

izgledu vrpce, te o materijalu i boji proizvoda. Doradbom se poboljšava opip ili izgled površine vrpci, modificiraju fizikalna ili kemijska svojstva, povećava otpornost prema vlazi, gužvanju, vatri, pljesni i drugim štetnim mikroorganizmima. Postupci doradbe mogu se zasebno obavljati, a postoje i strojevi za tzv. kontinuiranu doradbu kojima se vrpca bijeli, boji, apretira i suši.

Bijeljenje vrpci često se obavlja u stroju za kontinuiranu doradbu da bi se vrpce osloboidle primjesa. Neočišćena ili nebijeljena vrpca ima, naime, loš izgled i opip, što može otežati pa i onemogućiti dalju doradbu. Vrpce od pamučnih vlakana koje će služiti za tiskanje oznaka veličina odjevnih predmeta najčešće se bijele. Također se bijele elastične i čipkaste vrpce. Bijeljenjem pamučnih vrpci uklanjaju se iz njih različite primjese, pa vrpca dobiva čist bijel izgled i u daljoj doradbi lako i jednolično upija bojilo.

Bojenje vrpci je postupak vezanja bojila na cijelu vrpcu, dok je tisak nanošenje bojila samo na pojedine dijelove vrpce. Bojenje tekstila znači vezanje bojila na tekstilno vlakno, ne samo na površini nego i u unutrašnjosti vlakana. Za bojenje je poželjno upotrebljavati tzv. postojane boje koje dopuštaju pranje i kuhanje vrpci. Budući da se mnoge pozamenterijske vrpce boje manje postojanim bojilima, ne preporučuje se njihova doradba i pranje na temperaturi višoj od 40 °C.

Apretura, nanošenje sintetskih sredstava na pozamenterijsku vrpcu radi poboljšanja estetskog izgleda ili poboljšanja nekih upotrebnih svojstava (npr. povećanje ili smanjenje mekoće, glatkoće ili sjaja, povećanje otpornosti prema gorenju i nepropusnosti za vodu i dr.). To je konačna faza doradbe. Pozamenterijske vrpce najčešće se apretiraju tzv. mokrim postupcima. Najprije se na vrpcu nanosi apreturno sredstvo. Potom vrpca prolazi između para valjaka gdje se cijedi, a zatim se vrpca suši na posebnim valjcima ili uredajima. Sastav apreturnog sredstva i postupak apretiranja ovisi o sirovinama ugradenim u vrpcu, o željenom učinku i namjeni vrpce. Najčešće se apretiraju elastične vrpce i tkane etikete.

Proizvodnja pozamenterije u Jugoslaviji. Naša je najpoznatija tvornica pozamenterije Nada Dimić u Zelini (Zagreb), a poznatije su Medimurska trikotaža Čakovec u Murskom Središću, Diana u Staroj Pazovi i Biokovka u Zagvozdru (Imotski). Osim toga, u sklopu većih tekstilnih kombinata nalaze se mali pogoni za proizvodnju pozamenterije.

LIT.: O. Both, Die Bandweberei, Erster Teil. Max Jänecke, Leipzig 1921. — Tehnološko-ekonomska studija o industriji pozamenterije SFRJ. Agencija za tehničku pomoć Savezne privredne komore, Beograd 1965. — H. Wolff, Die Band- und Flechindustrie in Wuppertal. Industrieverband Deutscher Bandweber und Flechter e.V., Wuppertal 1981. — H. Glafey, Textil-Lexikon. Deutsche Verlags-Anstalt, Stuttgart i Berlin 1937.

Z. Vrljičak

PREDENJE, mehaničko-tehnološka operacija kojom se od tekstilnih vlakana uvijanjem dobiva pređa, tj. vrlo dugačka nit prikladne čvrstoće prema kidanju, a služi kao poluproizvod za dalju preradbu, tkanje i pletenje. Duljina je pređe obično ograničena dimenzijama namotaka na koje se pređa namata.

Najstariji postupak dobivanja pređe od vlakana i dlaka (vune), ručno pređenje, bio je poznat već u davno pretpovijesno doba. To dokazuju predmeti iz mladega kamenog doba, kao što su kamena vretena pronađena u alpskim područjima. Prvi zapisi o upotrebi pamuka za izradbu pređe potječu od Herodota (← V. st.). Međutim, tek je u XIII. st. pronađen ručni kolovrat, koji je poboljšao učinak ručnog vretena. Njime se naizmjenično prela i namatala dobivena nit. U XVI. st. pojavio se i kolovrat na nožni pogon, koji je mogao kontinuirano obavljati obje te operacije, jer je njegov uredaj za uvijanje (vreteno, krilo) bio odvojen od tijela za namatanje (cijevka).

Strojevi za pređenje naglo su se razvili u Engelskoj u drugoj polovici XVIII. st. Na osnovi kolovrata za izmjenično pređenje i namatanje J. Hargreaves (1767) konstruirao je tzv. selfaktor. S. Crompton (1775) poboljšao je taj izum. Na osnovi nožnog kolovrata konstruirao je R. Arkwright (1769) predilicu s krilima. Kasnije se razvio predilica nastavio u SAD. Tamo je J. Thorpe (1829) konstruirao prstenastu predilicu.

Istodobno su se s razvojem tih mehaničkih predilica razvijali strojevi i uređaji za druge predioničke operacije, npr. za čišćenje vlakana i pripremu pređenja. U tome je osobito bio važan pronalazak valjkastog isteznog stroja (L. Paul, 1790).

Sirovine za proizvodnju pređe. Od pređe se proizvodi većina plošnih tekstilnih proizvoda (tkanine, pletiva) i konac. Osim toga, od nje se izrađuju i mnogi specijalni tekstilni proizvodi, kao što su užad, transportne trake, kord za pneumatičke, pogonsko remenje. Takvi proizvodi moraju imati različita upotrebljiva svojstva, a ona u prvom redu ovise o sirovini i postupku pređenja. Svojstva tih proizvoda ovise još i o drugim operacijama u toku proizvodnje (npr. o tkanju, pletenju), a osobito o operacijama oplemenjivanja (npr. bijeljenju, bojadisanju, tiskanju, merceriziranju, apretiranju).

Tako se od pamučnih vlakana izrađuju pređa za proizvodnju tkanina ili pletiva za različite vrste rublja (odjevnog, posteljnog), jer ona dobro upija vlagu, a lako se pere i održava. Od vunenih vlakana izrađuje se pređa za proizvodnju tkanina ili pletiva za gornju odjeću, jer je dobar toplinski izolator. Kemijska vlakna služe za dobivanje pređe upotrebljive u proizvodnji skoro svih vrsta tekstila. Zbog velike čvrstoće osobito su prikladna za dobivanje tehničkih tekstila. Od mješavina prirodnih i kemijskih vlakana mogu se izraditi različite vrste pređe s često povoljnijim karakteristikama od pređe koja je izrađena samo od prirodnih ili samo od kemijskih vlakana.

Izbor sirovina za dobivanje pređe ovisi o potrebnim svojstvima proizvodnje i o cijeni sirovine. Zbog toga je vrlo važna ponovna upotreba tekstilnih otpadaka. Oni se mogu dodavati primarnim sirovinama, a često i sami mogu služiti za dobivanje novih proizvoda. Od biljnih prirodnih vlakana najpoznatija su i još se uvjek najviše upotrebljavaju pamučna, lanena i kudjeljna vlakna, zatim juta, sisal i druge vrste likovih i tvrdih vlakana, a od životinjskih vuna, različite vrste dlaka i svila.

Glavne su karakteristike tih vlakana: duljina, finoća, čvrstoća, elastičnost, rastezljivost, kovrčavost, struktura površine, higroskopnost, sastav (kemijski sastav osnovne tvari vlakna, udio primjesa, sastav površinskog sloja kao što je znoj, vosak, masti), te molekulna struktura osnovne tvari. Već prema vrsti vlakana njihove se karakteristike bitno razlikuju. Zbog toga postupci preradbe ovise o sirovini. Tako se međusobno bitno razlikuju postupci pređenja pamuka, vune, lana, kudjelje, jute, sisala, ramije, svile i različitih tekstilnih otpadaka.

Kemijska su se vlakna najprije proizvodila kao tzv. beskrajne niti (filamenti). Zatim su se počela proizvoditi kao zamjena prirodnih vlakana, pa su im se za tu svrhu, da bi se mogla presti na postrojenjima za preradbu prirodnih vlakana, prilagodavala glavna fizikalna svojstva (osobito duljina i finoća). Tako su se npr. u starijim predionicama pamuka mogla preradivati vlakna duljine do 38 mm, pa su se kemijski filamenti već prilikom svoje proizvodnje rezali na tu duljinu. Takvo vlakno dobiveno rezanjem filamenata zove se *vlasak*. Za miješanje s vunenim vlaknima duljina vlaska mora biti veća. Zbog toga se i danas razlikuju kemijska vlakna pamučnog (kraća i finija) i vunenog tipa (dulja, grublja i kovrčava), a i drugi tipovi.

