

DINAMIKA ZATEZANJA PREĐE U PROCESU KULIRANJA**Vojislav Gligorijević, Jovan Stepanović, Nenad Ćirković**

Tehnološki fakultet, Leskovac, Srbija

Na osnovu analize uzajamnog delovanja osnovnih pređa sa pletaćim i drugim radnim organima rašel mašine RE- 4 nađena je zavisnost među silama u pletaćoj zoni u procesu kuliranja pređe i u zoni kompenzacije od osnovinog vratila do usmeravajućeg uređaja osnovine pređe, usmeravajućeg uređaja i zateznog mehanizma i zateznog mehanizma i polagača osnovinih pređa uz pomoć senzora konstruisanim za ovu svrhu istraživanja. Sa dinamičke tačke gledišta nađena je zavisnost sila zatezanja pređe u procesu kuliranja po Surkovu I i II, Efremovu, Garbaruku i Ojleru na osnovu eksperimentalno dobijenih vrednosti prosečnih sila u ciklusu stvaranja petlji, krutosti pređe, koeficijenta trenja, brzine klizanja pređe, ubrzanja slobodnog padanja i obuhvatnog ugla. Sa povećanjem radne brzine mašine u procesu kuliranja se srazmerno povećavaju i maksimalne sile po navedenim autorima. Na osnovu eksperimentalno dobijenih vrednosti maksimalnih sila nađena je korelacija sa maksimalnim silama određenim teoretskim putem po navedenim izrazima autora. Porastom otpornosti pređe pri odmotavanju maksimalno zatezanje pređe se povećava, ali se pri tome povećava i razbacano zatezanje što sa svoje strane izaziva smanjeno srednje zatezanje pređe. Ovakav način ponašanja zatezanja pređe nas navodi na zaključak da su maksimalne sile zatezanja u procesu kuliranja i stvaranju polupetlji.

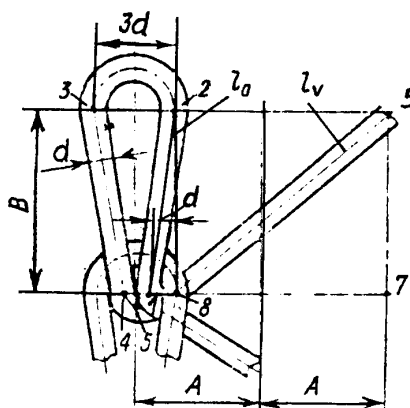
1. Dužina pređe u petlji osnovopletenih prepletaja

Dužinu pređe u petlji osnovopletenih prepletaja (sl.1) izračunavamo jednačinom **[1, 4]**,

$$l = l_o + l_v = 2,25\pi d + 2\sqrt{B^2 + d^2} + \sqrt{B^2 + (qA + \lambda)^2}, \quad (1.1)$$

gde je

- A- korak petlji (mm),
- B- visina reda petlji (mm),
- d- prečnik pređe (mm),
- λ - popravka, koja zavisi od strukture prepletaja,
- l_o - dužina pređe u osnovi petlje (mm),
- l_v - dužina pređe u veznom delu petlje (mm).



Sl.1.1. Osnovopletena petlja

U procesu polaganja pređe na iglama (sl. 2) višak pređe [1, 4] biće prenesen u novo stvorenu petlju, a njena dužina posle kuliranja iznosiće

$$l = l_{o.v.} + l_{p.p.}, \quad (1.2)$$

gde je

$l_{o.v.}$ - dužina pređe odmotana sa osnovinog vratila,

$l_{p.p.}$ - dužina pređe prenesena iz prethodno stvorene petlje.

U procesu pletenja u fazi prenošenja polupetlje preko glave igle dolazi do zatezanja polupetlje, odnosno do njenog smanjenja, pri čemu zatezanje T_0 biće na izlaznom delu pređe.

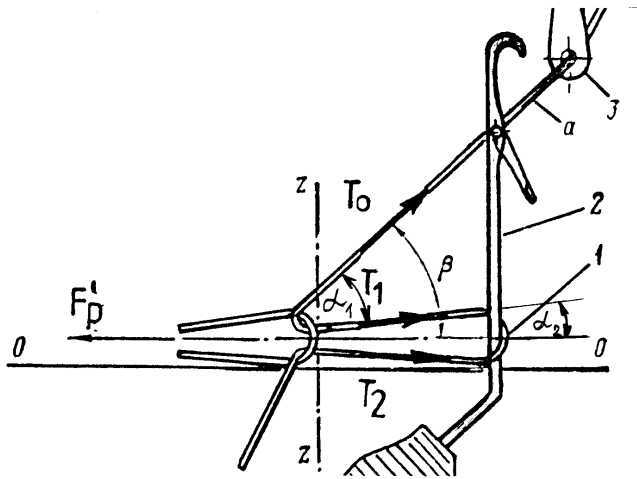
Primenom Ojlerove formule za ispoljeno zatezanje T_1 i T_2 u elementima razmatrane polupetlje dobićemo

