је условљен и

геометријом пређе. Код пређе чија влакна штрче у извесној мери затварају поре при чему се смањује пропустљивост ваздуха код плетенине. Термичко понашање неког материјала значајно се може условити пропустљивости ваздуха, посебно у условима веће циркулације амбијенталног ваздуха. Наиме, термичко понашање се мења струјањем ваздуха при чему се интензивира градијент притиска што изазива продирање спољашњег ваздуха у структуру материјала. Овим се указује на чињеницу да је преносом топлоте испаравања зноја кроз текстилни материјал уско повезан са пропустљивошћу ваздуха. У овом раду приказане су основне карактеристике и модели десно-десних плетених материјала. За ово истраживање одабране су десно-десне плетенине 1:1 и 2:2 са различитим густинама од вунене пређе, при чему је вршено декомпоновање узорака и испитана је пропустљивост ваздуха. Циљ испитивања је утврдити степен малих промена у структурним карактеристикама десно-десних плетенина (површинска маса, подужна маса, дужина петље, пропустљивост ваздуха). Резултати показују да са смањењем густине по вертикали и хоризонтално повећава се дужина петље а самим тим већа је и пропустљивост ваздуха. Може се закључити да мале промене у структурним карактеристикама имају значајан утицај на промене физичко-механичких својстава десно-десних плетенина.

Кључне речи: плетенине, пропустљивост ваздуха, петље

1. УВОД

Због једноставне технологије производње, високог нивоа комфора, ниже цене коштања, и широког спектра производа све више расте интересовање за плетене производе [1]. Са гледишта постојаности димензија плетени производа важе за нестабилне производе јер се производе од пређа са мањим бројем увоја и имају лабавију конструкцију [2,3]. Због специфичне структуре, у облику петља, плетенине имају добру растегљивост, прилагођавају се облику тела, пријатан додир, и обезбеђују висок ниво комфора [1]. Да би се супротставила силама које на њу делују (за време бојења, обраде, а нарочито у условима крајње употребе готовог производа), плетенина треба да има довољну јачину. Поред тога од плетенине се очекују да задржи почетне димензије у току експлоатације и да буде отпорна на хабање [2,3]. Основни фактори који дефинишу квалитет плетенина су: сировински састав, конструкција, густина плетенина, дужина пређе у петљи, површинска и запреминска запуњеност плетенине итд. Велике варијације у квалитету плетенина постижу се са малим променама различитих параметара у квалитету сировина, техничких карактеристика машина и конструктивних карактеристика плетенина [4,5]. Структурне карактеристике имају значајан утицај на топлотна својства и пропустљивост воде и ваздуха. Под појмом ваздушна пропустљивост текстилних материјала подразумева се пролаз ваздуха кроз материјал. Хлађење организма поспешује се при проласку ваздуха кроз одећу, јер се одводи део произведене топлоте [6]. Greyson је прецизирао да се са повећањем дебљине материјала и ваздуха уплетеним у тканину повећао отпор топлоте и водене паре. Yoon и Buckley су закључили да на пренос топлоте утичу конструкција тканине и конститутивна својства влакана. Dias и Delkumburewatte су створили теоријски модел за предвиђање порозности плетене структуре зависно од геометријских параметара, као што су дебљина тканине, број пређе, густина влакана итд. Goodings је развио једначину која повезује пропустљивост ваздуха и структуру материјала [7]:

$$\frac{Q}{\Delta p} = \frac{1}{8-\mu} \cdot \frac{\beta^2}{N \cdot d} \quad (1)$$

где су:

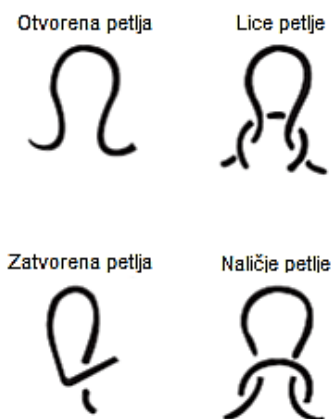
Q - брзина тока ваздуха по јединици површине материјала, Δp - градијент притиска, β - оптичка порозност,

μ - вискозност ваздуха, N - број пора по јединици површине материјала, d - дебљина материјала.

