

DINAMIKA SILE ZATEZANJA PREĐE U PROCESU PLETENJA**Miodrag Djorđević¹, Vojislav Gligorijević²**¹Visoka strukovna škola za tekstil, Leskovac, Srbija²Tehnološki fakultet, Leskovac, Srbija

U ovom radu istražena je dinamika sile zatezanja predje u kompenzacionoj i pletaćoj zoni mašine sa ciljem da se dobije vremenska zavisnost zatezanja pređe radi određivanja minimalnih i maksimalnih vrednosti zatezanja pređe u okviru jednog ciklusa stvaranja petlji, kao preduslov za pravilan izbor i projektovanje parametara pređe i mašine u cilju dobijanja kvalitetnog pletiva. Rezultati istraživanja su pokazali da zatezanje pređe u procesu stvaranja petlji ima oscilatorni karakter, koji je u funkciji broja obrtaja cilindra, dubine kuliranja, sile povlačenja pletiva kao i trenja pređe sa elementima za vođenje, dodavanje i usmeravanje pređe.

Ključne reči: pređa, dužina petlji, dubina kuliranja, sila zatezanja, proces pletenja

1. Teoretski deo**1.1. Zatezanja pređe u procesu pletenja**

Pletivo se kao tekstilni proizvod može analizirati pomoću više parametara, ali po mišljenju većine autora dužina pređe u petlji predstavlja najbitniji parametar u analizi pletiva. Jednaka dužina pređe u petlji kao i njihov pravilan geometrijski oblik koji karakteriše ravnomernost strukture pletiva, uslovljena je : fizičko - mehaničkim osobinama pređe, dubinom kuliranja, strukturnim karakteristikama pletiva kao i intezitetom promena sile zatezanja pređe u kompenzacionoj i pletaćoj zoni mašine. Dinamičke karakteristike zatezanja pređe u određenoj meri utiču na ravnomernost strukture pletiva, odnosno daju informacije o kvalitetu procesa pletenja [1].

Vrednosti zatezanja pređe određuju: mehanička svojstva pređe, krutost pređe na savijanje, brzina dodavanja pređe, sila povlačenja pletiva, trenje pređe sa uređajima za usmeravanje, dodavanje i zatezanje pređe, trenje pređe sa elementima za stvaranje petlji, trenje pređe o pređi u momentu prebacivanja polupetlje preko glave igala kao i obuhvatni ugao pređe sa iglom. Svaki od navedenih parametara, ima određeni udeo, u rezultirajućoj sili zatezanja pređe u momentu kuliranja.

Osnovni zahtev savremene proizvodnje pletiva na visoko produktivnim kružno pletaćim mašinama je da se održi konstantna dužina pređe u petlji. Da bi se to postiglo potrebno je da pređa na ulazu u svaki pletaći sistem ima konstantnu zategnutost. Radi ispunjenja tog cilja potrebno je obezbediti balans dodavanja - povlačenja prediva, dakle odnos između količine pređe, koju pređa dodavač i one koju potroši element za

pletenje (radni sistem). Već i najmanji diskontinuiteti u tom balansu utiču na strukturu povlačne sile u pređi, što se direktno manifestuje na veličinu petlje, odnosno ravnomernost strukture pletiva. Izrada kvalitetnog pletiva, moguća je samo pri uslovima kompletne analize tehnološkog procesa pletenja u kome centralno mesto ima dinamička analiza zatezanja pređe u kompenzacionoj i pletaćoj zoni mašine [2, 3].

2. Eksperimentalni deo

2.1. Cilj ispitivanja

U osnovi ova istraživanja imaju za cilj da se odredi struktura povlačne sile u pređi kao neophodne pretpostavke za pravilno projektovanje parametara pređe i mašine u cilju dobijanja kvalitetnih strukturnih parametara pletiva. Promena zatezanja pređe praćena je u funkciji brzine mašine u različitim mernim tačkama, sa ciljem da se ispita uticaj pojedinačnih elemenata za vođenje, usmeravanje i dodavanje pređe na strukturu zatezanja pređe i kakvi uticaji na kvalitet pletiva rezultiraju iz toga.

