

Analiza pojave uočljivih mjesta na taftiranom tepihu uzrokovanih zastojem stroja

Prof.dr.sc. **Xu Yang**, dipl.ing.
Sun Zhijun, dipl.ing. predavač
Prof.dr.sc. **Meng Zhuo**, dipl.ing.
Prof.dr.sc. **Sun Yize**, dipl.ing.
Sheng Xiaowei, dipl.ing. predavač
Donghua University, School of Mechanical Engineering
Songjiang District, Shanghai, China
e-mail: xuyang@dhu.edu.cn
Prispjelo 21.6.2012.

UDK 677.019:677.026.1:677.056.1

Stručni rad

Uočljiva mjesta zaustavljanja na taftiranom tepihu uslijed zastoja kod izrade važan je čimbenik koji utječe na kvalitetu tepiha. Uočljiva mjesta zaustavljanja na taftiranom tepihu usko su povezana s promjenom napetosti pređe tijekom neispravnog zaustavljanja rada stroja za taftiranje i svojstvima pređe. U ovom radu se razmatraju mogućnosti eliminiranja njihove pojave. Fokusirajući se na stroj za taftiranje, kratko su opisani njegovi dijelovi za taftiranje i temeljna načela izrade taftiranog tepiha. Konstruiran je model puta prolaza pređe u tipičnom procesu taftiranja koji integrira dijelove opskrbljivanja, odnosno dovođenja pređe, vodiče pređe i igle za taftiranje. Analizirana je promjena napetosti pređe ovisno o promjeni puta prolaza pređe. Viskoelastični model s četiri elementa upotrijebljen je za analizu veze između napetosti i deformacije polipropilenske pređe. Svojstva deformacije (puzanja) polipropilenske pređe pod određenom napetosti određena su eksperimentima. Na temelju promjena napetosti pređe u različitim radnim položajima igle za taftiranje predložena je prihvatljiva metoda eliminiranja pojave uočljivih mjesta kod koje se zaustavljanje i ponovno pokretanje stroja odvija u najvišem položaju igle za taftiranje. Rezultatima se dokazalo da je predložena metoda djelotvorna i izvediva.

Ključne riječi: deformacija pređe, uočljiva mjesta zaustavljanja, taftirani tepih, put pređe, napetost pređe

1. Uvod

Postoje tepisi dobiveni različitim tehnikama i od različitih vlakana; taftirani, tkani, iglani, uzlani od umjetnih (najčešće polipropilenskih i poliamidnih) i prirodnih valkana (vune, pamuka, svile, životinjskih dlaka i dr.) [1-2]. Taftirani tepisi odlikuju se bogatstvom boja i uzoraka, a na ukupnom tržištu tepiha zastupljeni su sa oko 80 % [3]. Industrijski proizvede-

ni taftirani tepisi, mogu se primijeniti i kao pokrivači poda i kao zidne obloge, pružaju ne samo komfor, nego i mnoge pogodnosti u pogledu izolacije, zvučne i toplinske. Trenutno, žakarski tepih s reljefnom površinom, smatra se najvrijednijim strojno taftiranim tepihom. Na sl.1 prikazan je žakarski tepih s reljefnim florom s pet različitih dužina niti flora, odnosno pet različitih visina petljica.

Pri procjenjivanju razine kvalitete taftiranog tepiha postoje mnogi strogi zahtjevi. Vidljive greške na taftiranom tepihu umanjuju njegov rang kvalitete ili čak može biti odbačen kao otpad. U procesu taftiranja, dolazi do zaustavljanja rada stroja zbog radnih procedura kao što je zamjena pređa i spajanje prekinutih pređa, te ponovnog pokretanja stroja. To nije poželjno jer tada dolazi povećanog



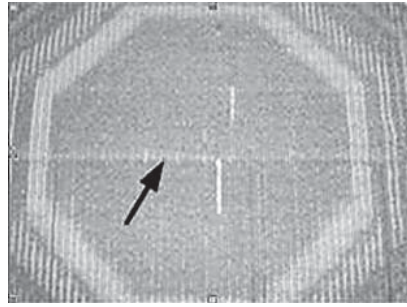
Sl.1 Žakarski taftirani tepih reljefne površine

opterećenja pređe i oblikovanja petljice nepravilnog oblika te se na tim mjestima na tepihu uočavaju nepravilnosti: niska petljica je izvučena, ili je izvučen cijeli red ili čak više redova petljica, što jako utječe na kvalitetu tepiha [4, 5]. Na sl.2 je prikazan tepih s takvim uočljivim mjestima nastalim zbog zaustavljanja i mirovanja stroja oko sedam sati. Iz sl.2 je vidljivo da je visina petljica flora niti pređe na mjestu zaustavljanja zamjetno drugačija u usporedbi s onom kad stroj za taftiranje radi kontinuirano. Zbog ovakvih uočljivih nepravilnosti, taftirani tepisi bit će lošije ocijenjeni ili odbačeni. Stoga je nužno pronalaženje uzroka pojave uočljivih mjesta zaustavljanja rada stroja na taftiranom tepihu i pronalaženje prihvatljivog pristupa njihove eliminacije.