2. ДЕФИНИЦИЈЕ ОСНОВНИХ ПОЈМОВА ПЛЕТЕЊА

Плетење се може дефинисати као начин формирања текстилног производа тзв. плетенине која се састоји из великог броја међусобно повезаних појединачних јединица - петљи. Плетенине се могу добити ручним и машинским плетењем. За плетење се користи пређа различитог сировинског састава. Од вуне и полиакрилонитрилних влакана израђује се топла плетена одећа, од памука се израђује доње рубље и летње мајице, а полиамидна влакна посебно значење имају за чарапе и спортску одећу. Добијене плетенине су порозне, волуминозне и растегљиве па је зато плетена одећа удобна и мекана на додир, пријања уз тело и у великој мери задржава свој облик током употребе. Осим за одећу, плетенине се користе и као кућни и технички текстил [8].

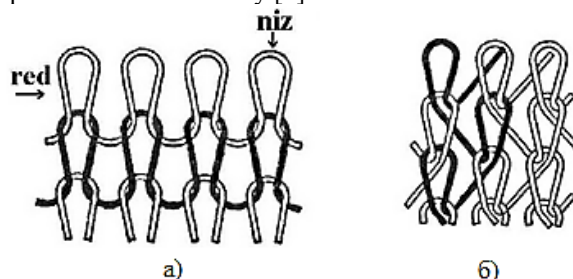
Плетенине се међусобно разликују по начину настајања односно спајања петљи. Плетенина се састоји од водоравних или верикалних редова петљи, растегљива је, једноструко или вишеструко је плетена. Плетенине се формирају обликовањем нити у петље и њиховим преплетањем у замку што је приказано на слици 1. Отворена петља је она где петљу формира пређа која не прелази кроз доњи део петље. Код затворене петље једна страница петље прелази преко друге при чему се врши затварање петље. Лице петље се добија када се за време формирања петље нова петља појављује кроз стару петљу са спољне стране на лицу. Наличје петље се формира када нова петља са стране лица пролази кроз стару петљу на наличју [9].



Слика 1. Облици петљи

Важне димензије петље су дужина, ширина и висина петље. Велики утицај на физичке, механичке и димензионалне особине плетенине као и на квалитет плетенине има димензија петље.

Два основна облика плетења су плетење по потци и плетење по основи (слика 2). Метод плетења потке је обликовање тканине у којој се из једне пређе формирају петље водоравно, а међусобно повезивање петљи одвија се у кружном или равноплетањем облику. Плетење по основи је метод обликовања тканине у којој се петља израђује вертикално по дужини тканине од сваке оснине пређе где се међусобно повезивање петљи одвија у равноплетањем облику [9].



Слика 2. Врсте плетенина: а) кулиране; б) ланчане;

Десно-десни основни преплетај има наизменично распоређене десне и леве низове петљи и на лицу и на наличју плетенине.



Слика 3. Десно-десни преплетај 1:1



Слика 4. Десно-десни преплетај 2:2

Својства и параметри који карактеришу плетенине су следеће: јачина, истезање, увијање, расплетање, густина, дебљина, дужина пређе у петљи, површинска маса, модул петљи, дужинска, површинска и запреминска запуњеност и тако даље.

3. МАТЕРИЈАЛИ И МЕТОДЕ

Значајно место при избору плетенина заузима пропустљивост ваздуха при пројектовању одеће за различите намене [10]. При испитивању ове особине, експеримент је вршен на плетенинама од вунене пређе које су урађене у десно-десном преплетају 1:1 и 2:2 са различитим густинама. Вршено је декомпоновање узорака како би се одредили тачни структурни параметри: површинска маса, подужна маса пређе, хоризонтална и вертикална густина петљи и дужина петље.

У ту сврху коришћене су методе према стандардима:

- SRPS EN 12751:2008, Текстил - Узимање узорака за испитивање влакна, пређа и текстилних површина
- SRPS F.C0.011:1981, Текстилни производи равних површина (тканине, плетива и производи сличног облика-метражна роба) - Технички услови,
- SRPS EN 14971:2012, Текстил - Плетенине- Одређивање броја петљи по јединици дужине и јединици површине,
- SRPS F.S2.016:1986, Текстил - Метражна роба - Одређивање масе по јединици дужине и јединици површине
- SRPS EN ISO 9237:2010, Текстил - Одређивање пропустљивости ваздуха кроз текстилну површину.

Способност текстилног материјала да пропушта ваздух исказана је коефицијентом пропустљивости ваздуха P_v , који је дефинисан количином ваздуха V (m^3) који при константном притиску у јединици времена t (s) прође кроз јединицу површине материјала A (m^2)

$$\bullet \quad P_v = \frac{V}{A \cdot t} \text{ (cm/s)}$$

(2)

где су:

P_v - пропустљивост ваздуха (cm/s), V - запремина пропуштеног ваздуха (cm^3),

A - радна површина узорка материјала (cm^2), t - време проласка ваздуха(s)[11].