2.2. Materijal i metode ispitivanja

Merenje sile zatezanja pređe vršena su u proizvodnim uslovima HK “ JUMKO” Vranje. Prilikom ispitivanja korišćena je pamučna pređa deklarisanе podužne mase $T_t = 20 \text{ tex}$ - a, sa fizičko - mehaničkim osobinama prikazanih u tabeli 1. Tehničko - tehnološke karakteristike upotrebljene mašine tipa TEROT RH 116 prikazane su u tabeli 2.

Tabela 1. Fizičko - mehaničke osobine pređe

Parametri pređe	\bar{X}	CV (%)
Podužna masa pređe (tex)	19.372	2.213
Prekidna sila (cN)	228. 40	5.650
Prekidno izduženje (%)	5.20	4.836
Relativna prekidna sila (cN/ tex)	11.79	-
Broj uvoja (m^{-1}) Z	683.60	5.495

Tabela 2. Tehničko - tehnološke karakteristike mašine TEROT RH 116

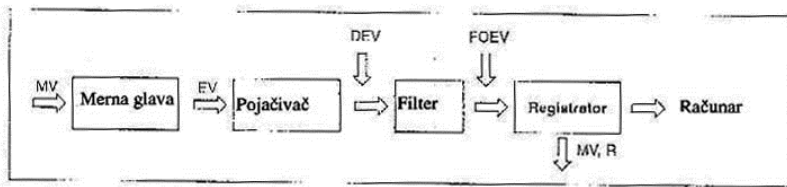
Parametri mašine	Oznake parametara	Vrednosti
Finoća mašine	F	14
Prečnik cilindar iglenice	D_c	30
Broj sistema	N_s	54
Podela mašine	P	1.81 mm
Broj igala	N_i	1318 x 2
Dodavanje pređe	Pozitivno	IRO MPF 20 G1

2.3. Senzorika i prateća merna oprema

Šema merne opreme prikazana na slici 1 sastoji se iz :

- induktivnog davača sile tipa Q 11 / 100 [cN],
- adaptera za transformaciju sile pređe,
- mikroprocesorskog mernog pojačivača DMC 9012 A,
- mernog računara Apple Macintosh Power Book 520 C.

Praktična merenja sile zatezanja pređe slika 2, vršena su u vrhu balona (merna tačka 1), ispred zatezača pređe (merna tačka 2) i u zoni između dodavača pređe i vodiča pređe (merna tačka 3).



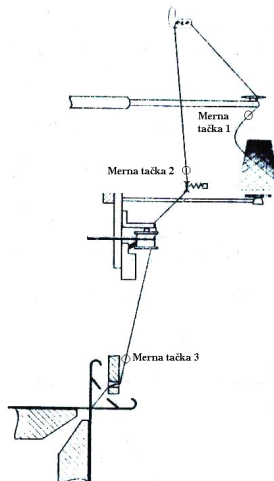
Slika 1. Šema merne opreme

Legenda:

MV - merna veličina, ED - električna veličina, DEV - ojačana električna veličina, FOEV - filtrirana električna veličina, R - rezultat merenja merne veličine.

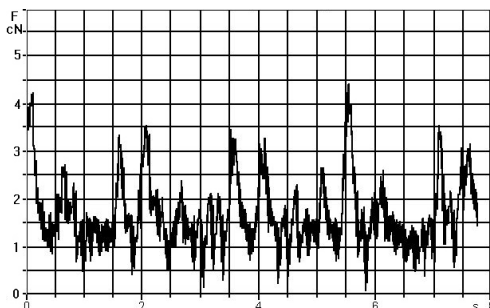
3. Rezultati ispitivanja

Na slici 2 prikazan je šematski prikaz kretanja pređe od kalema 1 do pletaćih igala 2 kao i merne tačke u kojima je vršeno merenje sile zatezanja pređe. Promena zatezanja pređe praćena je pri različitim brojevima obrtaja cilindra $n_1 = 10 \text{ min}^{-1}$, $n_2 = 13 \text{ min}^{-1}$, $n_3 = 16 \text{ min}^{-1}$ i konstantnoj dubini kuliranja $h_{k1} = 0.96 \text{ mm}$.



