**POUZDANOST METODA ZA ODREĐIVANJE SPECIFIČNE UPREDENOSTI ROTORSKIH PREĐA**

\*Dušan Trajković1, Jovan Stepanović1, Petar Stojanović2, Nenad Ćirković1

1Univerzitet u Nišu, Tehnološki fakultet u Leskovcu

2Dunav a.d. Grocka

[dusant@excite.com](mailto:dusant@excite.com), [dusan@tf.ni.ac.rs](mailto:dusan@tf.ni.ac.rs)

Mehanički modeli upredanja prstenaste i OE-rotorske pređe se bitno razlikuju zbog čega se razlikuju i unutrašnje strukture ove dve vrste pređa.

Upredenost jednožičnih prstenastih pređa se određuje standardizovanim metodama (metoda raspredanja, naponska i diferencijalna metoda) koje daju dobre rezultate. Međutim, zbog specifične strukture OE-rotorskih pređa ove metode, iako se koriste u laboratorijama, ne daju tačne rezultate, već po pravilu pokazuju nešto manju upredenost od realne (nominalne). U literaturi se zbog toga preporučuje modifikovana naponska, tzv. Schütz-Queny metoda.

U ovom radu su ocenjivani rezultati ispitivanja upredenosti OE-rotorskih pređa, za koje je poznata “nominalna” i “mašinska” upredenost, dobijeni korišćenjem dosad poznatih standardnih metoda i modifikovane metode. Rezultati ispitivanja i korelaciona analiza rezultata ukazuju na veću objektivnost modifikovane metode.

Ključne reči: pređa, rotor, upredanje, korelacija.

**UVOD**

Unutrašnja struktura pređe zavisi od primenjenog postupka predenja i ona uslovljava specifične osobine pređe. Prstenastoj pređi se torziona energija posreduje na tzv. “pragu upredanja” pri čemu se stub vlakana upreda tako da se vlakna spiralno uvijaju oko uzdužne ose pređe. Vlakna u omotaču su više upredena od vlakana u jezgru pređe, pa prstenasta pređa ima tzv. “spoljašnu upredenost" [1-5]. Rotorska pređa se formira tako da se vlakna akumulirana u žlebu rotora, zapredaju na otvoreni kraj pređe, pri čemu se najpre formira jezgro pređe u kome su vlakna najviše upredena. Prema omotaču je sve manji intenzitet upredanja, tako da deo tzv. “divljih vlakana” u omotaču ima čak uvoje suprotnog smera od uvoja u jezgru pređe (“unutrašnja upredenost”) [2-6].

Posmatrajući način upredanja pojedinih vlakana u unutrašnjoj strukturi pređe, zaključuje se o postojanju tri zone u poprečnom preseku pređe, koje se razlikuju po upredenosti, što se najbolje izražava grafikom prikazanim na slici 1.

- *Zonu I* čine vlakna koja su u rotorski žleb bila lagerovana izvan "kritične zone", tako da su upredena kao kod prstenaste pređe, tzv. "unutrašnja upredenost". Ona čine "jezgro" pređe u kome su sva vlakna upredena istim uvojima (na slici 1 to su Z-uvoji).

- *Zonu II* čine vlakna koja se pri izlazu iz transportnog kanala lageruju u žlebu rotora upravo u zoni povezivanja (kritična zona). Ona se omotavaju oko jezgra pređe i obrazuju područje u kome upredenost od unutrašnjosti prema spolja opada na minimalnu vrednost.

*- Zonu III* formiraju delovi vlakana, koji se takođe lageruju u zoni povezivanja ali tako da njihovi prednji krajevi štrče ispred tačke odvajanja pređe od zida rotora (omotavajuća vlakna). Ona formiraju spoljašni omotač vlakana, sa slabom vezom sa predhodnim slojem, oko koga su samo omotana [7].



Slika 1. Raspodela upredenosti po poprečnom preseku rotorskih pređa

Ovakva upredenost pređe u velikoj meri utiče na specifične osobine rotorskih pređa.

**MATERIJAL I METODE RADA**

Za ocenu objektivnosti napred navedenih metoda korišćene su tri grupe pređa, koje se ne razlikuju prema načinu izrade i izrađene su od iste vrste pamučnih vlakana, kako bi se izbegao uticaj promene sirovine na strukturne i mehaničke osobine pređa. Uzorci pređa su izrađeni na rotorskoj predilici “AUTOCORO” čije karakteristike su date u tabeli 1.