Узорак плетенине се постави на радној површини апарата за испитивање пропустљивости ваздуха и притисне држаčem у облику прстена који има површину за испитивање 20 cm^2 и подеси се притисак ваздуха од 100 Pa. Посебно се мери проток ваздуха на лицу и на наличју плетенине. Према добијеним вредностима протока ваздуха пропустљивост ваздуха се прорачунава према формули:

$$\bullet \quad P_v = \frac{q_v}{A} \cdot 16,7 \text{ (cm/s)}$$

(3)

где су:

q_v - просечна вредност протока ваздуха кроз плетенину (dm^3/min),

A - радна површина мерне главе за испитивање (cm^2) [10].

Испитивања су вршена на различитим местима материјала, те на удаљености од око 10 cm од крајева материјала. Мерења су извршена помоћу уређаја SDL ATLAS Mozia Air Permeability Tester, који је приказан на слици 5.



• Слика 5. Уређај за мерење ваздушне пропустљивости

4. РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА

За ово истраживање одабране су десно-десне плетенине 1:1 и 2:2 са различитим густинама чији је декомпоновање узорака приказано у табели 1. Из табеле се види да се са променом густине по вертикали и хоризонтални мењају и остале карактеристике плетенина.

Табела 1. Неке структурне карактеристике десно-десне плетенине патента 1:1 и 2:2

Број узорака	$G_h (cm^{-1})$		$G_v (cm^{-1})$		$T_t (tex)$		$Q (gm^{-2})$		$l (mm)$	
	1:1	2:2	1:1	2:2	1:1	2:2	1:1	2:2	1:1	2:2
1.	40,0	50,0	31,3	38,6	141,28	135,43	619,48	757,30	8,7	7,3
2.	38,8	48,3	31,3	37,5	135,55	136,73	575,75	754,42	8,8	7,6
3.	38,4	48,0	30,4	36,0	135,99	137,70	571,50	713,84	9,0	7,5
4.	37,6	46,2	29,0	33,3	134,20	134,26	532,65	661,00	9,1	8,0
5.	37,2	45,5	28,3	32,9	137,80	134,77	545,46	655,09	9,4	8,1
6.	36,6	45,2	27,5	32,0	135,85	135,17	514,12	641,27	9,4	8,2
7.	35,0	44,0	25,7	30,0	137,13	140,19	468,72	629,17	9,5	8,5
8.	34,4	42,3	25,7	28,3	133,84	139,62	463,84	589,72	9,8	8,8
9.	34,2	-	25,0	-	136,66	-	432,50	-	10,2	-

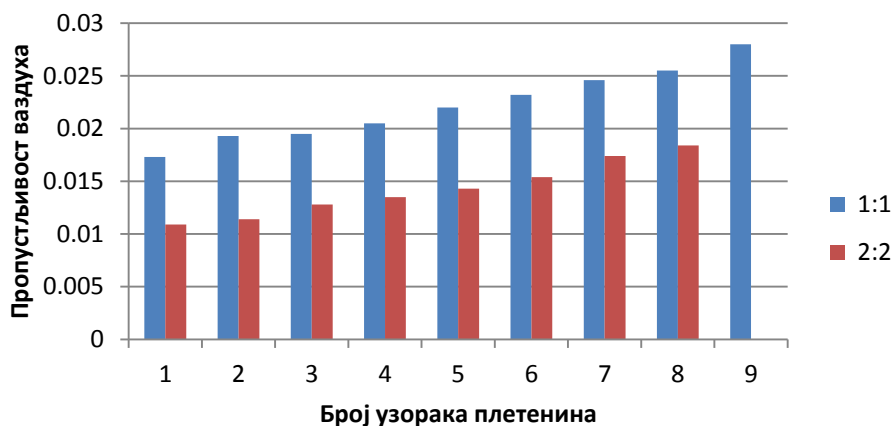
D_h - хоризонтална густина, D_v - вертикална густина, T_t - подужна маса пређе, Q - површинска маса плетенине, l - дужина петље

Табела 2. Вредности пропустљивости ваздуха кроз десно-десне плетенине (100 Pa)