Slika 2. Šematski prikaz mernih mesta

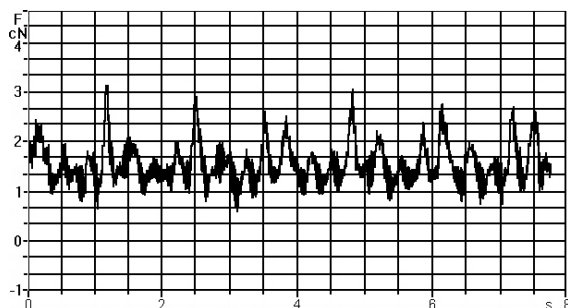
3.1. Analiza sile zatezanja pređe u mernoj tački 1



Slika 3. Sila zatezanja pređe u funkciji vremena pri $n_1 = 10 \text{ (min}^{-1}\text{)}$

Na slici 3 prikazan je dijagram promene sile zatezanja pređe u vrhu balona. Vrednosti sile zatezanja pređe kreću se u intervalima od 0.20 do 4.40 cN. Raspon intervala sile zatezanja pređe kod posmatranih ciklusa stvaranja petlji iznosi 4.20 cN. Sile zatezanja pređe u vrhu balona (merna tačka 1) su rezultat promenljivih uslova pri odmotavanju pređe sa kalema odnosno različitih tehničko - tehnoloških karakteristika kalema: ravnomernost pređe po podužnoj masi, tvrdoća namotavanja pređe, prečnik namotavanja i ravnomernost nanošenja parafina. Oscilatornost dijagrama sile zatezanja pređe u vrhu balona je u određenoj meri rezultat promene položaja tačke odmotavanja pređe sa kalema u toku procesa pletenja. Naime u toku procesa stvaranja petlji prilikom odmotavanja pređe sa kalema u pojedinim vremenskim intervalima dolazi do povećanja visine balona, a samim tim i do povećanja dužine pređe u balonu što izaziva i povećanje sile zatezanja pređe u tom trenutku. Dužina pređe od kalema do merne tačke 1 iznosi 542 mm.

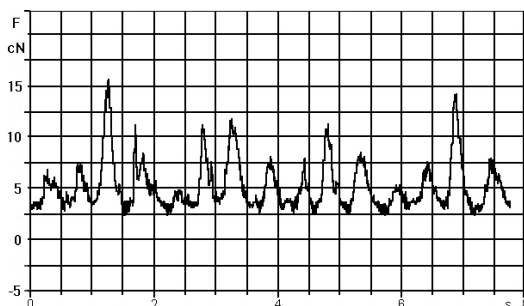
Veoma bitan uticaj na veličinu sile zatezanja pređe u vrhu balona (merna tačka 1) ima i broj obrtaja cilindra koji je u direktnoj funkciji sa brzinom dodavanja pređe u toku procesa pletenja. Sa povećanjem broja obrtaja cilindra od $n_1 = 10 \text{ min}^{-1}$ na $n_3 = 16 \text{ min}^{-1}$ povećava se broj redova petlji u jedinici vremena a samim tim povećava se i brzina dodavanja pređe. Dijagram promena sile zatezanja pređe u mernoj tački 1 pri $n_3 = 16 \text{ min}^{-1}$ prikazan je na slici 4.



Slika 4. Sila zatezanja pređe u funkciji vremena pri $n_3 = 16$ (min^{-1})

3.2. Analiza sile zatezanja pređe u mernoj tački 2

Na slici 5 prikazan je dijagram promena sile zatezanja pređe u kompozicionoj zoni, ispred aditivnog zatezača (merna tačka 2).