Kasnije su se razvili sasvim novi postupci preradbe kemijskih filamenata, da bi se iskoristila neka njihova posebna svojstva, čime se mogu skratiti i pojednostaviti proces proizvodnje (npr. pređenje pramena, direktno pređenje), ili da bi se postigla sasvim nova svojstva pređe i proizvoda (npr. teksturiranje kemijskih filamenata).

Svojstva pređe. Za proizvodnju većine tekstilnih proizvoda upotrebljava se pređa od prirodnih vlakana ili od mješavine. Glavna upotreba filamenata ograničena je na uže područje posebnih tekstilnih proizvoda.

Kvalitet se pređe određuje ispitivanjem niza tehničko-tehnoloških karakteristika. Među njima su specifična ispitivanja finoće i jednolikosti debljine. Ostala svojstva pređe (čvrstoća, elastičnost, uvijenost, čistoća, izgled, voluminoznost, gipkost, površinska struktura, izmješanost vlakana, broj zadebljanja

i stanjena) određuju se pogodnim metodama ili vizualnim promatranjem.

Većina kvalitetnih svojstava prede međusobno je ovisna, pa su izbor sirovine i postupka, te vođenje predanja složeni i zahtijevaju optimiranje prema traženim svojstvima finalnih proizvoda. Tako, npr., tkanine za tehničke svrhe zahtijevaju čvrstu predu, a za pletene proizvode potrebna je meka, voluminozna preda, kojoj je čvrstoća od sekundarne važnosti. Neka svojstva specijalnih i ukrasnih predi moraju često biti u suprotnosti s uobičajenim zahtjevima kvalitete (npr. moraju biti dlakave, imati zadebljanja, grudice).

Finoća prede. Preda od prirodnih vlakana, preda od vlasaka ili od njihove mješavine ne može imati sasvim jednoliku strukturu (sl. 1) koja bi bila idealna za jednoliko ponašanje u svim operacijama preradbe i za postizanje svojstava koja osiguravaju idealnu kakvoću finalnih proizvoda. Glavni su činoci te nejednolikosti veći ili manji udio kratkih, neispruženih i neparaleliziranih vlakana, nejednolikost debljine zbog različita broja vlakana u pojedinim dijelovima prede i različite kakvoće pojedinih vlakana.



Sl. 1. Nit prede (povećano)

Finoća prede ne može se utvrditi jednostavnim mjerjenjem promjera, ne samo zbog nejednolikosti njene debljine nego i zbog nepravilnosti presjeka i nejednake gustoće vlakana. Osim toga, uobičajeni instrumenti za mjerjenje debljine nisu prikladni, jer rezultati mjerjenja ovise o pritisku pod kojim se mjeri. Zbog toga se finoća prede određuje usporedbom mase i duljine (numeracija), koje se mogu jednostavno i dovoljno točno mjeriti. Postoje dva načina za iskazivanje finoće prede. Ona se može iskazati u tzv. masenom ili u duljinskom sustavu.

Maseni sustav osniva se na duljinskoj masi prede (omjeru mase prema duljini), pa je preda to finija što je taj omjer manji. Kao jedinica duljinske mase u tom se sustavu upotrebljava eksponent (znak tex). To je naziv za gram po 1000 m duljine niti (g/km). Tako, npr., duljinska masa prede od 15 tex znači da 1000 m prede ima masu 15 g. Zbog velikih razlika u finoći prede i vlakana upotrebljavaju se i jedinice kiloteks (ktx) i deciteks (dtx). Stara jedinica duljinske mase (tzv. legalni titar) jest denier (znak den) kao naziv za gram po 9000 m duljine niti.

Duljinski sustav osniva se na omjeru duljine prema masi prede. To je duljinska numeracija, pa je finija preda ona s većom duljinskom numeracijom. U upotrebi su dvije osnovne vrste duljinskih numeracija: engleska (Ne) i metrička (Nm).

Engleska numeracija označuje broj jedinica duljine pamučne prede nazvanih hank (1 hank = 840 jarda = 768,1 m) u masi 1 funta (1 lb = 453,59 g). Za češljalu vunenu predu 1 hank iznosi 560 jarda.

Metrička numeracija označuje duljinu prede u metrima koja ima masu 1 g. Tako npr. numeracija Nm 30 znači da 30 m prede ima masu 1 g.

Jednolikost prede. Pod jednolikošću prede obično se razumije jednolikost finoće prede, dakle jednolikost omjera mase po duljini niti. Ponekad se govori i o jednolikosti drugih svojstava prede, npr. čvrstoće, uvoja.

Jednolikost prede osnovni je predviđet dobrog, jednolikog izgleda finalnih proizvoda. Nejednolikost prede, pogotovo periodička nejednolikost, mnogo pogoršava izgled proizvoda, čak i onda kada ukupna nejednolikost nije velika. O jednolikosti prede ovisi i čvrstoća, koja je vrlo važna za dobro ponašanje prede u daljoj preradbi. Dobro ujednačena preda može se dobiti od jednolikih poluproizvoda, pa je postizanje jednolikosti osnovni zahtjev pri vođenju procesa proizvodnje prede. Zbog toga se u svakoj fazi procesa preradbe teži što većoj jednolikosti poluproizvoda.

Uz fizikalna svojstva sirovina (finoća i ujednačenost duljine vlakana, udio kratkih vlakana) za postizanje maksimalno moguće jednolikosti prede najvažnija je konstrukcija

uredaja za istezanje. Na kvalitetu vlakana ne može se za vrijeme predanja mnogo utjecati, ali djelotvorno istezanje omogućuje veći isteg uz bolju jednolikost poluproizvoda i proizvoda, pa se tako može skratiti proces proizvodnje.

Postojećim isteznim uredajima nije moguće ispresti potpuno jednoličnu predu. Takva bi preda moralna, naime, u svakom svom presjeku imati jednak broj vlakana jednake debljine. To znači da bi se na kraj svakog vlakna morao nastavljati početak svakog sljedećeg vlakna. Svi prelački procesi započinju miješanjem, dakle vlakna se na neki način međusobno ispremiješaju. To znači da za svako vlakno postoji jednaka vjerojatnost da se nade na nekom određenom mjestu u skupu vlakana, ili, svako pojedino vlakno ima jednaku vjerojatnost da se pojavi u bilo kojem od presjeka prede. Vlakna su, dakle, procesom miješanja slučajno raspoređena i taj slučajni raspored vlakana ostaje i u gotovoj predi.

Ako se zamisli da se preda razreže na veoma mnogo kratkih dijelova, onda se neko određeno vlakno, zbog slučajnog rasporeda, može s istom vjerojatnošću pojaviti u nekom od tih n dijelova (presjeka). Kako je tih n presjeka veoma mnogo, vjerojatnost je pojavе određenog vlakna u nekom od tih presjeka vrlo malena. Istodobno je broj svih vlakana u tim presjecima vrlo velik, što znači da se radi o vrlo rijetkom dogadaju, pa se u statističkoj analizi broja vlakana u nekom određenom presjeku može primijeniti Poissonova razdioba (v. *Statistika*).

Ako se sa x_i označi broj vlakana u i -tom od n presjeka neke prede, onda je prosječan broj vlakana u presjeku prede

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i. \quad (1)$$

Varijanca je broja vlakana u presjecima prede određena izrazom

$$s_x^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2, \quad (2)$$

dok za pretpostavljenu Poissonovu razdiobu vrijedi relacija

$$s_x^2 = \bar{x}. \quad (3)$$

U toku prelačkog procesa pramen se vlakana strukanjem i istezanjem dovodi u konačni oblik prede određene finoće. Svi prelački procesi djeluju općenito samo na međusobni razmak krajeva vlakana, tako da u pramenima grebenaljki, pramenima istezaljki, pretpredama i gotovo predi slučajni raspored vlakana, dobiven u miješanju, ostaje i dalje. Zbog toga je na postojećim strojevima za predanje, ako rade s konstantnim istegom, nemoguće proizvesti predu koja bi u svim presjecima imala jednak broj vlakanaca. Znači, svaka proizvedena preda imat će neku nejednolikost koja se, zbog različita broja vlakana u pojedinim presjecima prede, očituje u odstupanjima debljine prede. Ta se odstupanja još i povećavaju zbog toga što i sama vlakna nisu jednolike površine presjeka.

Ako m_v označuje prosječnu duljinsku masu vlakna, onda je prosječna duljinska masa prede

$$m_p = m_v \bar{x}, \quad (4)$$

jer se u presjeku prede nalazi prosječno \bar{x} vlakana.