$$T_1 = T_0 \exp(-\mu_1 \alpha_1), \quad T_2 = \exp(-\mu_2 \alpha_2), \quad (1.3)$$

gde je

μ_1, μ_2 – koeficijenti trenja pređe o pređi i pređe sa iglama,

α_1, α_2 – obuhvatni uglovi polupetlje sa veznim delom pređe (a) i iglom 1.



Sl.1. 2. Ravnotežni položaj osnovpletene polupetlje sa iglom

Silu povlačenja F_p' , koja deluje na samoj igli odvojeno od polupetlje ℓ , poprima i sama polupetlja sa ogrankom "a" koji prolazi kroz rupičastu iglu 3. Povećano zatezanje biće sve dotle dok sila povlačenja F_p' ne bude manja od zatezanja u polupetlji i ogranku pređe,

$$F_p' < T_0 \cos \beta + T_1 + T_2, \quad (1.4)$$

gde je

β – prostorni nagibni ugao ogranka "a" pređe u pravcu delovanja sile F_p' .

Zamenom (1.3) u (1.4) imaćemo

$$F_p' < T_0 [\cos \beta + \exp(-\mu_1 \alpha_1)(1 + \exp(-\mu_2 \alpha_2))], \quad (1.5)$$

Povećano zatezanje delovaće sve dotle dok se povlačna sila neuravnoteži zatezanjem i pri tome je

$$F_p' = T_0 [\cos \beta + \exp(-\mu_1 \alpha_1)(1 + \exp(-\mu_2 \alpha_2))]. \quad (1.6)$$

Kada se ispuni uslov (1.6) menja se i zatezanje u pojedinim elementima polupetlje. Na silu simetrije delovaće zatezanje koje se dobija pri $T_1 = T_2$.

1.1. Delovanje sile u petlji pri povlačenju pletiva

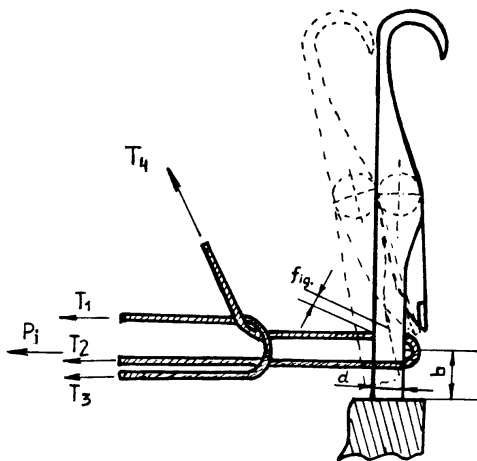
Presecanjem petlje u ravni [1] paralelno osi povlačnog valjka (Sl.1.3) koji povlači pletivo u petlji se pojavljuju tri ogranka pređe u kojima se pojavljuju sile zatezanja T_1 , T_2 i T_3 .

Kako se u momentu povlačenja sile nalaze u ravnoteži, možemo zapisati da je

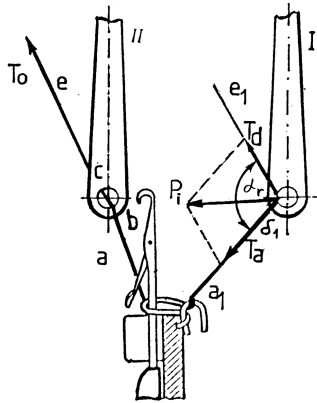
$$T_1 = T_3 = T, \text{ i } T_1 + T_3 = T_2 = 2T,$$

Sila povlačenja petlji P_i jednaka je

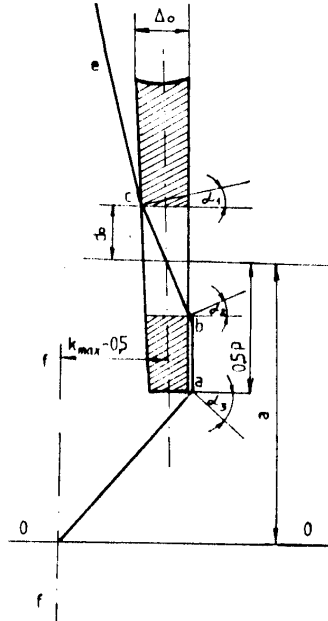
$$P_i = T_1 + T_2 + T_3 = 4T. \quad (1.7)$$