Број узорака	Пропустљивост ваздуха (cm/s)			
	на лицу		на наличју	
	1:1	2:2	1:1	2:2
1.	0,0173	0,0109	0,0170	0,0112
2.	0,0193	0,0114	0,0199	0,0119
3.	0,0195	0,0128	0,0199	0,0123
4.	0,0205	0,0135	0,0200	0,0134
5.	0,0220	0,0143	0,0212	0,0139
6.	0,0232	0,0154	0,0240	0,0152
7.	0,0246	0,0174	0,0246	0,0168
8.	0,0255	0,0184	0,0263	0,0176
9.	0,0280	-	0,0277	-

Из табела 2. се може видети да је слична пропустљивост ваздуха на лицу и наличју јер десно-десни преплетаци имају исти изглед са једне и са друге стране. Уочава се да се са смањењем густине по вертикали и хоризонтални повећава дужина петље а самим тим већа је и пропустљивост ваздуха.

Може се приметити да је пропустљивост ваздуха боља код десно-десне плетенине 1:1 него код патента 2:2. То се најбоље може видети код узорка 3 патента 1:1 и узорка 7 патента 2:2 и код узорка 5 патента 1:1 и узорка 8 патента 2:2, који имају исту густину по вертикали, мању густину по хоризонтално и већу дужину петље (табела 1, слика 6). Што је дужина петље већа, већи је и проток ваздуха кроз плетене материјале.



Слика 6. Пропустљивост ваздуха (cm/s) кроз десно-десне плетенина са различитим густинама при плетењу

5. ЗАКЉУЧАК

Поред естетског изгледа и удобности, важан захтев у погледу избора одеће је и топлотна заштита која зависи од особина плетенина а један од битнијих је и пропустљивост ваздуха која је условљена од структуре и конструкције плетенина, врсте и својства влакана и пређе, завршне дораде. Пропустљивост ваздуха је повезана са пропустљивошћу водене паре, при чему плетенине које имају већу пропустљивост ваздуха уопштено имају и већу пропустљивост водене паре и воде. Од порозности плетенине, односно коефицијента запуњености и густине плетенине у највећој мери зависи способност плетенина да спречи или дозволи пролаз ваздуха. Разлике у понашању плетенина у погледу пропуштања ваздуха, водене паре и упијања воде зависе од карактеристика влакана, које условљавају карактеристике пређа употребљених за плетенине. Последица тога су произведене плетенине са различитим положајем пора и карактером порозности. Иако се пренос топлоте и пропуштање ваздуха врши различитим механизмима, добијени резултати указују да се са смањењем густине плетенина повећава проток ваздуха кроз материјал. Такође се може приметити да боље резултате пропустљивости ваздуха дају плетенине патента 1:1 него плетенине са патентом 2:2, где се види да узорци са истом густином по вертикали имају мању густину по хоризонтално па самим тим имају већу дужину петље. Што је дужина петље већа, већи је и проток ваздуха кроз плетене материјале.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] S. Jordeva, S. Čortoševa, Uticaj sirovinskog sastava i strukturnih karakteristika dvoslojnih interlok pletenina na fizičko-mehanička svojstva, Originalan naučni rad, pp. 154-161 (<http://eprints.ugd.edu.mk/7839/1/X%20simpozijum.pdf>)
- [2] V. Gligorić, Tehnologija pletenja I deo, Tehnološki fakultet, Leskovac, 2000.
- [3] V. Gligorić, Tehnologija pletenja II deo, Tehnološki fakultet, Leskovac, 2002.
- [4] V. Gligorić, Projektovanje pletenih materijala predavanje
- [5] S.M. Čortoševa, "Matematičko-statistički model na reološkite svojstva na desno-desni pletenini", pp. 1-19, 2000.
- [6] Mladen Stančić, Model toplotnih svojstava štampanih odjevnih predmeta, Doktorska disertacija, Novi Sad 2015.
- [7] A. C. Goodings, Textile Res. J. 34, pp. 713-724, 1964.
- [8] <http://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=48714>
- [9] <http://www.newagepublishers.com/samplechapter/001326.pdf>
- [10] Nenad S. Čirković, Selima H. Đorđević, Dušan S. Trajković, Nataša M. Radmanovac, Fizičke karakteristike pletenina kao faktor izbora materijala za odeću, 3(2) pp. 76-84, 2014.
- [11] Snežana Stanković, Uticaj strukture pređe na bazi argoceluloznih vlakana na njihovu dalju tekstilnu transformaciju i upotreba svojstva, Doktorska disertacija, Beograd 2008.