Ukupna varijanca s_{mp}^2 duljinske mase prede sastoji se od dva dijela. Jedan je dio uvjetovan promjenom broja vlakana u presjeku prede i utjecajem te promjene iznosi $m_v^2 \bar{x}$. Drugi dio ovisi o varijanci s_{mv}^2 duljinske mase vlakna, tako da taj dio u ukupnoj varijanci iznosi $s_{mv}^2 \bar{x}$. Oba su utjecaja međusobno neovisna, što omogućuje njihovo zbrajanje pa se dobiva

$$s_{mp}^2 = \bar{x} (m_v^2 + s_{mv}^2). \quad (5)$$

Koefficijent varijacije V_{mp} duljinske mase prede, izražen u postocima, služi kao mjerilo za jednolikost prede, pa je

$$V_{mp} = \frac{s_{mp}}{m_v \bar{x}} 100\% = \frac{100}{\sqrt{\bar{x}}} \sqrt{1 + \frac{s_{mv}^2}{m_v^2}} \%. \quad (6)$$

Ako je V_{mv} koeficijent varijacije duljinske mase vlakna, onda je

$$V_{mv} = \frac{S_{mv}}{m_v} \cdot 100, \quad (7)$$

pa izraz (6) prelazi u oblik

$$V_{mp} = \frac{100}{\sqrt{x}} \sqrt{1 + \left(\frac{V_{mv}}{100} \right)^2} \% . \quad (8)$$

Umjesto koeficijenta varijacije V_{mv} mase vlakna može se upotrijebiti koeficijent varijacije promjera vlakna V_{dv} između kojih postoji dovoljno točan odnos

$$V_{mv} = 2 V_{dv}, \quad (9)$$

tako da izraz (8) za minimalnu graničnu nejednolikost prede poprima oblik

$$V_{mp} = \frac{100}{\sqrt{x}} \sqrt{1 + 4 \left(\frac{V_{dv}}{100} \right)^2} \% . \quad (10)$$

Odatle slijedi da će pređa biti jednoličnija ako je sastavljena od više vlakana i ako se promjeri vlakana manje međusobno razlikuju. Finoća vunenog vlakna ima koeficijent varijacije oko 25%, a pamučno vlakno oko 18%, pa izraz (10) prelazi u jednostavniji oblik

$$V_{mp} = \frac{112}{\sqrt{x}} \% \text{ za vunu i } V_{mp} = \frac{106}{\sqrt{x}} \% \text{ za pamuk.} \quad (11)$$

Izrazi (10) i (11) daju teorijski podatok o najnižoj mogućoj nejednolikosti prede kojoj u proizvodnji treba težiti. Svakim odstupanjem od slučajne razdiobe vlakana nastalim neispravnim radom prelačkih strojeva (npr. ekscentričnost valjaka, istrošenost zubaca zupčanika, neispravnost isteznog uređaja, itd.) raste nejednolikost, pa će stvarna nejednolikost V_T biti uvek veća od vrijednosti izračunane izrazom (10), tako da je

$$V_T^2 = V_{mp}^2 + V_S^2, \quad (12)$$

gdje je V_S koeficijent varijacije nejednolikosti koji je uvjetovan utjecajem strojeva. Izraz (12) ima veliko praktično značenje, budući da daje jasne smjernice za sva poboljšanja u tehnološkom procesu. Sva će se poboljšanja prede odraziti na smanjenju člana V_S u izrazu (12) jer se član V_{mp} današnjim prelačkim postupcima i strojevima s konstantnim istegom ne može smanjiti.

Omjer stvarnog koeficijenta varijacije V_T i graničnoga V_{mp} prema izrazu (10) jest indeks nejednolikosti

$$K = \frac{V_T}{V_{mp}} = \frac{V_T \sqrt{x}}{100 \sqrt{1 + 4 V_{dv}^2}} = \frac{V_T}{100 \sqrt{1 + 4 \left(\frac{V_{dv}}{100} \right)^2}} \sqrt{\frac{T_p}{T_v}}. \quad (13)$$

Prosječan broj vlakana u presjeku pređe \bar{x} u stvari je omjer titra pređe T_p i titra vlakna T_v . Kao što se vidi iz izraza (10) i (11), vrijednost se korijena u nazivniku ne razlikuje mnogo od jedinice, pa se izraz (13) može dovoljno točno napisati u obliku

$$K = \frac{V_T}{100} \sqrt{\frac{T_p}{T_v}}. \quad (14)$$

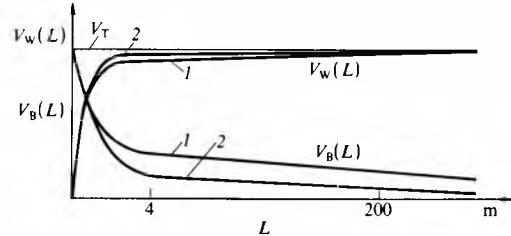
Indeks nejednolikosti mjera je nejednolikosti neovisna o finoći ili titru pređe, pretpređe ili pramenu, pa on omogućuje usporedbu nejednolikosti svih predvi predionice, dakle pramenâ, pretpredâ i predâ. Valja napomenuti da se promjenom titra pređe ili titra vlakna mijenja i koeficijent varijacije stvarne pređe, V_T .

Izrazi (8) i (10) vrijede samo za kratke odsječke pređe i nisu dovoljni za dublji uvid u nejednolikost pređe, jer oni ne pokazuju na vrstu i porijeklo nejednolikosti. Stoga je potrebno odrediti totalnu nejednolikost, prema izrazu

$$V_T^2 = V_B^2(L) + V_W^2(L), \quad (15)$$

koja se sastoji od nejednolikosti $V_B^2(L)$ između duljina L i prosječne nejednolikosti $V_W^2(L)$ unutar duljine pređe. Nejednolikost unutar duljine $V_W^2(L)$ obuhvaća varijacije kratkih djelića pređe i njena suviše velika vrijednost daje tkaninama i pletivu nemiran izgled. Nejednolikost između duljina $V_B^2(L)$ mjera je nejednolikosti na duljim dijelovima pređe. Suviše velika nejednolikost uzrokuje pojavu pruga potki na tkaninama i velike varijacije finoće pređe.

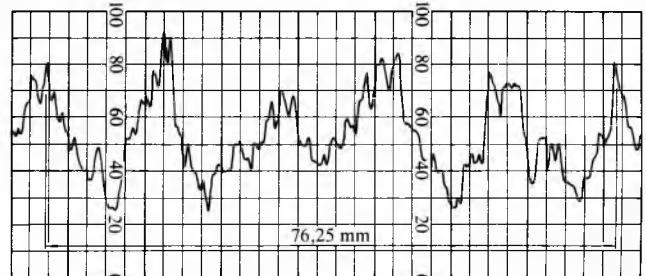
Vrijednosti $V_B^2(L)$ i $V_W^2(L)$ određuju se za različite duljine L pređe. Kad se ispituju odsječci pređe malih duljina, nejednolikost $V_B^2(L)$ imat će veliku vrijednost, koja se smanjuje s povećanjem duljine. Nasuprot tome, nejednolikosti $V_W^2(L)$ na kratkim duljinama nisu dovoljno izražene, pa ta nejednolikost ima malu vrijednost koja s povećanjem duljine najprije naglo raste, ali se postepeno s povećanjem duljine taj porast smanjuje. Totalna nejednolikost V_T^2 za velike duljine pređe postaje neovisna o duljini ispitivane pređe. Na slici 2 prikazane su vrijednosti $V_B(L)$ i $V_W(L)$ za dvije pređe od češljane vune.



Sl. 2. Duljinske varijacije dviju pređa od češljane vune (1, 2) u ovisnosti o duljini ispitivane pređe. ($V_B(L)$ i $V_W(L)$) su koeficijenti nejednolikosti

Nejednolikost predvi određuje se elektroničkim aparatima koji registriraju nejednolikosti. Takva mjerjenja pokazuju da promjene, npr. mase pređe po jedinici duljine, nemaju slučajnu razdiobu odstupanja od srednje vrijednosti, već se koliko-toliko pojavljuje periodičan slijed debljih i tanjih mesta u pramenu ili predi. Zbog periodičnosti pojave može se odrediti valna duljina i amplituda pojave. Duljina vlakna uzima se kao jedinica mjere za valnu duljinu. Razlikuju se kratkovalne (duljina vala $1 \dots 10 \times$ duljina vlakna), srednjovalne ($10 \dots 100 \times$ duljina vlakna) i dugovalne ($100 \dots 1000 \times$ duljina vlakna) periodične promjene pređe. Amplitude kratkovalnih promjena općenito su veće od dugovalnih, jer one nastaju zbog lošeg procesa na posljednjem prelačkom stroju (predilici), pa nisu mogle biti smanjene strukanjem (dubliranjem) i istezanjem.