2. Tipični sustav stroja za taftiranje

Tipični sustav stroja za taftiranje prikazan na sl.3 koji se uglavnom sastoji od sustava za dovođenje tkanine, podloge, igala za taftiranje, sustava za odvođenje taftiranog materijala, sustava za dovođenje pređe i upravljanje visinom petljica flora, žakara i sustava za oblikovanje očica.

Pređa za flor ima dug put prije prolaska kroz iglu za taftiranje. Započinje odmatanjem s križnog namotka i prolazi kroz cijevke stalka namotaka, okvir i prvi vodič pređe. Zatim, pređa za flor ulazi u sustav za ujednačeno dovođenje pređe, odnosno, sustav žakara. Nakon izlaska iz drugog vodiča pređe i razdjelnika pređe, pređa za flor ulazi u sustav žakara te na dovodne valjke.



Sl.2 Taftirani tepih s uočljivim mjestima zastoja rada stroja na tepihu

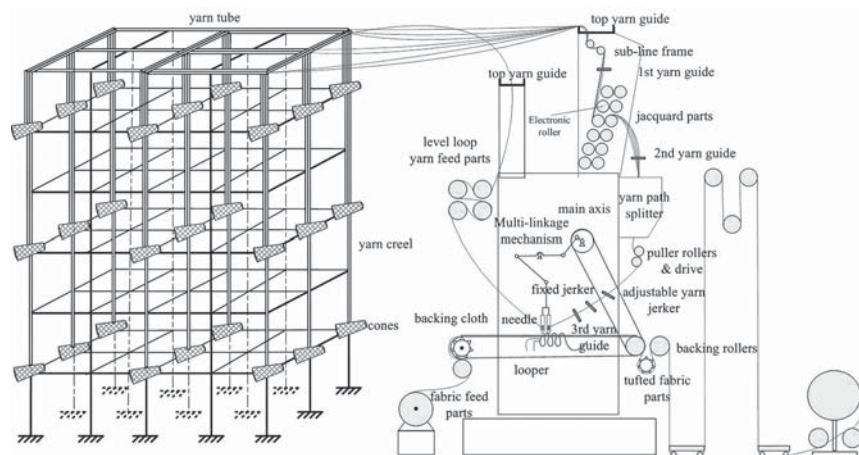
Nakon toga, pređa za flor se udjeva u iglu za taftiranje koja je provodi kroz složenu podlogu (temeljnu tkaninu na perforiranoj podlozi).

Temeljno načelo rada tipičnog sustava za izradu taftiranog tepiha prikazano je na sl.3. Glavna osovina pokreće silazno (prema dolje) tisuće igala za taftiranje koje ubadaju pređu u temeljnu tkaninu. Kada se igle za taftiranje nalaze u najnižem položaju sustavom za oblikovanje petljica pređa se zahvaća ispod tkane podloge, a sve se odvija precizno koordiniranim pokretanjem s iglama za taftiranje. Nakon taftiranja igle se glavnom osovinom pokreću prema gore, udaljujući se od podloge, pri čemu sustav za

oblikovanje petljica omogućuje zadržavanje oblika petljice na poledini tkane podloge. Kada se igle za taftiranje pomiču prema najvišem položaju, sustav za oblikovanje petljica otpušta oblikovanu petljicu prije nego se igle za taftiranje ponovno počnu pokretati prema dolje i pređe završe svoj povratni skok u isto vrijeme. Ovim je završen ciklus stvaranja petljica flora tepiha u procesu taftiranja koji se odvija za vrijeme jednog okretaja glavne osovine stroja. Igle za taftiranje nastavljaju s ponavljanjem ovih uzajamnih pokretanja gore-dolje. Različite visine petljica flora mogu se dobiti nadziranjem dovođenja pređe, a različiti uzorci na tepisima mogu se dobiti horizontalnim pokretanjem iglenjače. Žakarski efekt na taftiranom tepihu može se postići usklađenim horizontalnim i vertikalnim pokretanjem iglenjače [6].

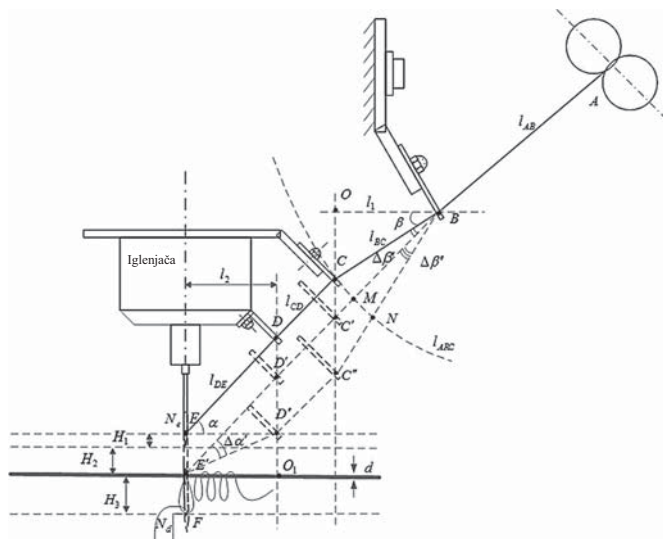
3. Analiza savijanja i napetosti pređe u procesu taftiranja