Slika 5. Dijagram sile zatezanja pređe u mernoj tački 2 pri $n_1 = 10$ (min^{-1})

Na svom putu do merne tačke 2 pređa prolazi kroz šest radnih zona i pri svakom kontaktu sa elementima za vođenje i usmeravanje menja pravac kretanja. Svaka promena pravca kretanja u dodirnim tačkama dovodi do promene obuhvatnog ugla pređe sa tim elementima, pri čemu se shodno Ojlerovom zakonu trenje povećava. To znači da svaki element za vođenje i usmeravanje ima udela u rezultirajućoj sili zatezanja pređe u mernoj tački 2. Na bazi ovoga možemo zaključiti da je pređa na putu od merne tačke 1 do merne tačke 2 izložena dodatnim naprežanjima, koja se ogledaju u savlađivanju svih otpora trenja na tom putu. Dužina pređe od merne tačke 1 do merne tačke 2 iznosi 1200 mm.

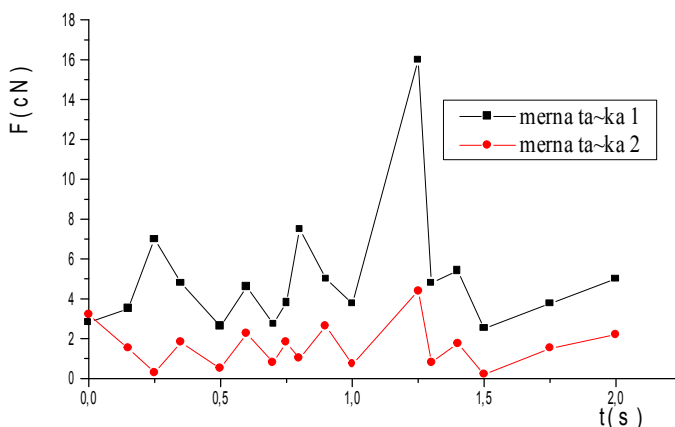
Sile zatezanja pređe u mernoj tački 2 su rezultat zbira sile trenja usled odmotavanja pređe sa kalema kao i sile trenja koje se javljaju u tačkama dodira sa elementima za vođenje i usmeravanje. Na bazi ovih pokazatelja kao i analizom dijagrama sila zatezanja pređe slika 5, možemo zaključiti da su vrednosti sile zatezanja pređe u mernoj tački 2 veće u odnosu na mernu tačku 1 pri konstantnom broju obrtaja cilindra $n_1 = 10 \text{ min}^{-1}$.

Analizom vrednosti dijagrama sila zatezanja pređe u mernoj tački 2 možemo videti da se minimalne i maksimalne vrednosti sile zatezanja pređe za više ciklusa stvaranja petlji kreću u intervalu od 2.5 do 16 cN. Raspon intervala sile zatezanja pređe kod posmatranih ciklusa stvaranja petlji iznosi 13.5 cN. Upoređujući vrednosti sile zatezanja pređe u mernim tačkama 1 i 2 pri konstantnim broju obrtaja cilindra možemo zaključiti da su maksimalne vrednosti sila zatezanja pređe u mernoj tački 2 za 11.60 cN veće u odnosu na mernu tačku 1. Minimalne vrednosti sile zatezanja pređe, u mernoj tački 2 su za 2.30 cN veće u odnosu na mernu tačku 1. To znači da je pređa od merne tačke 1 do merne tačke 2, izložena dodatnim naprežanjima čija veličina iznosi 11.60 cN. Izrazito povećanje vrednosti sile zatezanja pređe u mernoj tački 2 je rezultat veće dužine pređe u toj zoni (merna tačka 1 - merna tačka 2, razlika 658 mm), povećanja ukupne sile trenja usled većeg broja kontakta sa elementima za vođenje i usmeravanje).

Vrednosti sila zatezanja pređe kao i oscilatornost dijagrama zatezanja pređe u mernoj tački 2 je takođe u funkciji broja obrtaja cilindra. Sa povećanjem broja obrtaja cilindra veća je radna brzina mašine a samim tim povećava se i brzina dodavanja pređe.