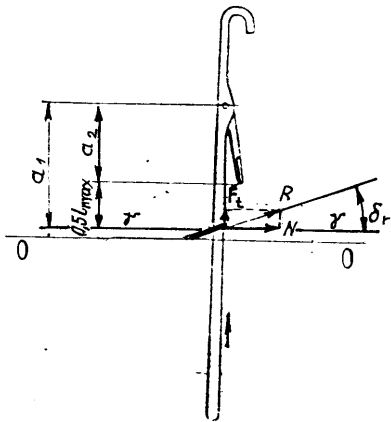
Sl.1.3. Delovanje sile u petlji



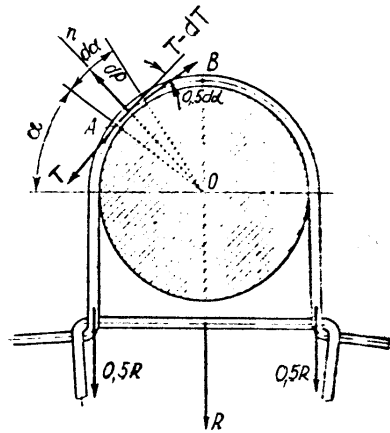
Sl.1.4. Šema sila koje deluju na iglu u fazi kuliranja



Sl.1.5. Presek polagača u ravni



Sl.1.6. Faza zatvaranja jezičaste igle



Sl.1.7. Poprečni presek igle u ravni

1.2. Zavisnost između dubine kuliranja i dužine pređe u petlji

Da bi se našao tačan izraz za izračunavanje dubine kuliranja h_k [1] moramo uzeti u obzir debljinu kukice igle d_i , platine p i pređe d , kao i zaobljenja ivice - grane platina i kukice igle radijusima r_1 i r_2 . Dubina kuliranja se može izračunati jednačinom

$$h_k = 0,5(\ell - p + 2r_1)\sin\alpha - (r_1 + r_2 + d)X(\alpha \sin\alpha + \cos\alpha - 1) - d, \quad (1.8)$$

odakle je dužina pređe u petlji

$$\ell = 2 \left[(0,5p - r_1) + \frac{(h_k + d)(r_1 + r_2 + d)X(\alpha \sin\alpha + \cos\alpha - 1) - d}{\sin\alpha} \right], \quad (1.9)$$

Ugao α možemo naći po izrazu

$$\alpha = \varphi_1 + \varphi_2.$$

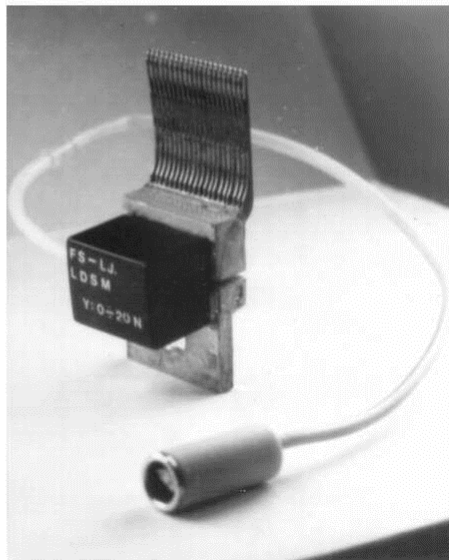
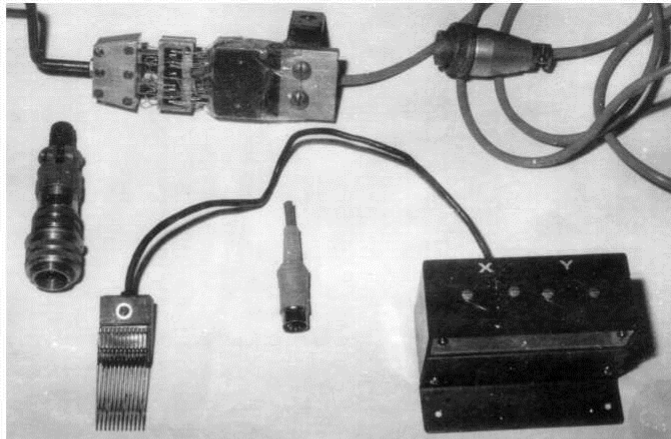
Uglovi φ_1 i φ_2 iznosiće

$$\operatorname{tg} \varphi_1 = \frac{h_k - r_1 - r_2}{0,5(P - p + 2r_1)}, \quad (1.10)$$