Tabela 1. Tehnološki parametri za proizvodnju rotorskih pređa

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Parametri | Jedinica mere | Finoća pređe [tex] | | |
| 20 | 25 | 33.33 |
| Broj obrtaja rotora | min-1 | 78000 | 78000 | 76000 |
| Tip rotora |  | GO.46 | GO.46 | GO.46 |
| Broj obrtaja čupača | min-1 | 8200 | 7900 | 7700 |
| Tip obloge čupača |  | OB20DN | OB20DN | OB20DN |
| Tip odvodnog kanala |  | CK-4 keramički | | |
| Brzina pređe | m∙min-1 | 75 | 80 | 90 |

Osnovne karakteristike ispitivanih pređa (numera odnosno finoća pređe i nominalna-mašinska upredenost) date su u tabeli 2. Nominalna odnosno mašinska upredenost dobijena je na osnovu tehnoloških parametara dobijanja pređa, odnosno deljenjem broja obrtaja rotora sa brzinom odvođenja pređe. Ovi parametri se razlikuju za pređe različitih podužnih masa.

Tabela 2. Karakteristike ispitivanih pređa

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Oznaka pređe | Karakteristični parametri | | | Sirovinski sastav |
| Nm | Tt [tex] | Tmn [m-1] |
| I | 50 | 20 | 1040 | 100% pamuk |
| II | 40 | 25 | 975 | 100% pamuk |
| III | 30 | 33.33 | 844.44 | 100% pamuk |

**Metoda raspredanja**

Određivanje upredenosti pređe, po ovoj metodi, postiže se jednostavnim raspredanjem epruvete određene dužine. Dužina epruvete jednožične pređe od štapelnih vlakana, treba biti nešto manja od dužine vlakana od kojih je pređa izrađena (25 mm), dok dužina epruvete od beskrajnih vlakana i od višežične pređe može iznositi i 500 mm.

Broj epruveta u jednom ispitivanju je zavisan od dužine epruveta a ukoliko se ispituje samo jedan namotaj, broj epruveta treba biti najmanje 10.

Epruveta se stavlja u stege sa prednaponom, koji se određuje na osnovu težine 500 ± 100 m ispitivane pređe, osim kod pređa čije je istezanje, pod ovim predopterećenjem, veće od 0.5%. U tom slučaju se bira takvo opterećenje koje će izazvati istezanje manje od 0.5% [8].

**Diferencijalna ili Maršik-Razuvaeva metoda**

Upredenost pređe ovom metodom određuje se tako da se epruveta upreda do prekida i u tom momentu se očitava vrednost n1. Isti postupak se ponavlja 10 do 20 puta u suprotnom pravcu do prekida i očitava se veličininom n2 [8]. Broj uvoja ispitivane pređe određuje se iz relacije:

 (1)

**Naponska metoda**

Određivanje broja uvoja naponskom metodom izvodi se tako da se epruveta raspreda do kraja a zatim se nastavlja sa upredanjem, sve dotle dok kazaljka stege ne pokaže ponovo nulu. Broj obrtaja stege registrovanih na brojaču deli se sa 2. Dužina epruvete za sve vrste pređa može iznositi 500 mm [8].

**Modifikovana naponska metoda - Schütz-Queny**

Ova metoda se sastoji od tri puta ponovljenog ciklusa raspredanja-upredanja i izračunavanju upredenosti rotorske pređe po obrascu:

 (2)

gde je:

Tm - faktički broj uvoja OE-rotorske pređe (m-1),

A - vrednost očitana na brojaču torziometra koja odgovara prvom ciklusu raspredanja-upredanja, tj. prvom povratku dužine uzorka u početno stanje (m-1),

B - vrednost koja odgovara drugom povratku uzorka na prvobitnu dužinu, uz promenu smera okretanja pokretne kleme torziometra i bez dodira brojača (m-1),

C - vrednost koja odgovara trećem povratku na početnu dužinu na osnovu novog kontra-eksperimenta (m-1).

Dužina epruvete za sve vrste pređa može iznositi, kao i kod naponske metode, 500 mm [9].

**REZULTATI I DISKUSIJA**

Sva merenja faktičke upredenosti pređe vršena su na torziometru Mađarske proizvodnje “METEFEM” typ. fy-16/B. Broj merenja, koji je obavljen, je 15 puta ponovljeni postupak po svakoj metodi i za svaku pređu različitih podužnih masa. Dobijeni rezultati su statistički obrađeni, pri čemu je izračunata srednja vrednost faktičke upredenosti (Tmf), standardna devijacija (SD) i koeficijent varijacije (CV). Svi ovi parametri su predstavljeni u tabelama 3, 4 i 5.