Na slici 3 vidi se primjer periodične promjene mase pređe po jedinici duljine.



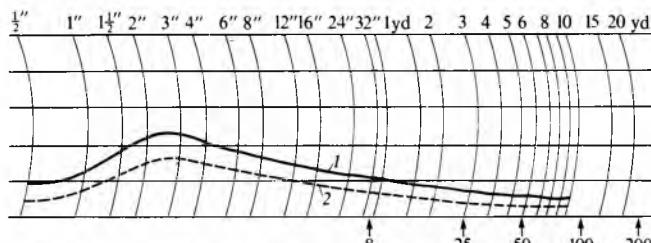
Sl. 3. Periodične promjene mase pređe po jedinici duljine. 1 cm na dijagramu $\equiv 25$ cm pređe, valna duljina na dijagramu 76,25 mm : 5 = 15,25 mm, valna duljina za pređu 381 mm

Spektar nejednolikosti ovisnost je amplitude o valnoj duljini. U stvarnosti tekstilno predivo ima niz nejednolikosti različitih valnih duljina, pa se dobiva neprekinuta krivulja (sl. 4). Iscritkana krivulja na slici 4 prikazuje spektar nejednolikosti idealne pređe kojoj se nejednolikost osniva samo na slučajnoj razdiobi vlakana (minimalna granična nejednolikost). Ako sva vlakna u predi imaju jednaku duljinu, idealni

se spektar nejednolikosti može odrediti iz izraza

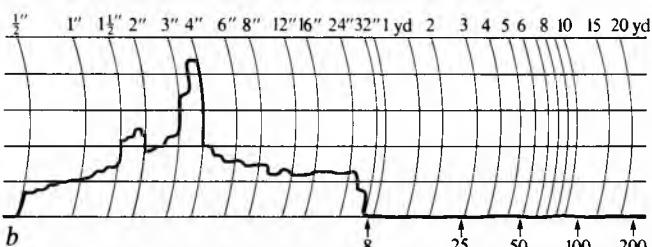
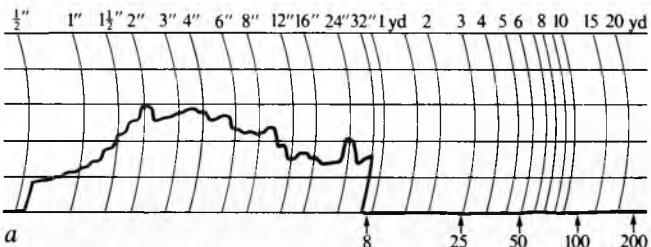
$$S(\lg \lambda) = \frac{1}{\sqrt{\pi \bar{x}}} \cdot \frac{\sin \frac{\pi L_v}{\lambda}}{\sqrt{\frac{\pi L_v}{\lambda}}}, \quad (16)$$

gdje je L_v duljina vlakna, \bar{x} prosječni broj vlakana u presjeku prede, a λ valna duljina promjene.



Sl. 4. Primjeri spektara nejednolikosti. 1 realna pred, 2 idealna pred

Spektrogram (sl. 5a) prilično jednolične prede (nejednolikost $V_T = 19\%$) ima stepeničast tok krivulje, jer aparat za ispitivanje (spektrograf) može registrirati 30 valnih duljin. Ako, međutim, pred ima neku periodičnu promjenu s konstantnom valnom duljinom, u spektrogramu će se pojavit dobro izražena vrijednost amplitude (sl. 5b) za tu periodičnu promjenu.



Sl. 5. Primjeri spektrograma češljane pamučne prede. a) preda bez izrazite periodične promjene, b) preda s izrazitom periodičnom promjenom

Tako se otkrivaju pogreške u predionici, pa se dobivaju informacije o valnoj duljini pogreške, što omogućuje otkrivanje izvora njezine pojave.

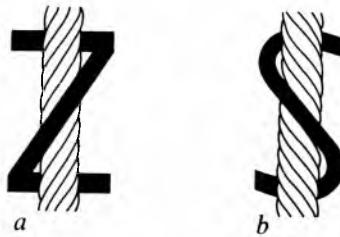
Osnovne operacije predenja. Prirodna vlakna, a i vlasak kemijskih filamenta s duljinom primijerenom za predenje, obično dospijevaju u predionicu sprešani u balama. Prirodna su vlakna u tim balama isprepletena i nejednake kvalitete (npr. različitih duljina, finoće, čvrstoće), a još su i različite zrelosti, s primjesama i nečista. Zbog toga treba grumenje i čuperke isprepletenih vlakana najprije rastvoriti, siroviniu očistiti i promješati. U preradbi pamuka i drugih biljnih vlakana to se radi u tzv. čistionici, i to u suhom stanju, dok se vuna čisti pranjem.

Nakon obradbe sirovine u čistionici, odnosno nakon pranja, slijedi *grebenanje*, kojim se vlakna oslobođaju iz grumenja, čiste uklanjanjem primjesa i izdvajanjem kratkih vlakana, pa se paraleliziraju u koprenu iz koje se istodobno oblikuju u pramenove prikladne finoće. Princip je grebenanja isti za sve vrste vlakana, ali se, zbog njihovih različitih

fizikalnih svojstava, kao što su duljina, finoća i kovrčavost, konstrukcijske pojedinosti strojeva za grebenanje dosta razlikuju.

Sljedeća operacija predenja obično je *istezanje*. Tom se prilikom prameni dobiveni grebenanjem struču i istežu. Tako se ujedno vlakna i dalje intenzivno miješaju i paraleliziraju, a prameni se ujednačuju. Već prema vrsti vlakana i namjeni prede istezanju može prethoditi *češljanje*. Njime se prameni čiste od još zaostalih primjesa i kratkih vlakana i bolje se paraleliziraju.

Nakon istezanja počinje predenje, koje se obično sastoje od dviju operacija, pretpredenja i završnog predenja. Rjeđe se obavlja samo jednom operacijom, izravnim predenjem. Pretpredenjem se prameni daljim istezanjem profinjuju (stanjuju), a zatim uvijaju. Tako nastaje pretpreda koja se odlikuje povezanošću i čvrstoćom potrebnom za dalju preradbu. Završnim predenjem pretpreda se stanjuje na potrebnu finoću i dalje uvija, a uvjenost se prede prilagođuje njenom namjeni. Pri tom se moraju uzeti u obzir fizikalna svojstva vlakna (osobito duljina, finoća, čvrstoća). Preda se dobiva uvijanjem udesno ili ulijevo. U praksi se o tome govori kao o Z-uviju, odnosno S-uviju (sl. 6).



Sl. 6. Smjerovi uvijanja prede. a) uvijanje udesno (Z-uvoj), b) uvijanje ulijevo (S-uvoj)

Najčešće se predenje prema konvencionalnim postupcima završava prematanjem prede s namotaka predilice na veći križni namotak uz izdvajanje zadebljanja i tankih dijelova niti, pa se upućuje na dalju preradbu tkanjem, pletenjem ili končanjem. Za neke svrhe predu se još i pari, bijeli, bojadiše i mercerizira. Te se operacije smatraju doradbom tekstilnih proizvoda (v. *Apretura*, TE 1, str. 316; v. *Bijeljenje, čišćenje i pranje tekstila*, TE 2, str. 30; v. *Bojadisarstvo i tisk tekstila*, TE 2, str. 68; v. *Dorada tekstilnih proizvoda*, TE 3, str. 384).

PREDENJE PAMUKA

U predenju pamuka (sl. 7) razlikuju se sljedeći postupci: a) predenje grebenane (bez češljana) pamučne prede finoće 15...200 tex, b) predenje češljane (uključujući grebenanje i češljanje) pamučne prede finoće 4...25 tex, c) predenje pamučnih otpadaka finoće 200...1000 tex.