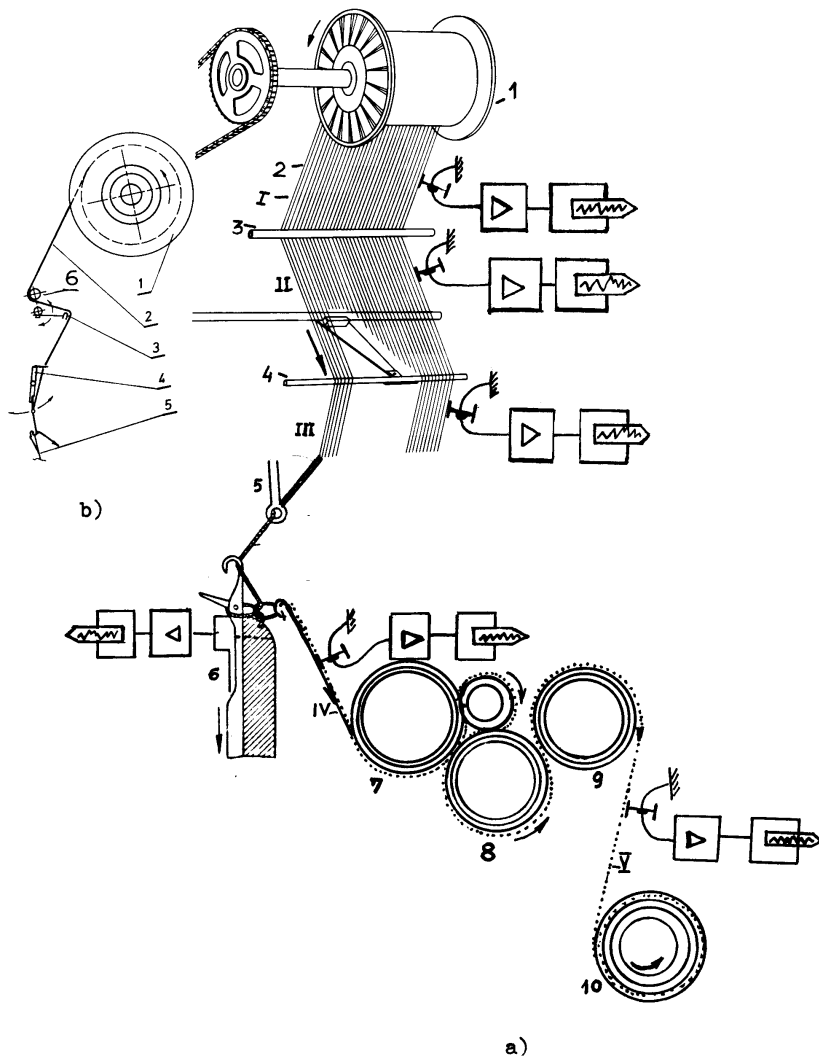
gde je

$$\sin \varphi_2 = \frac{r_1 + r_2 + d}{\sqrt{0,25(P - p + 2r_1)^2 + (h_k - r_1 - r_2)^2}}. \quad (1.11)$$

Na slici 1.8. dati su senzori sa mernom pratećom opremom.



sl.1.8. Senzori sa mernom pratečom opremom



Sl.1.9. Šema mašine sa mernim mestima

1.3. Izračunavanje dubine kuliranja i obuhvatnog ugla

$$\alpha^3 - \frac{3(l-p+2r_1)\alpha^2}{4(r_1+r_2+d)} + \frac{3(l-p)}{2(r_1+r_2+d)} = 0 \quad (1.12)$$

Ako se uzme da je

$$K = \frac{3(l-p+2r_1)}{4(r_1+r_2+d)} \quad m^2 = \frac{3(l-p)}{2(r_1+r_2+d)}$$

dobija se

$$\alpha + \frac{m^2}{\alpha^2} = K$$

Tabela 1.1. Dubina kuliranja pređe

Gustine	Obuhvatni ugao α [rad]	Dužina petlji ℓ [mm]	Dubina kuliranja h_k [mm]
I	1,525	5.244	1,963
II	1,515	5.224	1.9528
III	1,490	5.152	1.9140
IV	1,440	4.898	1.7807