3.3. Uporedna analiza sila zatezanja pređe u mernim tačkama 1 i 2 pri $n_1 = 10 \text{ (min}^{-1}\text{)}$

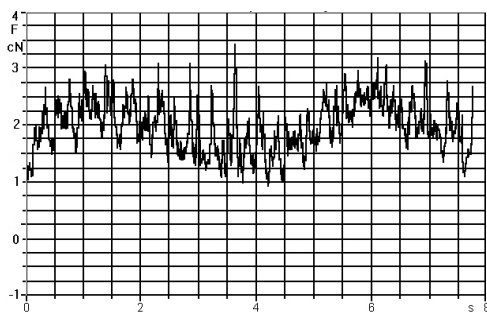
Na slici 6 prikazana je uporedna analiza sila zatezanja pređe pomoću karakterističnih pikova u mernim tačkama 1 i 2 pri konstantnom broju obrtaja cilindra $n_1 = 10 \text{ min}^{-1}$. Sile zatezanja pređe u mernoj tački 1 se kreću u intervalu od 0.2 cN do 4.4 cN, a u mernoj tački 2 od 2.5 cN do 16.0 cN. Raspon intervala sila zatezanja pređe u mernoj tački 1 iznosi 4.2 cN, a u mernoj tački 2, 13.5 cN. Na bazi ovih vrednosti možemo zaključiti da su maksimalne sile zatezanja pređe u mernoj tački 2 za 11.6 cN veće od maksimalnih sila zatezanja pređe u mernoj tački 1. To znači da dijagram sile zatezanja pređe u mernoj tački 1, ima daleko ujednačenije vrednosti, odnosno manju oscilatornost od dijagrama sila zatezanja pređe u mernoj tački 2.



Slika 6. Raspored pikova sila zatezanja pređe u mernim tačkama 1 i 2 pri $n_1 = 10 \text{ (min}^{-1}\text{)}$

3.4. Analiza sile zatezanja pređe u mernoj tački 3

Merenje sile zatezanja pređe u mernoj tački 3, vršeno je u zoni između dodavača pređe i vodiča pređe. Na slici 7 prikazan je dijagram sile zatezanja pređe u funkciji vremena pri $n_1 = 10 \text{ min}^{-1}$.



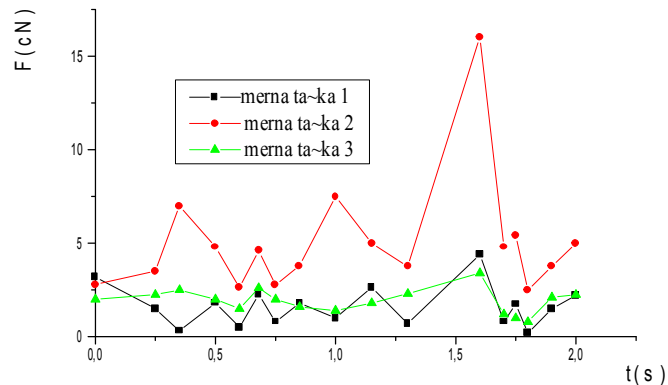
Slika 7. Dijagram sile zatezanja pređe u mernoj tački 3 pri $n_1 = 10$ (min^{-1})

Pređa od merne tačke 2 do merne tačke 3 prolazi kroz dodatne elemente za vođenje i usmeravanje kao i kroz uređaje za zatezanje i dodavanje pređe. U tačkama kontakata, u zavisnosti od pozicije i funkcije radnih elemenata, pređa menja pravac kretanja. Svakim skretanjem pređe, menjaju se vrednosti obuhvatnih uglova, odnosno sile trenja u dodirnim tačkama. To znači da će usled povećanja dužine puta koji pređa pređe od merne tačke 2 do merne tačke 3, kao i povećanja broja kontakata sa radnim elementima, shodno zakonu o trenju traka, doći do multiplikativnog povećanja sile zatezanja pređe u mernoj tački 3. Vrednosti sile zatezanja pređe na ulazu u pletaći sistem (merna tačka 3) kao i veličina njihovih oscilacija predstavljaju bitan tehnološki parametar koji pored dubine kuliranja ima uticaja na promenu dužine pređe u petlji sa aspekta njene veličine i geometrije. Takođe sile zatezanja pređe na ulazu u pletaći sistem je u direknoj funkciji sile zatezanja pređe u fazi kuliranja.