Tipičan proces taftiranja, s periodičnim promjenama udaljenosti između



Sl.3 Tipični sustav stroja za taftanje tepiha

(yarn tube - namoci pređe, yarn creel - stalak za namotke, level loop yarn feed parts - sustav za ujednačeno dovođenje pređe, backing cloth - podloga, fabric feed parts - dovodni dio, top yarn guide - glavni vodič pređe, electronic roller - elektronički valjak, sub-line frame - okvir, 1st yarn guide - 1. vodič pređe, jacquard parts - sustav žakara, 2nd yarn guide - 2. vodič pređe, main axis - glavna osovina, yarn path splitter - razdjelnik pređe, multi-linkage mechanism - više-polužni mehanizam, puller rollers & drive - valjci za povlačenje i pokretanje, fixed jerker - fiksirani zglobovi za ubadanje, adjustable yarn jerker - podesivi zglobovi za ubadanje, needle - igle, 3rd yarn guide - 3. vodič pređe, looper - sustav za oblikovanje petljice, tufted fabric part - odvodnik taftiranog materijala, backing rollers - odvodni valjci)



Sl.4 Shematski prikaz savijanja pređe tijekom procesa taftiranja

igle za taftiranje i podloge, savijanjem pređe pri prolazu pokazuje periodični karakter promjene. Na sl.4 prikazan je dijagram savijanja pređe na njenom putu tijekom procesa taftiranja. Gdje su: A - dovodni valjci, B - fiksirani vodič pređe, C i D - podesivi vodiči pređe, koji se s fiksnim nagibom pomiču s iglenjačom, N_d - sustav za oblikovanje petlji, N_e - igla za taftiranje, l_1 - udaljenost između fiksnog vodiča pređe B i podesivog vodiča pređe C , l_2 - udaljenost između podesivog vodiča pređe D i igle za taftiranje N_e , E' - najviši položaj igle za taftiranje, F - najniži položaj igle za taftiranje, E'' - dodirna točka s podlogom, C'' - položaj podesivog vodiča pređe C kad se igla za taftiranje pomiče silazno prema dodirnoj točki E' , D'' - položaj podesivog vodiča pređe D kad se igla za taftiranje pomiče silazno prema dodirnoj točki E' , C'' - položaj podesivog vodiča pređe C kad se igla za taftiranje pomiče silazno prema najnižem položaju, D'' - položaj podesivog vodiča pređe D kad se igla za taftiranje pomiče silazno prema najnižem položaju F , H_1 - udaljenost između rupe na igli za taftiranje i vrha igle, H_2 - udaljenost između vrha igle i podloge, H_3 - ukupna visina petljice kod pozadinskog ubačaja pređe, d - debljina podloge, α - kut između linije l_{DE} i horizontalne linije, β - kut između linije l_{BC} i horizontalne linije, α' - varijacija kuta α kad se igla za taftiranje

kreće silazno, $\Delta\beta'$ - varijacija kuta β kad se igla za taftiranje kreće silazno prema dodirnoj točki E' , $\Delta\beta''$ - varijacija kuta kad se igla za taftiranje kreće silazno prema najnižem položaju F , l_{ARC} - luk s B kao centrom i l_{BC} kao radijusom, M - sjecište l_{BC} i l_{ARC} kad se igla za taftiranje kreće silazno prema dodirnoj točki E' , N - sjecište l_{BC} i l_{ARC} kad se igla za taftiranje kreće silazno prema najnižem položaju F , O - sjecište $l_{CC''}$ i l_1 , O_1 - sjecište $l_{DD''}$ i podloge.

S obzirom na proces taftiranja, put pređe i napetost pređe mogu se analizirati kroz dva dijela: put i napetost pređe prije i nakon ubadanja igle za taftiranje u podlogu.

3.1. Put i napetost pređe prije ubadanja igle za taftiranje u podlogu

Kad je igla za taftiranje u najvišem položaju, duljina puta pređe definirana je kao L_1 . Kad se igla za taftiranje kreće silazno prema dodirnoj točki E' , duljina puta pređe definirana je kao L_2 , sl.4.

Izrazom (1) može se dobiti L_1 :

$$L_1 = l_{AB} + l_{BC} + l_{CD} + l_{DE} \quad (1)$$

Izrazom (2) može se dobiti L_2 :

$$L_2 = l_{AB} + l_{BC'} + l_{C'D'} + l_{D'E'} \quad (2)$$

Kad je $l_{CD} = l_{C'D'}$, $l_{C'D'} = l_{C''D''}$, $l_{DE} = l_{D'E'}$. Kad je put pređe se promijenio od L_1 na L_2 , promjena duljine pređe Δs_1 , može se dobiti izrazom (3):

$$\Delta s_1 = l_1 \left(\frac{1}{\cos(\beta + \Delta\beta')} - \frac{1}{\cos \beta} \right) = C'M \quad (3)$$

Analiziranjem jednadžbe (3), može se zaključiti da se promjenom puta pređe sa L_1 na L_2 , put pređe produljuje. S obzirom na stalno dovodenje pređe u jedinici vremena, pređa se isteže kad se put pređe promijeni sa L_1 na L_2 , pa je napetost pređe na putu L_2 veća nego ona na putu L_1 .