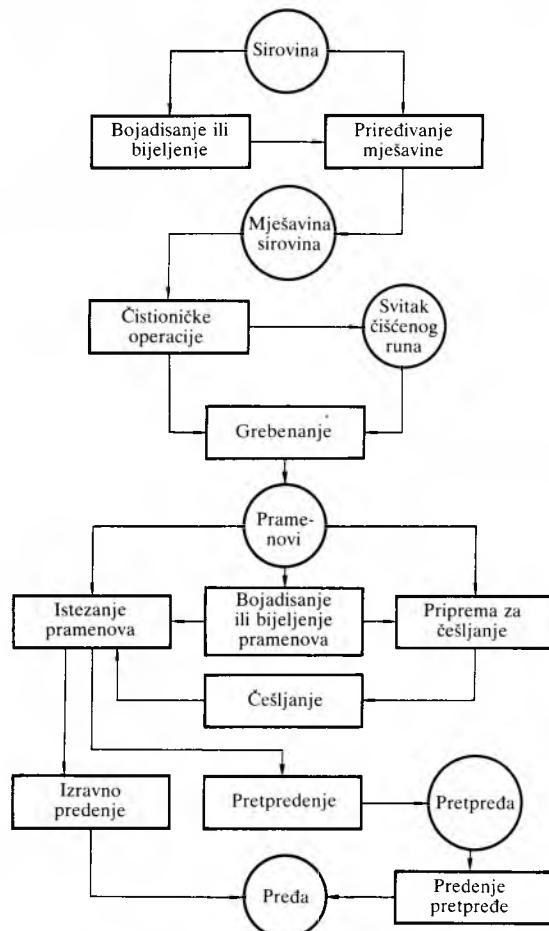
Grebenana je preda grublja, manje čvrsta i manje jednolika, a dobiva se od grubih, kratkih i srednje dugih vlakana. Češljana pamučna preda najčešće je tanja, više jednolika, glađa i veće čvrstoće, pa se dobiva od finijih i duljih vlakana.

Grebenanje se primjenjuje i na predu od kemijskih vlakana (npr. celuloznih, poliesternih, poliakrilnitrilnih) finoće slične finoći pamučnih vlakana koja se predu tim postupkom, a duljina im je primjerena konstrukciji strojeva.

Istim postupcima kao za predenje pamuka proizvode se i grebenane i češljane prede od mješavina pamučnih i kemijskih vlakana. Također se, već prema namjeni grebenanih predu, kao komponente u njihovoj proizvodnji mogu iskoristiti i kvalitetniji otpaci u pojedinim operacijama preradbe. Osim toga, u nestočici drugih vrsta vlakana postupcima predenja pamuka proizvodi se i predu od kratkih lanenih i kudjeljnih vlakana, odnosno mješavina u kojima su ta vlakna komponente.

Osnovni su proizvodi predionice pamuka prede na predioničkim namocima i predu dobivena postupkom OE (prema engleskom *Open End*, otvoreni kraj) na cilindričnim ili

stočastim križnim namocima. Osim tih, proizvodi se i niz drugih preda koje se međusobno razlikuju doradenošću i pakovanjem.



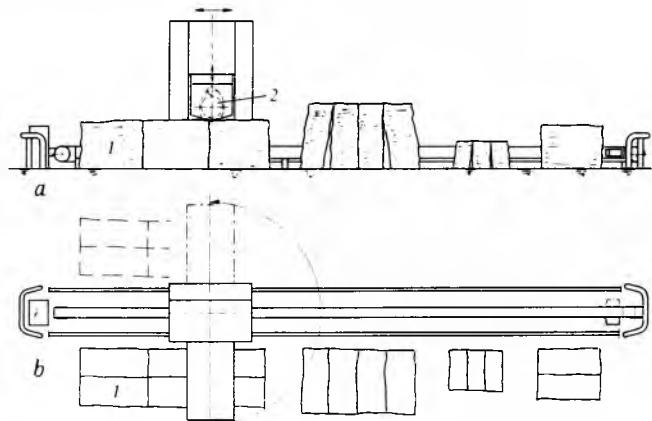
Čistioničke operacije. Sirovi se pamuk dobavlja u balama različitih dimenzija, a i različite je gustoće, što ovisi u prvom redu o zemlji iz koje potječe. U balama je pamuk u obliku jače ili slabije spresanih grumenih od isprepletenih vlakana zajedno s različitim primjesama. Da bi se sirovina homogenizala, moraju se pamučna vlakna iz više bala međusobno miješati, jer je to preduvjet za dobivanje kvalitetne prede i za jednolik izgled obojene tkanine i pletiva. Zato se istodobno prerađuje više desetaka bala. Bale treba prvo otvoriti, tj. njihove grumene raščiniti u čuperke, koji se zatim čiste (osobito otprašuju). Konačno se čuperci iz više različitih bala međusobno dobro izmiješaju.

U starijim postrojenjima čišćenje pamuka počinje obradom na stroju za miješanje i otvaranje grumenja (rahlač bala), a završava obradbom na udaraču na kojem se runo od čuperaka potrebne finoće još i namata u svitke. Ta postrojenja rade odvojeno od grebenaljki.

U suvremenim je postrojenjima za predenje pamuka oprema za čišćenje spregnuta s opremom za grebenanje u jedinstvene automatske linije. One počinju automatskim otvaračima bala, nastavljaju se strojem za miješanje i strojem za čišćenje, a završavaju grebenaljkama s uređajima za njihovu opskrbu čupercima.

Automatski otvarači bala. Razvijeno je više tipova automatskih strojeva za otvaranje bala. Jedan od novijih tipova, Unifloc (sl. 8), omogućuje istodobno otvaranje više bala i dobro miješanje sirovine, uz automatsku regulaciju mikroprocesorom, te pneumatski transport i odsisavanje prašine. Valjak za čupanje giba se na tračnicama uz bale položene na podu i skida s njih sloj sirovine. Taj se materijal transportira

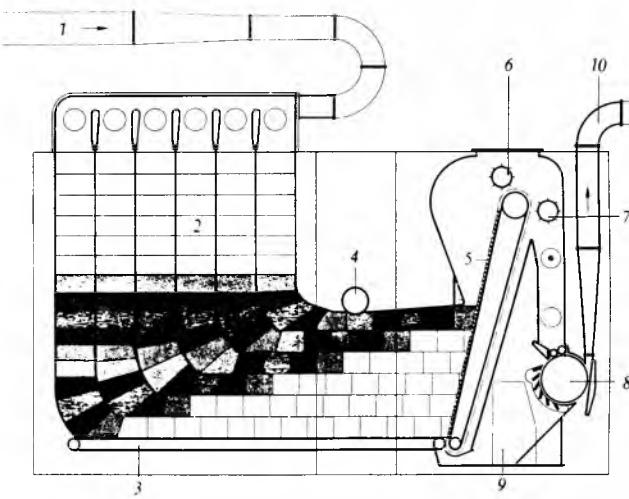
pneumatski kroz odsisni kanal smješten među tračnicama. Stroj može otvarati bale na objema stranama linije gibanja. Dok otvara bale na jednoj strani, na drugoj se priprema novi niz bala. Istodobno se mogu otvarati četiri skupine bala različitih dimenzija i različite gustoće sirovine. Prema visini bala, posredstvom mikroprocesora, podiže se ili spušta valjak za čupanje, a zatim se na svakoj od bala automatski održava unaprijed određena dubina čupanja.



Sl. 8. Automatski otvarač bala (Unifloc). a pogled sa strane, b pogled odozgo; 1 bale pamuka, 2 valjak za čupanje, odsisni kanal

Stroj za miješanje vlakana ne samo što jednolično miješa sirovinu nego je raščupava (otvara grumene) i čisti bez oštećivanja.

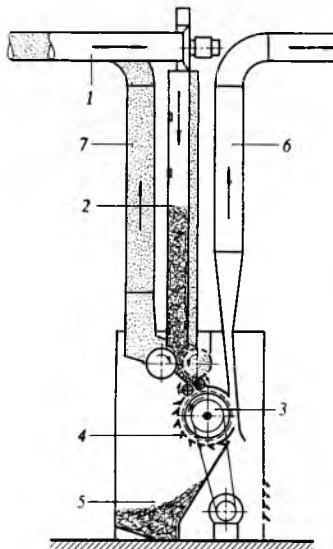
Stroj za miješanje Unimix (sl. 9) ima i uređaj za otvaranje i čišćenje. U prihvatu komoru, koja je pregradena u šest manjih komora, sirovina se pneumatski dovodi i u slojevima zgušćuje. Sirovina se dalje provodi u slojevima pomoću vodoravno položenog transporterja, a slojeve tlači transportni valjak. Na putu kroz komoru sirovina zakreće za 90°, pa je put slojeva to dulji što su slojevi bliže dnu komore. Tako se slojevi međusobno posmično gibaju, što povoljno djeluje na ujednačivanje sirovine. Sirovina stiže zatim na igličastu traku koja istodobno zahvaća sve slojeve, raščinjava sirovinu u pojedine čuperke vlakana i miješa je. S igličaste trake sirovina dopisjeva u komoru za dopremu, odakle je uzimaju valjak za otvaranje i čišćenje, a zatim se pneumatski vodi na dalju preradbu.



Sl. 9. Stroj za miješanje (Unimix). 1 dovod materijala, 2 prihvativne komore, 3 transporter, 4 transportni valjak, 5 igličasta traka, 6 valjak za skidanje viših materijala, 7 valjak za skidanje s trake, 8 valjak za otvaranje i čišćenje s rešetkom, 9 komora za skupljanje otpadaka, 10 odvodnje čuperaka

Stroj za čišćenje pamuka (ERM, Rieter). Materijal se uvođi u komoru pregrađenu lamlama (sl. 10), u kojoj se čuperci zgušćuju u jednoliko runo. Dovodni valci potiskuju

runo na valjak za otvaranje, koji može imati ploče s izbočenjima (nosovima) ili pilastu oblogu. Oko valjka se nalazi rešetka za čišćenje kroz koju ispadaju primjese.