Primer za proces zatezanja pređe dat je na slici 7 i na bazi njega možemo zaključiti da su vrednosti sile zatezanja pređe kao i veličina njihovih oscilacija u mernoj tački 3 manje u odnosu na mernu tačku 2. Vrednosti sile zatezanja pređe kod posmatranih ciklusa stvaranja petlji kreću se u intervalu od 0.80 do 3.40 cN. Upoređujući vrednosti sile zatezanja pređe u mernim tačkama 2 i 3 pri konstantnom broju obrtaja cilindra $n_1 = 10 \text{ min}^{-1}$ možemo zaključiti da su sile zatezanja pređe u mernoj tački 3 manje u odnosu na mernu tačku 2 za 10.90 cN. Dijagram sile zatezanja pređe u mernoj tački 3 ima daleko veću ujednačenost odnosno manje oscilacije u odnosu na mernu tačku 2. Izraženo na bazi raspona intervala kod merne tačke 2 to iznosi 13.5 cN a u mernoj tački 3 ima vrednost 2.60 cN. Razlog ovome treba tražiti u funkciji aditivnog zatezača kao i uređaja za pozitivno dodavanje pređe sa akumulacijom. Pređa na izlazu iz aditivnog zatezača se vodi do uređaja za pozitivno dodavanje pređe tipa IRO MPF 20 G1, čija je funkcija da pređi obezbedi što manje oscilacije na ulazu u pletaći sistem.

Međutim rezultati merenja pokazuju, da su oscilacije zatezanja pređe, reda veličina 1 - 3 cN još uvek prisutne i kod savremenih sistema za dodavanje pređe. Razlog njihove pojave treba tražiti u velikim oscilacijama zatezanja pređe na ulazu u sistem zatezača pređe - dodavača pređe, što je posledica velike dužine pređe od kalema do merne tačke 2 ($l = 1742 \text{ mm}$) kao i većeg broja elemenata za vođenje i usmeravanje, što dodatno povećava rezultantnu silu trenja. Pored ovoga na veličinu postojećih oscilacija utiču i drugi parametri:

- fizičko - mehaničke osobine pređe
- oscilacije u isporučenoj dužini pređe od strane dodavača
- čuvar pređe
- uticaj frekvencije igala
- uticaj sila povlačenja pletiva

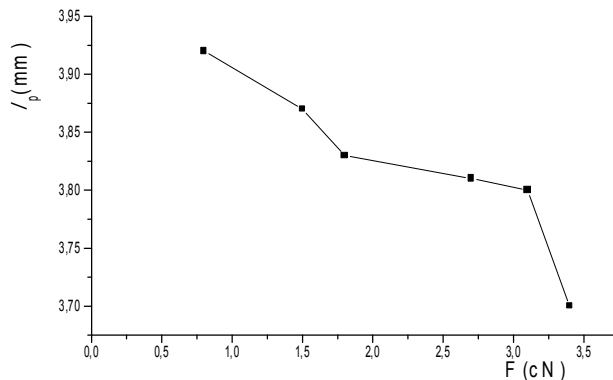


Slika 8. Raspored pikova sile zatezanja pređe u mernim tačkama 1, 2 i 3

Analizom vrednosti sile zatezanja pređe kao i veličinom njihovih oscilacija u zavisnosti od broja obrtaja cilindra i pozicije mernih mesta (uticaja pojedinačnih radnih elemenata) pri konstantnoj dubini kuliranja $h_{k_1} = 0.96mm$, slika 8, možemo zaključiti:

- maksimalne vrednosti sile zatezanja pređe kao i maksimalne oscilacije u intervalu od $2.5 \div 16$ cN javljaju se u mernoj tački 2 - ispred dodavača pređe
- u mernoj tački 3 - u zoni između dodavača pređe i vodiča pređe, oscilatornost sila zatezanja pređe je najmanja i iznosi $2 \div 3$ cN,
- sile zatezanja pređe u mernoj tački 1 imaju manje vrednosti u odnosu na mernu tačku 2.