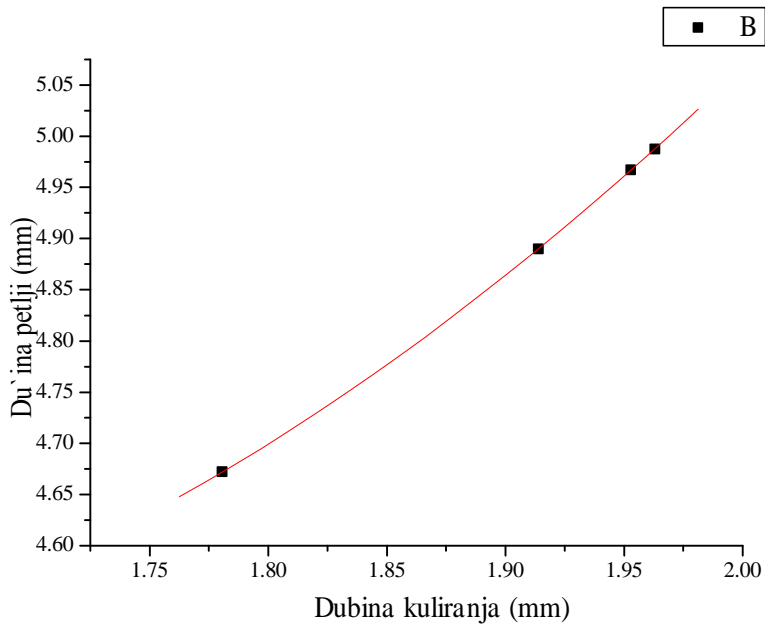
Sada na osnovu poznate dubine kuliranja može se izračunati dužina pređe u petlji za sve četiri gustine po izrazu ali uz uslov da se odrede i vrednosti obuhvatnih uglova . Za gustinu I i dubinu kuliranja 1,963 mm dobija se

$$\operatorname{tg} \varphi_1 = \frac{1,963 - 0,4318}{0,5(1,27 - 0,254)} = 3,014 \quad \varphi_1 = \operatorname{arctg} 3,014 = 1,25 \text{ rad.}$$

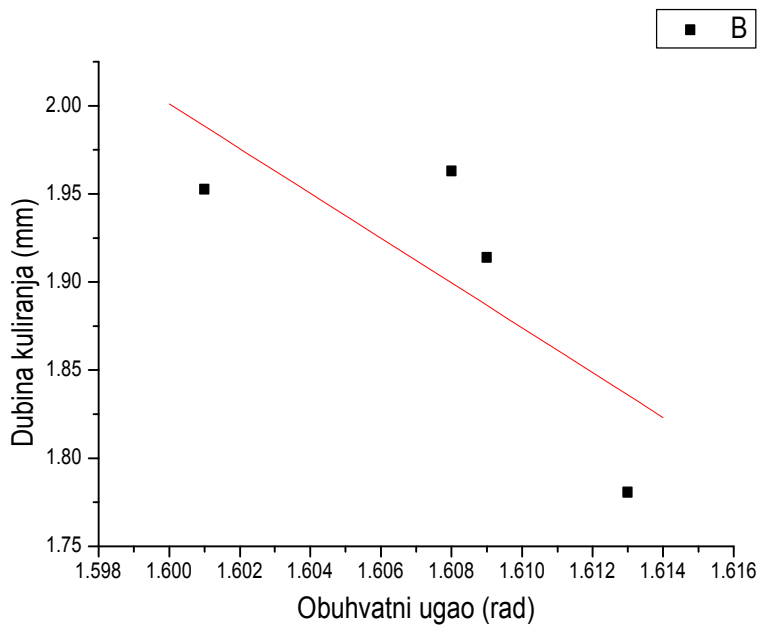
$$\sin \varphi_2 = \frac{0,56646}{\sqrt{0,25806 + 2,3445}} = 0,351, \quad \varphi_2 = \operatorname{arcsin} 0,351 = 0,358 \text{ rad.}$$