3.2. Put i napetost pređe nakon ubadanja podloge iglom za taftiranje

Kad igla za taftiranje ulazi u tkanu podlogu, duljina puta pređe definirana je kao L_3 koji se može izraziti (4):

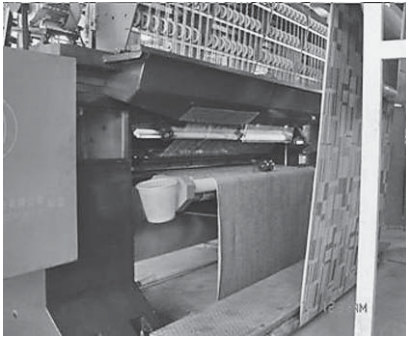
$$L_3 = l_{AB} + l_{BC''} + l_{C''D''} + l_{D''E''} + 2(H_3 + d) \quad (4)$$

Uspoređujući L_3 i L_1 , dobiva se promjena duljine pređe Δs_2 koja se može prikazati izrazom (5):

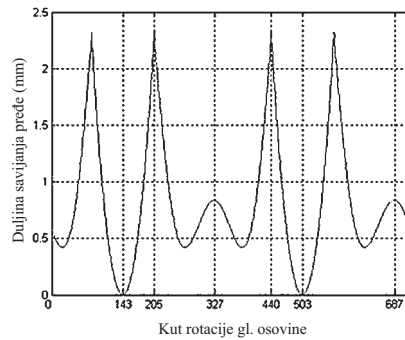
$$\Delta s_2 = l_1 \left(\frac{1}{\cos(\beta + \Delta\beta' + \Delta\beta'')} - \frac{1}{\cos \beta} \right) + l_2 \left(\frac{1}{\cos(\alpha - \Delta\alpha')} - \frac{1}{\cos \alpha} \right) + 2(H_3 + d) \quad (5)$$

Budući da visina petljice i pozadinskog ubačaja pređe nije specificirana, zanemareno je $2(H_3 + d)$. Mjerenjem rapoloživih podataka stroja za taftiranje tepiha (sl.5a) utvrđene su sljedeće vrijednosti: $l_1 = 120$ mm, $l_2 = 108$ mm, $l_{CO} = 28$ mm, $l_{DD} = 65$ mm, $d = 0,35$ mm, $\alpha \approx 31^\circ$ i $\beta \approx 13,1^\circ$. Promjena duljine kod istezanja pređe Δs_1 i Δs_2 , i ovisnosti kuta rotacije glavne osovine i udaljenosti između igle za taftiranje i podloge, dobivenih analiziranjem mehanizma više-zglobnog pokretanja i periodičnog savijanja pređe ovisno o kutu rotacije glavne osovine prikazano je na sl.5b.

Iz sl.5b uočljivo je da kad je igla za taftiranje u najvišem položaju, produljenje pređe je jednako nuli, a kut rotacije glavne osovine je oko 143° . Kad se igla za taftiranje pomiče silazno prema podlozi, kut rotacije glavne osovine je oko 205° a savijanje (pomak puta) pređe je 2,32 mm. Kad se igla za taftiranje pomiče silazno od



Sl.5 Prikaz: a) stroja za taftiranje tepiha, b) ovisnosti duljine pređe o kutu rotacije glavne osovine



podloge do najnižeg položaja, kut rotacije glavne osovine je oko 327° a savijanje puta odnosno produljenje pređe je 0,84 mm.

Općenito je visina petljice flora od 1 do 16 mm. Stoga, čak i ako je visina petljica 1 mm, proizlazi da je $2(H_3 + d) + 0,84 > 2,32$ mm. Prema tome u procesu taftiranja najveća duljina pređe je L_3 . Pri promjeni duljine puta pređe od L_2 do L_3 , dolazi do istežanja pređe i povećanja njene napetosti. Proučavanjem vrijednosti prikazanih na sl.5b, proizlazi da duljina puta pređe u procesu taftiranja ima pozitivne vrijednosti, odnosno da je uvijek veća od početne vrijednosti. Savijanje pređe tijekom procesa taftiranja pokazuje periodičnu promjenu u skladu s periodičnom promjenom procesa oblikovanja petljica flora.