Na slici 9 prikazana je promena dužine pređe u petlji u zavisnosti od zatezanja pređe na ulazu u pletaći sistem. Analizom dijagrama možemo videti da se dužina pređe u petlji smanjuje sa povećanjem sila zatezanja pređe na ulazu u pletaći sistem pri konstantnoj dubini kuliranja $h_{k_1} = 0.96mm$.



Slika 9. Dužina petlje u funkciji sile zatezanja pređe na ulazu u pletaći sistem

4. Zaključak

Rezultati istraživanja, koji su dati u ovom radu, pokazuju da zatezanje pređe kod kružno pletaćih mašina ima različitu strukturu na koju utiču brzina mašine kao i radni organi koji su u neposrednom kontaktu sa predom.

Merenjem sile zatezanja pređe u različitim mernim tačkama, detaljno je ispitan uticaj radnih elemenata na promenu strukture povlačne sile u pređi. Dobijeni rezultati pokazuju da se maksimalne vrednosti sile zatezanja pređe kao i maksimalne oscilacije javljaju u mernoj tački 2 - ispred dodavača pređe, i da su rezultat sile koje se javljaju usled odmotavanja pređe sa kalema kao i sile trenja koje nastaju u tačkama dodira pređe na putu do merne tačke 2. Oscilacije zatezanja pređe u vrhu balona su posledica promenljivih tehničko - tehnoloških karakteristika kalema.

Oscilacije zatezanja pređe reda veličina $1 \div 3$ cN su najmanje u zoni dodavač - vodič pređe, ali još uvek prisutne i nastaju kao posledica: oscilacija sile zatezanja pređe ispred zatezača pređe, velike dužine pređe od kalema do zatezača, neravnomernosti pređe po podužnoj masi, frekvencije oscilovanja igala, oscilacija u isporučenoj količini pređe od strane dodavača kao i sile povlačenja pletiva. Pri konstantnoj dubini kuliranja usled prisutnih oscilacija dolazi do promene dužine pređe u petlji, što se manifestuje na ravnomernost strukture pletiva. Dobijeni rezultati kao i dalja istraživanja na ovom polju mogu doprineti poboljšanju sistema dovođenja pređe pletaćim iglama.

Litertura:

- [1] Đorđević M, Gligorijević V.: Dinamika zatezanja pređe kod kružno pletaćih mašina, Tekstilna industrija 4 - 6 (2004.) 17 - 21
- [2] T. Pusch, I. Wunsch, R. Seifert, P. Offermann.: Feinstruktur der Fadenspannung beim Fadeneinlauf an Grobrundstrickmaschinen, Melliand Textilberichte 1 - 2 (1997.) 52 - 55

[3] T. Pusch, I. Wunsch, P. Offermann.: Dynamics of yarn tension on knitting machines, AUTEX Research Journal 2 (2000.) 1, 54 - 63

Summary

DYNAMICS OF YARN TENSION IN THE KNITTING PROCESS

Scientific paper

M. Đorđević¹, V. Gligorijević²

¹Textile College of Applied Studies, Leskovac, Serbia

²Faculty of Technology, Leskovac, Serbia

In this work, the dynamics of yarn behavior in the compensation and knitting zones was investigated with the aim of obtaining the time function of yarn tensioning in order to determine the minimum and maximum values of yarn tension within a single loop creation process as a condition for suitable choice and prediction of yarn and machine parameters necessary to obtain good quality knitwear. The investigation results showed that the yarn tension in the loop creation process had an oscillatory character, function of cylinder rotation rate, wefting depth, and yarn stretching force, as well as friction of the yarn through the guiding, adding and directional devices.