Tabela 3. Rezultati ispitivanja upredenosti (Tmf) pređe I

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Metoda ispitivanja | Statistički pokazatelji | | |
| Tmf [m-1] | SD [m-1] | CV [%] |
| Metoda raspredanja | 869.06 | 53.115 | 6.112 |
| Diferencijalna | 902.33 | 33.856 | 3.752 |
| Naponska | 884.46 | 14.417 | 1.630 |
| Schütz-Qeny | 922.4 | 7.746 | 0.839 |

Tabela 4. Rezultati ispitivanja upredenosti (Tmf) pređe II

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Metoda ispitivanja | Statistički pokazatelji | | |
| Tmf [m-1] | SD [m-1] | CV [%] |
| Metoda raspredanja | 719.20 | 46.307 | 6.439 |
| Diferencijalna | 753.4 | 32.382 | 4.242 |
| Naponska | 723.06 | 20.85 | 2.884 |
| Schütz-Qeny | 780.8 | 11.388 | 1.508 |

Tabela 5. Rezultati ispitivanja upredenosti (Tmf) pređe III

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Metoda ispitivanja | Statistički pokazatelji | | |
| Tmf [m-1] | SD [m-1] | CV [%] |
| Metoda raspredanja | 578.40 | 32.292 | 5.583 |
| Diferencijalna | 627.86 | 18.661 | 2.972 |
| Naponska | 581.86 | 12.964 | 2.228 |
| Schütz-Qeny | 632.92 | 11.285 | 1.817 |

Faktičke vrednosti za upredenost ispitivnih rotorskih pređa, koje su dobijene merenjem po svim navedenim metodama, kao i nominalna odnosno mašinski određena upredenost, prikazane su i grafički na slici 2. Sa ovog histograma se i najbolje može uočiti da su vrednosti dobijene po metodi “Schütz-Qeny”, najbliže mašinskim vrednostima, zatim vrednosti dobijene po diferencijalnoj metodi, naponskoj metodi i najzad po metodi raspredanja.



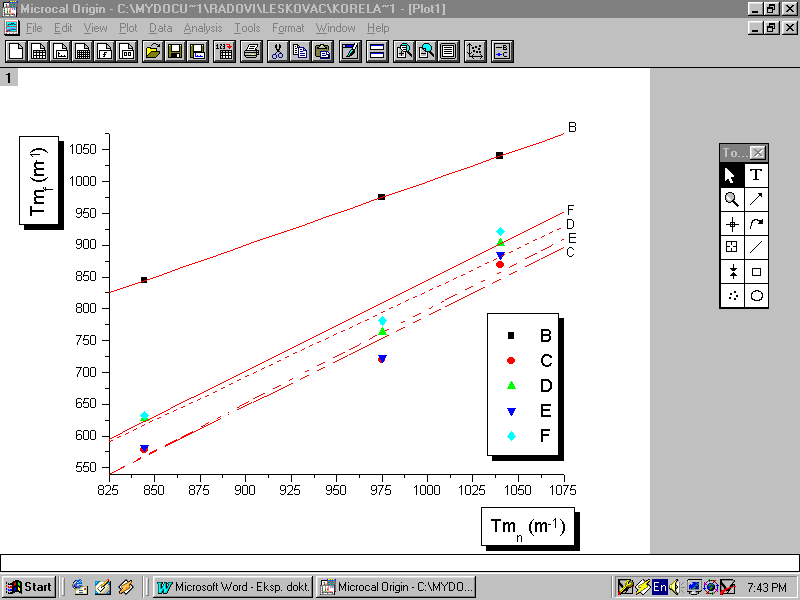
Slika 2. Upredenost pređa različitih finoća u zavisnosti od metode ispitivanja

A - nominalna (mašinska vrednost), B - metodom raspredanja, C - diferencijalnom metodom,

D - naponskom metodom, E - metodom “Schütz-Qeny”

Posmatrajući statističke pokazatelje iz tabela 3, 4 i 5, može se videti da su standardna devijacija i koeficijent varijacije najmanji za metodu “Schütz-Qeny”, kod svih ispitivanih pređa, a najveće za metodu raspredanja. Ovo se objašnjava time da se ispitivanje po metodi raspredanja vrši na uzorcima pređa čija je dužina nešto manja od dužine vlakana (25 mm), a zatim se broj uvoja preračunava na 1 metar dužine pređe. Tako greška, napravljena pri merenju na dužini od 25 mm pomnožena sa 40, dobija mnogo veću dimenziju. Nasuprot tome ispitivanje upredenosti rotorske pređe, po ostalim metodama, vrši se na dužini od 500 mm.

Prednost metode “Schütz-Qeny”, u odnosu na uobičajene postupke određivanja upredenosti konvencionalnih prstenastih pređa, ilustrovana je dijagramom na slici 3, koji pokazuje rezultate ispitivanja faktičkih upredanja u odnosu na nominalna, odnosno u odnosu na teorijsku zavisnost nominalnog i faktičkog upredanja.