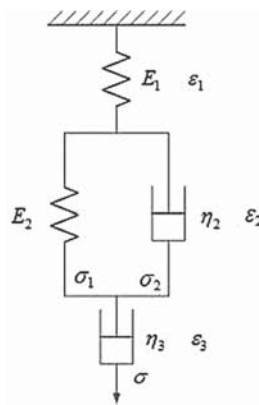
4. Analiza svojstava deformacije (puzanja) pređe

Taftiranje je najzastupljenija tehnika u tvorničkoj proizvodnji tepiha. Taftirani tepisi najviše se proizvode od umjetnih pređa, uglavnom polipropilenskih i poliamidnih filamentnih i vlasastih pređa. Različita vrsta vlakana uvjetuje i različita svojstva pređa. Upotrebom različitih pređa za oblikovanje flora, ili upotrebom jednake pređe pri različitim vremenima zaustavljanja stroja za taftiranje, dobit će se različiti oblici uočljivosti tih mjesta na tepihu. Polipropilenska pređa, koja se najčešće upotrebljava za izradu taftiranih tepiha, ima viskoelastična svojstva. Takav model pređe pokriva

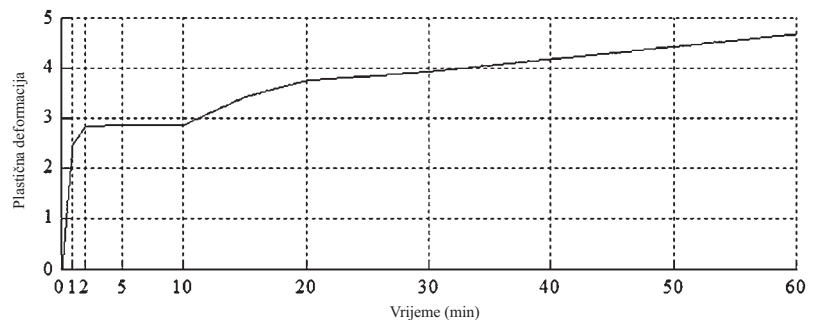
većinu područja definiranog Hookeovim zakonom za elastična tijela i Newtonovom teorijom gibanja viskoznih tekućina, te se često upotrebljava za predstavljanje viskoelastičnog ponašanja [7, 8].

4.1. Standardni linearani model pređe kao krutog tijela

Viskoelastični model sa četiri elementa shematski je prikazan na sl.6. Sastoji se od opruge s konstantom elastičnosti E_2 , paralelno spojene s viskoznim prigušivačem s koeficijentom viskoznosti η_2 . S njima je



Sl.6 Viskoelastični model deformabilnog tijela sa četiri elementa



Sl.7 Krivulja plastične deformacije pređe

također serijski spojena opruga s konstantom elastičnosti E_1 , i snažan viskozni prigušivač s koeficijentom viskoznosti η_3 .

Model se može izraziti (6) i (7):

$$\begin{cases} \sigma = \sigma_1 + \sigma_2 \\ \dot{\epsilon} = \dot{\epsilon}_1 + \dot{\epsilon}_2 + \dot{\epsilon}_3 \end{cases} \quad (6)$$

$$E_1 \ddot{\epsilon} + \frac{E_1 E_2}{\eta_2} \dot{\epsilon} = \ddot{\sigma} + \frac{E_1}{\eta_2} \dot{\sigma} \quad (7)$$

$$\left(1 + \frac{E_2 + \eta_2}{E_1} \frac{\eta_2}{\eta_3}\right) \dot{\sigma} + \frac{E_1 E_2}{\eta_2 \eta_3} \sigma$$

Uz pretpostavku da je $\sigma = \sigma_c$ i transformacijom izraza (6) i (7) dobivaju se jednačbe (8) i (9).

$$\tau_k \ddot{\epsilon} + \dot{\epsilon} = \frac{\sigma_c}{\eta_3} \quad (8)$$

$$\tau_k = \eta_2 / E_2 \quad (9)$$

Prema početnom stanju $t = 0$, $\epsilon(0) = \frac{\sigma_c}{E_2}$, $\dot{\epsilon}(0) = \sigma_c \left(\frac{1}{\eta_2} + \frac{1}{\eta_3}\right)$ deformacija pređe $\epsilon(t)$ može se dobiti izrazom (10).

$$\epsilon(t) = \frac{\sigma_c}{E_1} + \frac{\sigma_c}{E_2} (1 - e^{-t/\tau_k}) + \frac{\sigma_c}{\eta_3} t \quad (10)$$

Analizom jednačbe (10) vidljivo je da se deformacija pređe $\epsilon(t)$ u određenim uvjetima odvija u tri dijela:

- prolazna elastična deformacija σ_c / E_1 ,
- odgođena elasto-plastična deformacija $\sigma_c (1 - e^{-t/\tau_k}) / E_2$,
- trajna plastična deformacija $\sigma_c t / \eta_3$.

Stoga, pod određenim uvjetima, dolazi do puzanja pređe. Deformacija pređe će se postupno povećati, što je ovisno o vremenu opterećenja. Ako pređa radi u napetom stanju u kojem se stroj za taftiranje naglo zaustavlja i ponovno pokreće, doći će do pojave uočljivosti tih mjesta na taftiranom tepihu. Njihova pojava razlikovat će se ovisno o

Tab.1 Omjeri plastične i elastične deformacije ispitivane polipropilenske pređe tijekom vremena

Vrijeme (min)	1	2	5	10	15	29	30	60
Plastična deformacija (%)	0,99	1,125	1,14	1,14	1,37	1,49	1,56	1,86
Elastičnost (omjer povrata) (%)	31,58	83,645	200	114,29	18,18	17,02	16,33	12

svojevremena puzanja, odnosno deformabilnosti upotrijebljene pređe.