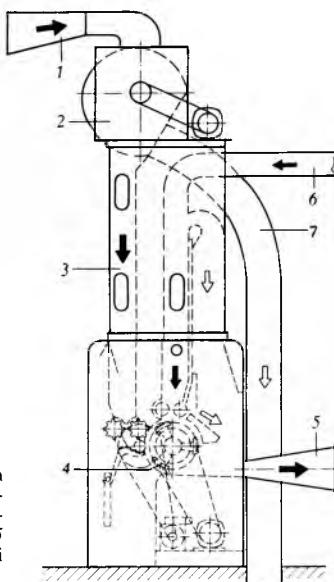


Sl. 10. Čistilica pamuka (ERM, Rieger). 1 dovod materijala, 2 lamelna komora, 3 valjak za čišćenje, 4 rešetka za čišćenje, 5 komora za otpatke, 6 odsisni vod za očišćeni materijal, 7 odvod onečišćenog zraka

Grebenanje. Grebenanjem pamuka treba do kraja otvoriti njegove čuperke u pojedinačna vlakna i očistiti ih, izdvjiti kratka vlakna bez stvaranja nakupina, proizvesti najprije tzv. *koprenu* (tvorevinu u kojoj su vlakna jednoliko raspoređena, dobro izravnana i paralelizirana), pa iz nje proizvesti tzv. *pramen* sposoban za istezanje. Zbog toga je grebenanje izvanredno važna i osjetljiva operacija, osobito za kvalitetu prede. U proizvodnji grebenane prede vrlo je važno i istodobno čišćenje, jer se ono, ako se ne proizvodi češljana preda, više ne ponavlja u daljem procesu.

Uredaj za dovod materijala grebenaljkama uspješno je zamijenio starije strojeve za udaranje i dobivanje svitaka. Taj uredaj mora dobro ujednačivati čuperke koji se dalje prerađuju i od kojih se na ulazu u grebenaljke oblikuje jednoliko runo.

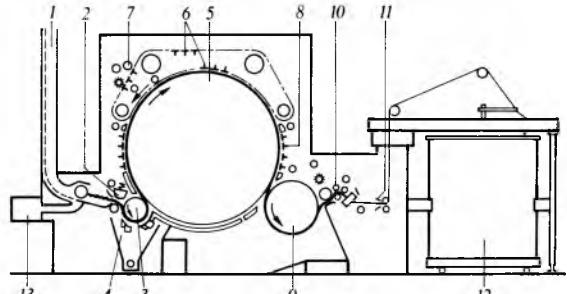
Postoji niz konstrukcija tih uredaja, ali se sve one zasnuju na sličnom principu. Na uredaju Aerofeed, Rieger (sl. 11) materijal se kondenzorom uvedi u prihvatu komoru, a zatim do trokrakog udarača (nazvanog udarnim krilom ili Kirschnerovim krilom), koji otvara čuperke skoro u pojedinačna vlakna. Nakon toga se struja materijala, stvorena odsisavanjem pomoću ventilatora, vodi uz tranzistorski merni uredaj (tzv. flokmetar) i tlači u prstenasti vod iznad grebenaljki. On služi kao dovodni uredaj iz kojeg materijal konačno



Sl. 11. Uredaj za dovod materijala grebenaljci (Aerofeed, Rieger). 1 dovod materijala, 2 kondenzor, 3 komora, 4 udarač (Kirschnerovo krilo), 5 vod prema grebenaljkama, 6 povratni vod, 7 odvod zraka

dospijeva u prihvatore komore grebenaljki. Prstenasti vod se regulira flokmetrom i regulatorom centralnog uredaja za daljinsko upravljanje, tako da se u prihvatakomorama grebenaljki održava potrebna količina runa jednoliko raspoređenog po čitavoj širini komore. Višak materijala u prstenastom vodu vraća se u uredaj posebnim povratnim vodom, pa se ponovno prerađuje sa svježim materijalom.

Grebenaljke. Za suvremene automatske predioničke linije upotrebljavaju se grebenaljke s tzv. poklopциma (sl. 12). Poklopci su elementi s igličastom oblogom koji se sporo gibaju iznad bubenja u smjeru njegove vrtnje ili u suprotnom smjeru. Dovodni valjak uzima runo iz prihvatakomore i dovodi ga na stol za dovod materijala s kojim čini tzv. isteznu liniju. Odатle runo dospijeva u područje predtrgača. To je valjak s pilastom oblogom koja vrhovima, preko uredaja za čišćenje, vodi čuperke na bubenj.



Sl. 12. Grebenaljka za pamuk (tip C4, Rieger). 1 vod za pneumatsku dopremu otprašenog materijala, 2 uredaj za dodavanje materijala, 3 predtrgač, 4 uredaj za čišćenje, 5 bubanj, 6 pokretni poklopaci, 7 uredaj za kontinuirano čišćenje poklopaca, 8 fiksni poklopaci, 9 oduzimač, 10 uredaj za skidanje koprene, 11 uredaj za regulaciju jednolikosti, 12 lonac, 13 odvod zraka

Bubanj grebenaljke ima čeličnu oblogu pilasta oblike. Brzina je vrtnje bubenja do 600 min^{-1} , a njegova je obodna brzina veća od obodne brzine predtrgača. Zbog toga zupci njegove obloge skidaju s predtrgača praktički pojedinačna vlakna, a zupci poklopaca češljaju i paraleliziraju (grebenaju) vlakna na oblozi bubenja.

U radnom položaju poklopaca ima uvijek manje od polovice. Prije vraćanja u radni položaj oni se čiste od nakupljenih primjesa i kratkih vlakana. Taj se otpad naziva *stripsom*.

Uspjeh grebenanja ovisi o razmaku među radnim dijelovima grebenaljke. U načelu oni moraju biti što manji, ali je za grebenanje kemijskih vlakana povoljnije da budu širi, jer ta vlakna nemaju primjesa. Ta se vlakna grebenaju uz manje brzine vrtnje grebenaljke, a upotrebljavaju se i specijalne obloge s blažim nagibom zubača, da se vlakna ne bi nepotrebno oštećivala.

S bubenja grebenaljke vlakna prelaze na oduzimač koji se vrti mnogo sporije, pa se na njegovu obodu vlakna zgušnjuju u jednoliku koprenu. S oduzimača se vlakna skidaju sjekiricom koja titra (starija izvedba), odnosno posebnim valjcima za skidanje. Od koprene oblikovani pramen prolazi kroz uredaj za regulaciju jednolikosti, pa se odlaže u tzv. prihvati lonac.

Suvremene grebenaljke potpuno su zatvorene u kućišta i imaju uredaje za odvođenje nečistoća i prašine. Njihov proizvodni kapacitet doseže do 80 kg/h , što je $10\text{--}20$ puta više od kapaciteta starijih grebenaljki.

Istezanje pamuka za proizvodnju grebenane prede. Općenito se pod istezanjem razumijeva stanjivanje predioničkih poluproizvoda razvlačenjem. Treba razlikovati istezanje jednostručnih proizvoda od istezanja u kojemu se na ulazu u istezni uredaj struče više jednostručnih proizvoda. Kad se istežu jednostručni proizvodi, profinjenje je glavna svrha istezanja. Istezanjem strukanih jednostručnih poluproizvoda stanjuju se ulazni pramnovi, ali je glavna svrha strukanja veća jednolikost proizvoda i miješanje vlakana. Istezanjem u standardnim uredajima s valjcima poboljšava se izravnost i paralelnost vlakana.

PREDENJE

Istezni uređaji najčešće se osnivaju na djelovanju dvaju ili više pari valjaka koji se, od ulaska prema izlasku poluproizvoda, vrte sve brže. Donji su valjci u tim parovima s čeličnim rebrima i imaju vlastiti prigonski sklop. Gornji valjci s oblogom od sintetske gume pritisnuti su na donje valjke spiralnim oprugama ili pneumatskim uređajima. Time se uklješćuje materijal koji se prerađuje i gibanje se prenosi s donjih na gornje valjke.