Tabela 1.2. Obuhvatni ugao

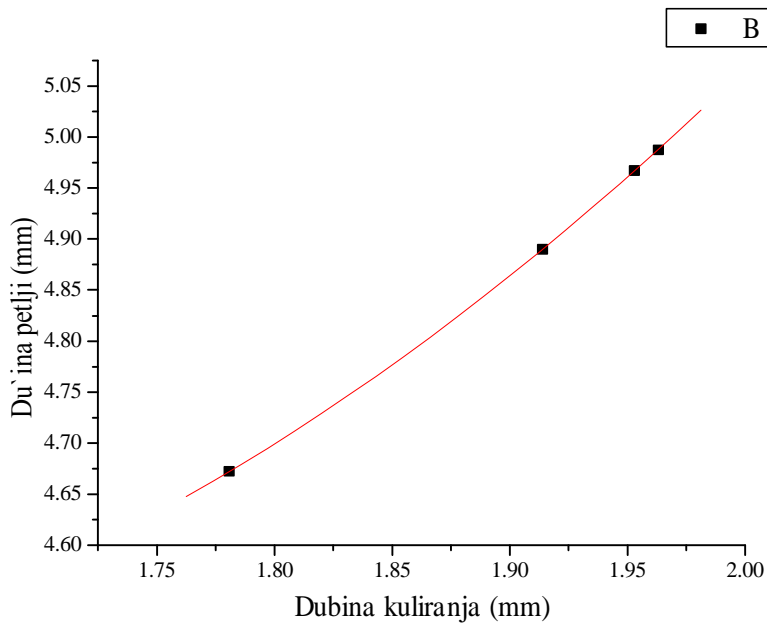
Gustine	Obuhvatni ugao α [rad]	Dužina petlji ℓ [mm]	Dubina kuliranja h_k [mm]
I	1.608	4.9875	1.9630
II	1.601	4.9670	1.9528
III	1.609	4.8900	1.9140
IV	1.613	4.6720	1.7807



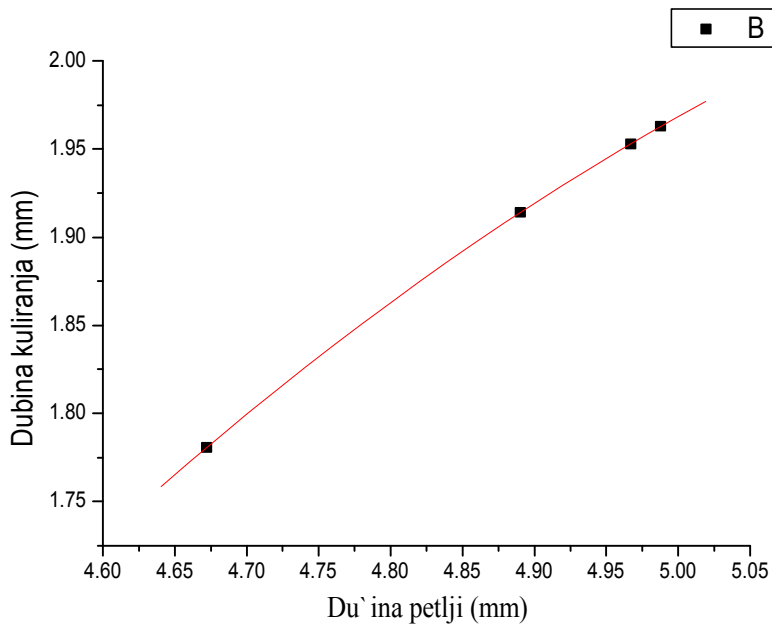
Sl.1.10. Teoretska zavisnost dužine petlji od dubine kuliranja



Sl.1.11. Teoretska zavisnost obuhvatnog ugla od dubine kuliranja



Sl.1.12. Teoretska zavisnost dužine petlji od dubine kuliranja



Sl.1.13. Teoretska zavisnost du`ine petlji od dubine kuliranja

1.4. Sile zatezanja pređe u fazi kuliranja polupetlji

Za izračunavanje sile zatezanja pređe u fazi kuliranja Surkov predlaže formulu

$$T_2 = T_1 \exp \left[\frac{\mu \alpha R}{R + r(1 + \mu^2)} \right] + \frac{B}{2(R + r)^2} \left\{ \exp \left[\frac{\mu \alpha R}{R + r(1 + \mu^2)} \right] - 1 \right\}, \quad (1.13)$$

gde je

T_1 -ulazna sila,

R, r -odgovarajući radijusi obuhvaćeni predama po konturi i preseku pređe,

μ -koeficijent trenja,

α -obuhvatni ugao,

$B = EI$ (gde je E - modul uzdužne elastičnosti pređe, I -moment inercije pređe)- krutost pređe.