Slika 3. Korelacija nominalne i faktičke upredenosti

B - teorijska regresija, C - metodom raspredanja, D - diferencijalnom metodom,

E - naponskom metodom, F - metodom “Schütz-Qeny”

Rezultati ispitivanja upredenosti ispitivanih rotorskih pređa, koji predstavljaju srednje vrednosti iz 15 ponovljenih merenja po svakom uzorku, su matematički obrađeni na osnovu čega je dobijen sledeći oblik zavisnosti faktičkih (Tmf) i nominalnih (Tmn) upredenosti ispitivanog eksperimentalnog materijala:

Tmf = a + b⋅Tm (3)

Pregled koeficijenata regresione jednačine 3. A i B i koeficijenta korelacije R dat je u tabeli 6.

Tabela 6. Pregled koeficijenata regresione jednačine i koeficijenata korelacije po metodama

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Jednačina regresije | Metoda određivanja upredenosti | Koeficijenti regresije | | Koeficijent korelacije R |
| a | b |
| Tmf = a + b⋅Tmn | Metoda raspredanja | 63.85 | 0.927 | 0.97820 |
| Diferencijalna metoda | 52.30 | 0.850 | 0.98034 |
| Naponska metoda | 68.12 | 0.980 | 0.97373 |
| Schütz-Queny | 58.45 | 0.930 | 0.98408 |

Na osnovu podataka iz tabele 6 može se konstatovati opravdanost primene metode “Schütz-Queny”, za određivanje faktičke upredenosti jednožičnih rotorskih pređa, o čemu govori veći koeficijent korelacije (98.408%), kod ove metode u odnosu na ostale korišćene metode ispitivanja.

**ZAKLJUČCI**

Specifična struktura rotorskih pređa otežava ispitivanje njihove upredenosti. Zbog manjeg stepena ispravljenosti i uređenosti vlakana kao i specifičnog posredovanja torzione energije, rotorska pređa pokazuje bilateralnu strukturu koja se sastoji iz:

- snopa spiralno uvijenih vlakana koja čine jezgro pređe i

- vlakana u omotaču koja su ili manje upredena ili čak upredena u suprotnom smeru od vlakana u jezgru [10].

Zbog ovakve strukture standardne metode ispitivanja upredenosti su manje objektivne.

Prednost modifikovane metode Schütz-Queny u odnosu na uobičajene metode određivanja upredenosti konvencionalnih (prstenastih) pređa je ilustrovana tabelama 3, 4 i 5 i dijagramom na slici 2, koji nam pokazuju rezultate ispitivanja faktičkog upredanja. U svim slučajevima, odnosno za sve ispitivane pređe različitih finoća, modifikovana metoda daje najveće vrednosti za upredenost tj. te vrednosti su najbliže realnim (nominalnim). Poređenjem standardnih devijacija i koeficijenata varijacije za sve korišćene metode može se uočiti, u svim slučajevima, da su one znatno niže kod modifikovane metode, što takođe ide u prilog objektivnosti ove metode.

Na osnovu rezultata ispitivanja i korelacione analize (slika 3), može se konstatovati opravdanost primene modifikovane metode Schütz-Queny, za određivanje faktičke upredenosti jednožične rotorske pređe. Tome u prilog ide i najveći koeficijent korelacije, dobijen modifikovanom metodom za regresionu jednačinu koja je data u tabeli 6.

**LITERATURA**

[1] Carl A. Lawrence, Ph.D., Fundamentals of SPUN YARN TECHNOLOGY, CRC press Florida USA (2003), 261-406.

[2] M. Stamenković, D. Trajković, Praktikum iz Tehnologije predenja, Tehnološki fakultet, Leskovac (2011).

[3] Dušan Trajković, Miodrag Stamenković, Jovan Stepanović, Dragan Radivojević, Određivanje granica ispredivosti i prekidnih karakteristika OE-rotorskih pređa od mikrovlakana, Tekstil Zagreb 55 (4) (2006), 177-183.

[4] Dušan Trajković, Miodrag Stamenković, Jovan Stepanović, Dragan Radivojević; “Spinning-in Fibres - a Quality Factor of Rotor Yarns”; Fibres & Textiles in Eastern Europe, Juli/Septembar (2007). Volume 15, No.3 (62), 49-54.

[5] Dušan Trajković, Miodrag Stamenković and Dragan Radivojević,Conventional vs compact ring-spun yarn, The Indian Textile Journal, vol. 118, No. 8, (2008), 39-47.

[6] G. Trommer, Rotorspinnen, Deutscher Fachverlag Gmbh (1997).

[7] N. Rohlena et all., Open-end Spinning; Elsevier, Sci. Pub. Co. Amsterdam, Oxford New York (1975).

[8] Vidosav Simonović, Fizičko ispitivanje tekstila, Viša tehnička tekstilna škola, Leskovac, (1971).

[9] Schütz R.A., Queny M., Le Chatelier J., Hunz Inger S., Melliand textilberichte, No 57, (1976), 438.

[10] W. Klein, New Spinning Systems; The Textile Institute, Manual of Textile Technology, Manchester (1993).