Isteg. Učinak isteznog uređaja sa dva para valjaka ovisi o omjeru obodnih brzina izlaznog (v_i) i ulaznog (v_u) para valjaka (uvijek je $v_i > v_u$). Taj omjer

$$I = \frac{v_i}{v_u} \quad (17)$$

naziva se strojnim istegom. Ako se isteg definira omjerima drugih veličina ili svojstava mјerenih nakon istezanja i prije toga, npr. omjerom duljina nekog isječka materijala, omjerom prosječnog broja vlakana u presjeku, omjerom masa isječaka istih duljina ili omjerom finoća, to je tehnološki isteg

$$I = \frac{T_{tu}}{T_{ti}}, \quad (18)$$

gdje je T_{tu} finoća na ulazu, a T_{ti} finoća na izlazu iz stroja. Ukupni isteg nekog uređaja s više pari valjaka jednak je produktu svih pojedinačnih istega između pojedinačnih parova valjaka.

Istezanje i nejednolikost. Pri svakom istezanju proporcionalno se povećavaju uzdužni razmaci među vlaknima, a opada prosječni broj vlakana u poprečnom presjeku. Za razumijevanje tog procesa može poslužiti model u kojem je uzdužni razmak među vlaknima definiran razmakom među njihovim prednjim krajevima, a brzina gibanja naraste od v_u na v_i kad njihov prednji kraj dospije u liniju izlaznog para valjaka. U takvu će se modelu razmak vlakana koji je postojao na ulazu (a_u) povećati istezanjem za vrijednost istega, pa će razmak vlakana nakon istezanja iznositi

$$a_i = a_u I. \quad (19)$$

Takvo se istezanje naziva *idealiziranim istegom* i njime se idealiziranim poluproizvodu povećava nejednolikost, koja se na kraju tog procesa može prikazati izrazom

$$V_{mp}^2 = \frac{100^2}{\bar{x}_u} \left[1 + 4 \left(\frac{V_{dv}}{100} \right)^2 \right] I \quad (20)$$

iz kojeg se lako dobiva jednadžba (10). Prema tome, ta je nejednolikost granična, a proizvod idealiziran.

Može se zamisliti i istezanje kojim bi se dobio proizvod s još manjom nejednolikosti od granične. Tada bi, npr., trebalo dovoljno brzo mijenjati brzine gibanja vlakana promjenama brzine vrtnje ulaznih ili izlaznih valjaka, odnosno mijenjati isteg prema debljini ulaznog pramena, tj. prema broju vlakana u njegovu presjeku. Međutim, mogućnosti regulacije upravljanja suvremenim uređajima još su uvijek dosta ograničene.

Regulacijski uređaji u predioničkim postrojenjima primarno se upotrebljavaju za skraćivanje trajanja procesa, pogotovo da bi se izbjeglo višekratno istezanje. Time se, zapravo, teži tzv. *direktnim postupcima predenja* (npr. dobivanju prede postupkom OE izravno od pramena grebenaljke). Iz tehničkih i ekonomskih razloga regulacijski se uređaji ugrađuju samo u neke strojeve, uglavnom za pripremu, pa se nastoji uskladiti gibanje vlakana s gibanjem kojim bi se postizao idealizirani isteg.

U preradbi materijala od jednakog dugih vlakana to se može postići uskladivanjem duljine isteznog polja s duljinom vlakana tako da se brzina njihova gibanja zaista približno mijenja u skladu s modelom idealiziranog istezanja. Međutim, istezanje materijala kojemu su vlakna različite duljine dosta se razlikuje od takva istezanja. Pri tom se brzina gibanja vlakana s duljinom jednakom ili većom od duljine isteznog polja, tzv. kontroliranih vlakana, također mijenja na spomenuti način. Mjesto promjene brzine vlakana koja su kraća od

duljine tog polja, tzv. plivajućih vlakana, nije točno definirano. Njihov se položaj mijenja prema duljini vlakana i prema drugim činiocima. Ipak, dodatnim uređajima za vođenje materijala u preradbi (npr. remeničima) može se mjesto promjene brzine plivajućih vlakana u sklopovima za istezanje (visokoistezni uređaji) dosta približiti prednjoj isteznoj liniji. Takvim sklopovima ugrađenim u pretpredilice i predilice, a koji još rade pod visokim tlakom, može se uspješno i s manje operacija postići povoljno istezanje grubljih proizvoda, čak i bez prilagođivanja duljine isteznog polja potrebnog za istezanje običnim uređajima. Dalja je prednost tih uređaja što omogućuju nastavak proizvodnje s mnogo kraćim zastojem kad se mijenja materijal u preradbi, jer nije potrebno mijenjati duljinu isteznog polja.

Unatoč svemu tome, zbog mnogih utjecajnih činilaca, ne može se predvidjeti jednolikost realne prede koju treba proizvesti, računajući s približno idealiziranim istegom.

Strukanje pri istezanju. Strukanjem i istezanjem na istezalicama poboljšava se jednolikost proizvoda uz istodobno miješanje vlakana. Tako se strukanjem mogu miješati prameni od različitih materijala (npr. prameni od pamučnih i poliesternih vlakana) ili prameni različitih boja (tzv. *melanžiranje*). Osim što se tada donekle poklapaju deblja i tanja mjesta, čime se postiže ujednačavanje, strukanje još podupire miješanje u poprečnom, a istezanje u uzdužnom smjeru.

Ako se, uz strukanje pri istezanju u dva ili više prolaza, struće još i tokom drugih operacija predenja, računa se s ukupnim strukanjem

$$d_u = d_1 \cdot d_2 \cdot d_3 \dots d_n \quad (21)$$

gdje je $d_1, d_2, d_3 \dots d_n$ broj pramenova u pojedinoj od tih operacija. Ukupno strukanje ne smije biti manje od nekog minimalno potrebnoga, koje ovisi o omjeru miješanja poluproizvoda i prosječnom broju vlakana u presjecima tih materijala. Za varijacijski koeficijent struktanih, još neistegnutih, istovrsnih pramenâ dobiva se

$$V_d = \frac{V}{\sqrt{d}}, \quad (22)$$

gdje je V varijacijski koeficijent jednog od nestruktanih pramenâ. On se može odnositi na bilo koju karakteristiku struknog poluproizvoda, npr. na broj vlakana u poprečnom presjeku, masu komada jednake duljine ili površinu poprečnog presjeka pramenâ.

Ako se izraz (22) primjeni na idealizirani proces (strukanje idealiziranih pramenâ, pa idealizirano istezanje struktanih poluproizvoda), varijacijski se koeficijent mijenja u skladu s promjenom srednjeg broja vlakana u poprečnom presjeku prema izrazu (20). Ako su, međutim, strukanje i isteg jednaki, ne mijenja se ukupni varijacijski koeficijent broja vlakana u poprečnom presjeku. Iz toga slijedi da sprega uzastopnog strukanja i primjerenog mu idealiziranog istezanja ne djeluje na jednolikost izlaznog pramena ako pojedini prameni imaju slučajnu (Poissonovu) raspodjelu broja vlakana. U stvarnom pramenu vlakana pojavljuje se još i dodatna nejednolikost, pa je smanjenje te nejednolikosti stvarna svrha strukanja uz već spomenuto miješanje koje se strukanjem postiže. Uspjeh u tome vrlo je važan, jer se unatoč pogoršanju na kraćim odsjećima istezanjem ipak dobiva poluproizvod jednolikiji nego što su prameni dobiveni s grebenaljki.

Istezalice. U istezni uređaj istezalice (sl. 13) dovodi se obično 6 do 10 struktanih pramenâ. Istegnuti materijal što izlazi iz istezne linije zadnjeg para valjaka skuplja se lijevkom u pramen, koji se zatim učvršćuje kalandriranjem i slaže u lonac pomoću okretnne ploče. Ako istezalice nemaju već spomenutih uređaja za regulaciju, najčešće se struće i isteže u dva prolaza. Ako se istodobno miješaju prameni različitih vrsta vlakana, struće se i isteže u više od dva prolaza.