Za izračunavanje sile zatezanja pređe u fazi kuliranja sa uzimanjem u obzir samo krutosti pređe, Surkov predlaže formulu

$$T_2 = T_1 \exp \mu \alpha + \frac{B}{2(R + r)^2} (\exp \mu \alpha - 1), \quad (1.14.)$$

$$T_2 = T_1 \exp \left(\frac{R}{R + r} \mu \alpha \right), \quad (1.15)$$

V.N.Garbaruk uzima u obzir centrifugalnu silu inercije pređe i predlaže formulu

$$T_2 = T_1 \exp \mu \alpha - \frac{v_p^2 T_1}{10^3 g} (\exp \mu \alpha - 1), \quad (1.16)$$

gde je

v_p -brzina klizanja pređe u cm sec^{-1} ,

g -ubrzanje slobodnog padanja u cm sec^{-2} ,

T_1 -Podužna masa pređe u tex.

Po Ojleru zatezanje vođenog dela pređe izračunavamo po formuli

$$T_2 = T_1 \exp v 2 \alpha. \quad (1.17)$$

Tabela 1.3. Sile zatezanja pređe u fazi kuliranja

Dijagram	Brzina pletenja 8,5 min ⁻¹ Prosečna sila zatezanja T [cN]	Maksimalna sila sila zatezanja T [cN]	Brzina pletenja 580 min ⁻¹ prosečna sila zatezanja T [cN]	Maksimalna sila zatezanja T [cN]
D-16	3.53	-	-	-
D-17	2.41	-	-	-
D-18	2.14	-	-	-
D-19	-	8	5.30	15
D-20	-	7	4.94	13.5
D-21	-	4	4.25	8.25

Dijagram	Brzina pletenja 8.5 min ⁻¹		Brzina pletenja 580 min ⁻¹	
	Prosečna sila T [cN]	Maksimalna sila T [cN]	Prosečna sila T [cN]	Maksimalna sila T [cN]
	D-22	3.807	6.5	-
D-23	3.73	10	-	-
D-24	3,057	6	-	-
D-25	-	-	10,1	21,5
D-26	-	-	7,98	23,25
D-27	-	-	11	12,25

Tabela 1.4. Sile zatezanja pređe u fazi kuliranja

Dijagram	Brzina pletenja 8.5 min ⁻¹		Brzina pletenja 580 min ⁻¹	
	Prosečna sila T [cN]	Maksimalna sila T [cN]	Prosečna sila T [cN]	Maksimalna sila T [cN]
D-28	3.89	10	-	-
D-29	5,67	8,5	-	-
D-30	5,27	7	-	-
D-31	-	-	11,89	23,5
D-32	-	-	8,30	21
D-33	-	-	6,53	13,5

Tabela.1.5. Sile zatezanja osnovinih pređa u fazi kuliranja

Sile zatezanja na ulazu T ₁ [cN]	Sile zatezanja na izlazu po Surkovu-I, T ₂ [cN]	Sile zatezanja na izlazu po Surkovu-II, T ₂ [cN]	Sile zatezanja na izlazu po Efremovu T ₂ [cN]	Sile zatezanja na izlazu po Garbaruku T ₂ [cN]	Sile zatezanja na izlazu po Ojleru T ₂ [cN]
1	2	3	4	5	6
6.00	13.646	15.170	8.304	8.732	12.719
7.00	15.026	16.626	9.688	10.188	14.839
4.00	10.885	12.258	5.536	5.820	8.479
3.28	9.891	11.209	4.539	4.772	6.953
2.47	8.733	10.030	3.418	3.592	5.236
1.89	7.973	9.185	2.615	2.748	4.006
7.06	15.109	16.730	9.771	10.256	14.967
5.81	13.383	14.893	8.041	8.436	12.317
4.81	12.003	13.437	6.657	6.980	10.197
16.50	28.138	30.458	22.837	24.001	34.979
15.75	27.103	29.366	21.799	22.909	33.389
12.50	22.617	24.637	17.300	18.177	26.479
8.00	17.118	18.959	11.333	11.961	17.897
7.00	15.706	17.464	9.916	10.465	15.659
4.00	11.468	12.976	5.666	5.978	8.948
3.53	10.805	12.273	5.000	5.275	7.897
2.41	9.223	10.598	3.414	3.600	5.391
2.14	8.841	10.194	3.031	3.196	4.787
15.00	27.260	29.748	21.367	22.553	33.986
13.50	25.130	27.490	19.230	20.295	30.588
5.30	13.486	15.142	7.549	7.952	12.008
4.94	12.974	14.605	7.036	7.410	11.193
8.25	17.675	19.587	11.751	12.393	18.692
4.25	11.995	13.566	6.054	6.372	9.629
10.10	20.074	22.085	14.289	15.059	22.526
11.00	21.343	23.429	15.562	16.403	24.534
7.98	17.083	18.919	11.290	11.893	17.798
21.50	36.155	39.110	30.418	32.084	47.952
23.25	38.623	41.724	32.893	34.697	51.856
12.25	23.106	25.296	17.331	18.270	27.321
3.81	10.107	11.279	4.908	5.103	6.843
3.73	10.107	11.279	4.908	5.103	6.843
3.06	9.143	10.274	3.942	4.098	5.496
6.50	13.569	14.884	8.374	8.708	11.675
10.00	18.073	19.575	12.883	13.399	17.962
6.00	12.925	14.214	7.730	8.038	10.777
10.00	11.978	12.295	10.498	10.577	11.189
8.50	10.403	10.709	8.923	8.991	9.511
7.50	9.353	9.651	7.873	7.933	8.392