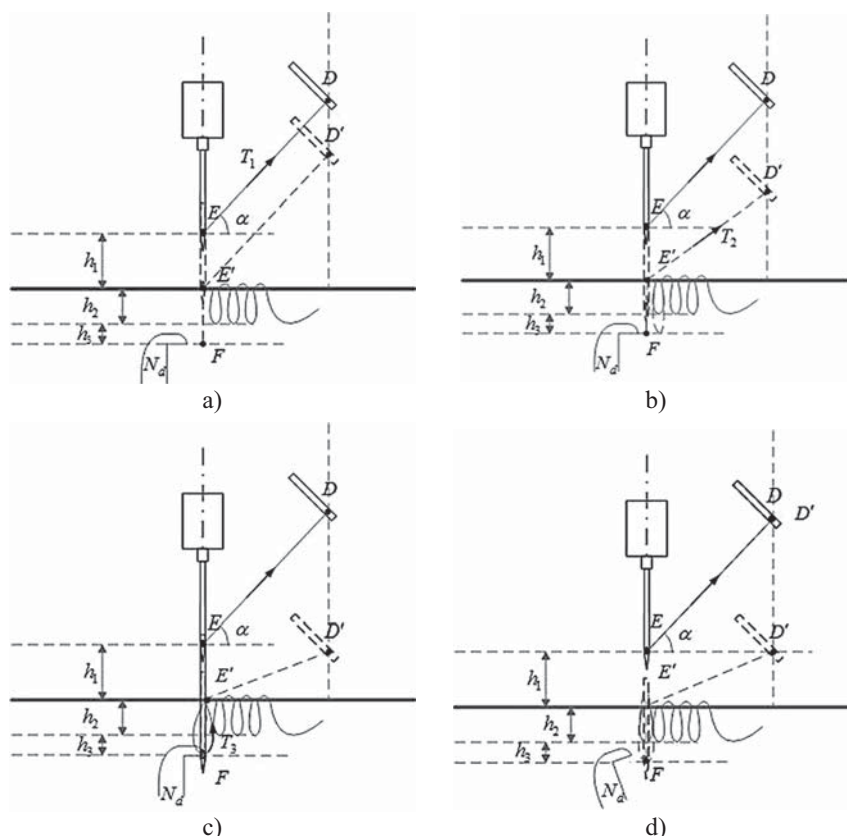
4.2. Eksperimentalni dio

Za prikaz deformacijskih karakteristika pređe, provedeno je ispitivanje polipropilenske pređe (PP). Mjerena maksimalna vrijednost napetosti je oko 50 cN kad stroj za taftiranje radi kontinuirano, bez zaustavljanja. Zbog toga su mjerenja polipropilenske pređe provedena uz konstantnu silu od 50 cN. Uzorci pređe duljine 250 mm ispitivani su na dinamometru Shimadzu AGS500ND. Debljina polipropilenske temeljne tkanine je 0,35 mm. Svojevremena plastične deformacije pređe prikazano je dijagramom na sl.7. Omjeri plastične deformacije i elastičnog oporavka polipropilenske pređe prikazani su u tab.1.

Analiziranjem vrijednosti prikazanih na sl.7 i u tab.1, jasno je vidljivo da se plastična deformacija polipropilenske pređe povećava povećanjem vremena opterećenja. Deformacija polipropilenske pređe ne nastaje samo u određenom trenutku, već se postupno povećava s prolaskom vremena. Tako i nastaju uočljiva mjesta na tepihu tijekom zaustavljanja rada tijekom taftiranja polipropilenskom pređom. Puzanje, odnosno deformacija pređe utječe na visinu petljice ovisno o vremenu zastoja u radu.

5. Rezultati i rasprava

Analiziranjem savijanja pređe i njenih svojstava, utvrđeno je da su različita vremena zastoja stroja i različita putanja pređe, odnosno stupnjevi savijanja faktori koji utječu na veličinu uočljivih mjesta na taftiranom tepihu. Stvarni uzrok uočljivosti takvih mjesta je u napetosti pređe. Ako postoji



Sl.8 Područja različitih napetosti pređe pri taftiranju tepiha: a) napetost pređe u položaju igle h_1 , b) napetost pređe u položaju igle h_2 , c) napetost pređe u položaju igle h_3 , d) napetost pređe kad se igla stroja za taftiranje ponovno vraća u najviši položaj

položaj zaustavljanja rada stroja gdje bi napetost pređe za taftiranje bila nula (odnosno gdje ne bi bilo napetosti pređe) i kada bi stroj ponovno započeo rad u tom položaju, pređa za flor radila bi ponovno u normalnom stanju napetosti te ne bi došlo do nastanka uočljivih mjesta zaustavljanja na taftiranom tepihu. S obzirom na radni položaj igle za taftiranje, napetost pređe može se podijeliti u četiri faze, koje su prikazane na sl.8.

U prvoj fazi (sl.8a), igla za taftiranje nalazi se na svom putu od najvišeg položaja prema mjestu dodira s podlogom. Igla za taftiranje je iznad

podloge, a napetost pređe se označava s T_1 .

U drugoj fazi (sl.8b), igla za taftiranje se pokreće od dodirne točke prema položaju u kojem se dostiže visina petljice flora. Igla za taftiranje je ispod podloge ali još uvijek ne dolazi do aktiviranja sustava za oblikovanje petljice. Napetost pređe u toj fazi se označava s T_2 a uključuje trenje između igle za taftiranje i potpore, stoga je $T_2 > T_1$.

U trećoj fazi (sl.8c), igla za taftiranje se pokreće ispod podloge, od položaja visine petljica do najnižeg položaja gdje dolazi do ubačaja pređe u petlji-

cu flora sustavom za oblikovanje petljice. Napetost pređe se označava s T_3 a uključuje trenje između pređe, igle za taftiranje i podloge te sile pri ubačaju pređe za oblikovanje petljice, stoga je $T_3 > T_2$.

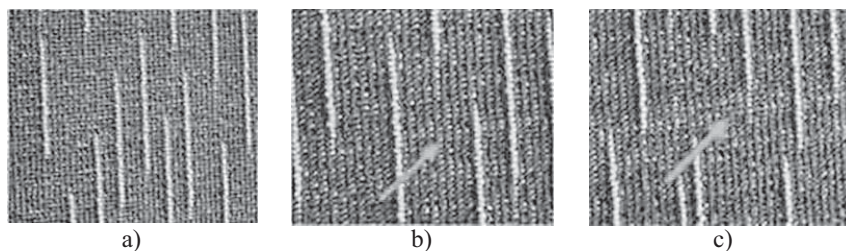
U četvrtoj fazi (sl.8d), igla stroja za taftiranje započinje s ponovnim uzlaznim pokretanjem i dolazi u najviši položaj, a sustav za oblikovanje petljice ne zahvaća pređu. U tom trenu, put pređe je najmanji, a pređa je labava. Pređa je bez ikakve napetosti. Prema tome, nastanak uočljivih mjesta na taftiranom tepihu bi se spriječio ako bi se stroj za taftiranje zaustavio u tom trenu, odnosno u tom položaju igle za taftiranje i ako bi proces taftiranja ponovno započeo u tom položaju.

Pređa je u procesu taftiranja podvrgnuta napetostima u prve tri faze, a bez ikakve napetosti je samo kad se igla nalazi u najvišem položaju.

Prema tim zaključcima provedeni su eksperimenti zaustavljanja i ponovnog pokretanja stroja u najvišem položaju igle za taftiranje sa svrhom eliminacije nastanka uočljivih mjesta na tepihu. Izgledi taftiranih tepiha od polipropilenske pređe uz vrijeme zaustavljanja stroja od 2 min u tri različita položaja igle za taftiranje prikazani su na sl.9. Razmatranjem dobivenih rezultata potvrđeno je eliminiranje nastanka uočljivih mjesta zaustavljanja stroja na taftiranom tepihu prilikom naglog zaustavljanja i ponovnog pokretanja stroja u najvišem položaju igala za taftiranje. Uočljivost tih mjesta je najveća kad se igla za taftiranje zaustavi u najnižem položaju, a ne u drugom položaju. U tipičnom procesu taftiranja, napetost pređe je najveća (što ima za posljedicu i najveću deformaciju pređe) kad se igla za taftiranje kreće prema dolje prema najnižem položaju.

6. Zaključak

U ovom radu se analiziranjem napetosti pređe u procesu taftiranja i svojstava pređe došlo do zaključka da je napetost pređe stvarni razlog za nastanak uočljivih mjesta na tepihu zau-



Sl.9 Uzorci taftiranog tepiha izrađenih sa zaustavljanjima igle za taftiranje u različitim položajima: a) u najvišem, b) u drugom položaju, c) u najnižem položaju

stavljanjem stroja u položaju u kojem se pređa u igli za taftiranje nalazi u napetom stanju. U tipičnom procesu taftiranja, napetost pređe mijenja se naizmjenično s položajem igle za taftiranje. Kad igla za taftiranje ulazi u podlogu i kreće se silazno prema najnižem položaju, napetost pređe je najveća, te bi se prilikom zaustavljanja stroja taj položaj igle trebao izbjeći. Rezultati teorijske analize pokazuju da su različita vremena trajanja zaustavljanja stroja i različita svojstva pređe faktori koji najviše utječu na oblik, odnosno visinu petljice, a time i pojavu uočljivih mjesta zaustavljanja. Zbog deformacijskih svojstava pređe, i pojave puzanja uslijed napetosti pređe kojom je izložena tijekom zaustavljanja, dolazi do promjene u visini petljice flora te nastajanja uočljivih mjesta na tepihu, a njihova veličina se povećava s povećanjem vremena zastoja u radu.

S obzirom na rezultat analize napetosti pređe i svojstava pređe, pređe se ne nalazi u napetom stanju kad se igla za taftiranje zaustavi u najvišem položaju u procesu taftiranja. Podešavanjem zaustavljanja i ponovnim pokretanjem stroja s iglama u najvišem položaju u procesu taftiranja omogućuje se eliminiranje nastanka uočljivih mjesta na taftiranom tepihu uzrokovanih zastojem stroja. Ova metoda je vrlo učinkovita i pouzdana, što se podudara s rezultatima teorijske analize i eksperimenta.