Sile zatezanja na ulazu T ₁ [cN]	Sile zatezanja na izlazu po Surkovu-I, T ₂ [cN]	Sile zatezanja na izlazu po Surkovu-II, T ₂ [cN]	Sile zatezanja na izlazu po Efreмовu T ₂ [cN]	Sile zatezanja na izlazu po Garbaruku T ₂ [cN]	Sile zatezanja na izlazu po Ojleru T ₂ [cN]
1	2	3	4	5	6
3.89	5.563	5.832	4.083	4.144	4.352
5.67	7.432	7.601	5.952	5.997	6.344
5.27	7.012	7.292	5.532	5.574	5.897
23.50	38.685	41.733	33.071	34.856	51.773
21.00	35.177	38.022	29.553	31.146	46.265
13.50	24.652	26.890	18.998	20.013	29.742
11.89	22.392	24.500	16.732	17.624	26.195
8.30	17.354	19.172	11.680	12.295	18.285
6.53	14.870	16.544	9.189	9.668	14.386

Tabela 1.6. Redukovani koeficijent i ugao trenja u fazi kuliranja

Obuhvatni ugao α [rad]	Koeficijent trenja μ	Redukovani koeficijent trenja μ_r	Redukovani ugao trenja δ_r	Sile normalnog pritiska u polupetlji N [cN]	Rezultanta sile R [cN]	Sile na krajevima polupetlje u tački A [cN]	Sile na krajevima polupetlje u tački B [cN]
0.6981	0.2540	0.3289	0.3178	7.376	7.765	3.251	2.605
0.6981	0.2540	0.3289	0.3178	7.494	7.890	3.303	2.647
0.6981	0.2540	0.3289	0.3178	7.623	8.025	3.360	2.692
0.6981	0.2540	0.3289	0.3178	7.784	8.195	3.431	2.749

Reference

1. Garbaruk V.N., Proektirovanie trikotažnih mašin. Leningrad, 1980, 122s,
2. Gligorijević R.V., vpliv dinamike in trenja niti v kompenzacijski in pletilni coni na strukturo pletiva, disertacija VTO tekstilna tehnologija, Ljubljana, 1990,
3. Vera Havas, V. A. Petrova, Influence of the yarn structure on the processing behaviour and the properties, Melliand Textilberichte, 4/1980, 326s.z

Summary

THE DYNAMIC OF STRETCHING OF THE YARN IN THE PROCESS OF COOLING

Scientific paper

V. Gligorijevic¹, J. Stepanovic¹, N. Cirkovic¹

¹Faculty of Technology, Leskovac, Serbia

According to the analysis of the reciprocal affection of the basic yarns with knitting and other working organs of the Rashel machine RE-4, the dependance among the powers in knitting zone in the process of cooling of the yarn and the process of the compensation from the basic beam to the directing machine of the yarn axis, the directing machine and the stretching mechanism and stretching mechanism and the depositor of the basic yarns, was found by help of the sensor constructed for this purpose of investigation. From the dynamic point of view the dependance of the powers of the stretching of the yarn in the process of cooling by Surkov I and II, Efrem, Garbaruk and Oiler was found according to the experimentally obtained values of the average powers in the cycle of the formation of the loops, the stiff of the yarn, the coefficient of the friction, the speed of the gliding of the yarn, the acceleration of the free fall and the comperhensive angle. With the increasing of the work speed, the machines in the process of cooling proportionally increase and the maximal powers according to the authors above. According to the experimentally obtained values of the maximal powers, the correlation with maximal powers was found, determined by theoretical way according to the expressions of the author.