(Preveo Ž. Knezić)

Autori zahvaljuju na potpori Kineskoj nacionalnoj zakladi za prirodne znanosti (ostvarenoj pod projektom br. 51175075)

Literatura:

- [1] Erren K.-H., R. Grewe, R. Heidhues, F. Hoppner: Tufting Carpet [P], U.S. Patent: USP5494723. 1994
- [2] Hamilton W.M., L.E. Mullinax: Pattern-tufted, fusion-bonded carpet and carpet tile and method of preparation [P], U.S. Patent: USP5198277. 1993
- [3] Shixin X.: Machine-made carpet, Chemical Industry Press [M] (2003) 12
- [4] Kaufmann R., H. Schmodde: Yarn feed device having a weight-relieving stop element [P], U.S. Patent: USP6637693.2003
- [5] Zhuo M., S. Jingjing, Z. Tingze, G. Shuiheng: Research on the influence that stop position of carpet tufting machine to yarn tension and the method of eliminating stop mark [J], Key Engineering Materials (2008) 724-728
- [6] Dell'Anno G., D.D. Cartie, I.K. Partridge, A. Rezai: Exploring mechanical property balance in tufted carbon fabric/epoxy composites [J], Composites part A: applied science and manufacturing (2007) 38, 2366-2373
- [7] Nachane R.P., V. Sundaram: Analysis of relaxation phenomena in textile fibres [J], Journal of Textile Institute, 86 (1995) 1, 10-32
- [8] Kothari V.K., R. Rajkhowa, V.B. Gupta: Stress relaxation and inverse stress relaxation in silk fibers [J], Journal of applied polymer science 82 (2001) 1147-1154
- [9] Weidong Y., C. Caiyuan: Textile physics, Donghua University Press [M]. 2001
- [10] Pociene R., A. Vitkauskas: Inverse stress relaxation and viscoelastic recovery of multifilament textile yarns in different test cycles [J], Materials Science (2005) 68-72

SUMMARY

Mechanism analysis of tufted carpet stop mark

X. Yang, S. Zhijun, M. Zhuo, S. Yiz, Sh. Xiaowei

The tufted carpet stop mark is an important factor affecting carpet out quality. Tufted carpet stop mark is closely related to the change of yarn tension caused by tufting machine improper stopped and the yarn creep properties. The purpose of this paper is to develop a reasonable approach to eliminate tufted carpet stop mark. Focusing on a typical tufting machine, the tufting equipment system and the basic working principle of tufted carpet are briefly described. The yarn path flexing model in a typical tufting process which integrates yarn feeding parts, yarn guiders and tufting needle is constructed. The yarn tension change is analyzed along with the change of yarn path. The Polypropylene yarn's four-component model is used for analyzing the relationship of tension and yarn creep properties. The creep property of polypropylene yarn under a certain tension is verified by experiments. According to yarn tension change in different running positions of tufting needle, a reasonable method of eliminating stop mark which stopped and restarted machine in the highest position is put forward. Finally, the experimental results prove that the method is effective and feasible.

Key words: creep property, stop mark, tufted carpet, yarn path, yarn tension
*Donghua University, School of Mechanical Engineering
Shanghai, China
e-mail: xuyang@dhu.edu.cn*

Received June 21, 2012

Analyse des Mechanismus der Anhaltemarkierung auf dem Tuftingteppich

Die Anhaltemarkierung auf dem Tuftingteppich ist ein wichtiger Einflussfaktor der Teppichqualität. Diese Markierung auf dem Tuftingteppich hängt mit der Veränderung der Garnspannung, die durch einen unvorgesehenen Stillstand der Tuftingmaschine und Garneigenschaften verursacht wird, zusammen. Diese Arbeit sollte versuchen, wie man diese Markierung auf dem Tuftingteppich beseitigt. Die Tuftingelemente der Tuftingmaschine und Grundprinzipien der Herstellung des Tuftingteppichs werden dargestellt. Das Modell der Garnführung auf der Maschine im Tuftingprozess, der Garnspeisung, Garnführer und Tuftingnadeln integriert, wurde konstruiert. Die Veränderung der Garnspannung in Abhängigkeit von der Veränderung der Garnführung wurde analysiert. Ein Polypropylengarn aus vier Komponenten wurde für die Analyse der Spannung und Gleichmässigkeitseigenschaften verwendet. Durch Experimente wurden die Gleichmässigkeitseigenschaften des Polypropylengarnes unter einer bestimmten Spannung bestätigt. Bezüglich der Veränderung der Garnspannung in unterschiedlichen Arbeitspositionen der Tuftingnadel wurde eine sinnvolle Methode zur Beseitigung der Anhaltemarkierung (die unter bestimmten Bedingungen beim Maschinenstillstand und beim Maschinenwiederanlauf entstehen) vorgetragen. Zum Schluss beweisen die experimentellen Ergebnisse, dass die Methode wirksam und ausführbar ist.