Sve su istezalice opremljene sigurnosnim uređajima za zaustavljanje ako se prekine ulazni ili izlazni pramen, npr. zbog neželjenog namatanja vlakana na valjke ili pojave kakvih drugih smetnji. Isteže se velikom brzinom (300...500

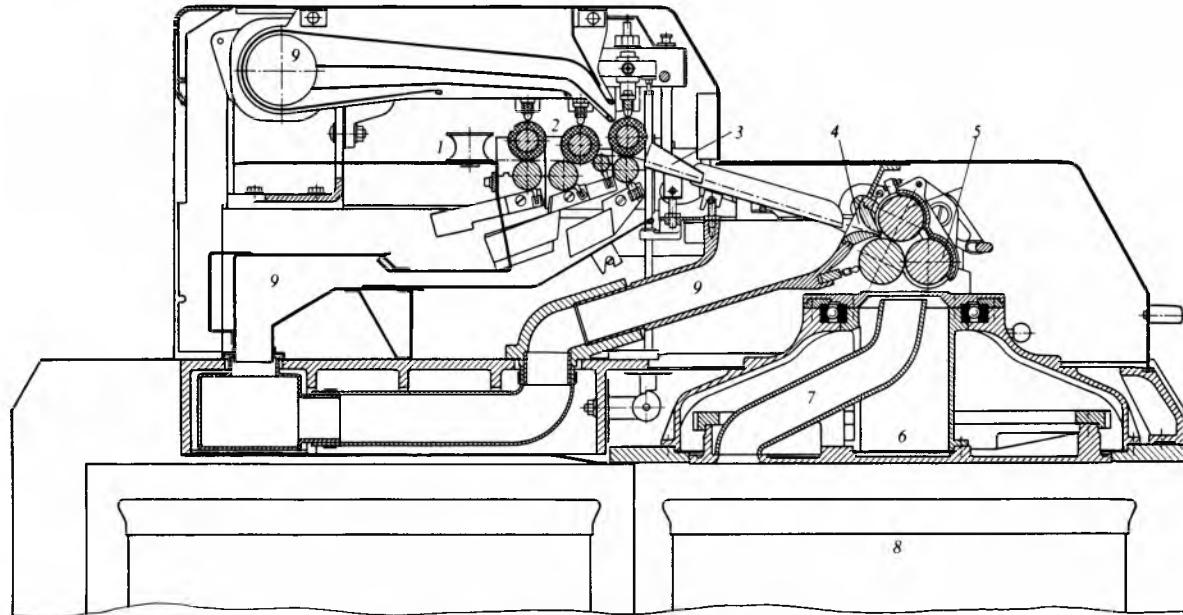
m/min), pa se prašina i kratka vlakna odsisavaju da se na valjcima ne stvore naslage.

Češljanje. Za izradbu finih jednolikih, glatkih, čistih i, po potrebi, čvrstih pamučnih pređa treba, osim upotrebe finijih i duljih vlakana, između grebenanja i istezanja provesti i češljanje. Češljanjem se izdvajaju kratka vlakna, odstranjuju preostale nečistoće, vlakna se paraleliziraju i izravnavaju. Išešljana kratka vlakna zovu se *išešak*, a upotrebljavaju se kao komponenta pri izradbi grubljih grebenanih pređa ili za druge namjene (sanitetska vata, netkani tekstilni proizvodi i dr.).

1,5…2,5. Šest takvih svitaka dovodi se svitkovoj istezalici na kojoj se uz šesterostruki isteg izrađuje svitak za češljanje.

Drugi se postupak provodi u standardnoj istezalici na kojoj se struče 8…10 pramena s isto tolikim istegom. Istegnuti se prameni slažu u lonac i dovode stroju za izradbu svitaka, koji ima tri sustava za istezanje do trostrukog istega. Svakom se od tih sustava dovodi 16…20 pramena, a dobiveno se runo struče, stiže, izglađuje kalandriranjem i namata na svitak.

Češljarice obično imaju osam glava (sl. 14). Svakoj se glavi (sl. 15) dovodi runo s jednog od svitaka položenih na valjke za odmatanje. Dovodni valjak prenosi runo (duljine dovode-



Sl. 13. Glava istezalice za pamuk (Ingolstadt). 1 valjak za dovođenje pramena, 2 istezni uređaj, 3 lijevak za koprenu, 4 lijevak za pramen, 5 valjci za kalandriranje, 6 okretni tanjur, 7 kanal za pramen, 8 lonac, 9 odsisni kanali

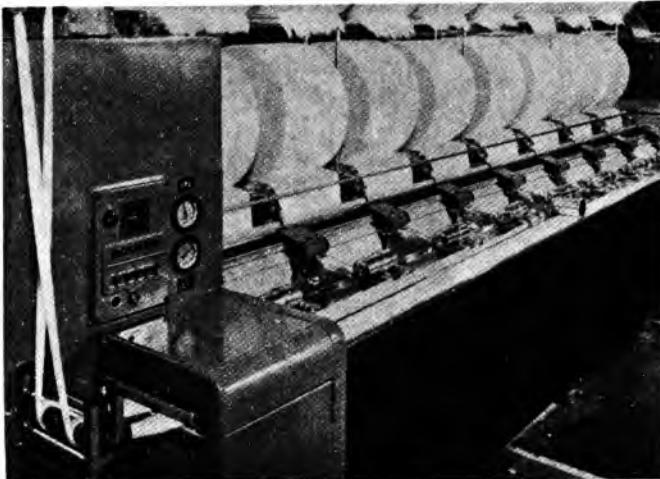
Ranije se češljalo samo prilikom proizvodnje najkvalitetnije i najfinije pređe, ali se danas češlja i u proizvodnji nešto grublje pređe. Češljanom grubljom pređom zamjenjuje se i grebenana pređa koja se izrađivala od pamuka što se brao ručno i koji je bio čistiji te imao dulja vlakna od pamuka što se bera strojevima.

Priprema za češljanje. Svitak pripremljen za češljanje mora imati što jednoličnije runo s paraleliziranim vlaknima, jer se iz loše pripremljenog svitka češljanjem odvajaju i duga vlakna. Takva se jednolikost i paralelnost postiže strukanjem i istezanjem pramena dobivenih nakon grebenanja.

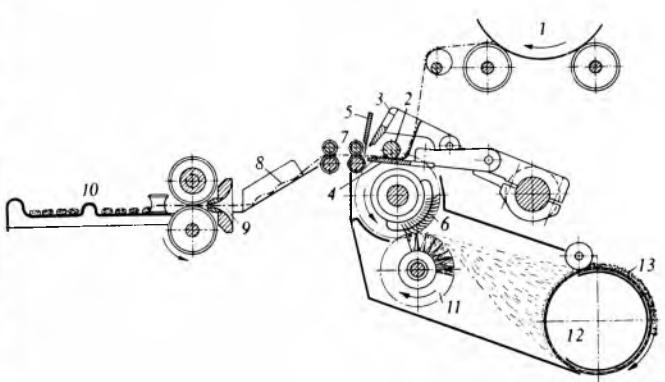
Za standardnu pripremu služi stroj za izradbu svitaka na kojemu se struču 16…24 pramena iz grebenaljki uz isteg od

nja 4…6 mm) u klješta stroja koja se njišu i pri tom se otvaraju i zatvaraju. Kad se klješta zatvore, čvrsto stegnu tzv. bradu koja viri iz nepočešljanog vlakna i približe je valjku (kružnom češlju) s iglicama ili s pilastom oblogom. On iz brade išešljava neuklještena kratka vlakna i primjese, a nakon toga se klješta s počešljanom bradom približe valjcima za skidanje na kojima se brada dočešljava. Prolazeći kroz valjke za skidanje, brada se spaja s koprenom, a nastala tvorevina skuplja se u lijevku i izvodi se na stol s dvije staze. Na svaku od tih staza češljarica polaze po četiri pramena (iz četiri glave), koji se zatim struču, istežu i kalandriraju.

Išešak se s kružnog češlja skida kružnom četkom, odsisava i pomoću bubnjastog sita odvodi iz češljarice. Zbog



Sl. 14. Češljarica za pamuk s osam glava (Rieter)



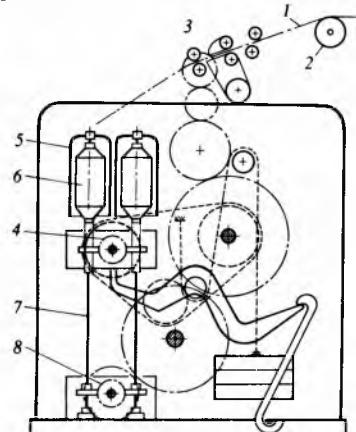
Sl. 15. Glava češljarice (Rieter). 1 svitak s runom za češljanje, 2 dovodni valjak, 3 i 4 gornja i donja čeljust klješta, 5 ravni češaj, 6 kružni češaj, 7 valjci za kidanje, 8 očešljana koprena, 9 lijevak za koprenu, 10 stol za pramene, 11 okrugla četka, 12 bubnasto sito, 13 runo išeška

grupiranja vlakana pri spajanju brade s koprenom počešljano je pramenje dosta nejednoliko na malim duljinama, pa se nakon češljanja uvijek struće i isteže u dva prolaza pomoću običnih istezalica.

Suvremene češljarice imaju 200...300 radnih ciklusa u minuti, a proizvodnja im doseže i do 50 kg/h.

Pretpredenje. Pretpredenjem treba pramen, nastao istezanjem nakon grebenanja, toliko profiniti da se dobiveni poluproizvod, pretpređa, može lako ispresti u pređu. Zbog toga se pramenje na pretpredilicama dalje isteže, učvršćuje se uvijanjem i namata na namotak.

U suvremenim pretpredilicama (sl. 16) prameni pomoću dovodnog valjka dospijevaju u istezni uredaj. To su gotovo uvijek uređaji sa tri para valjaka i dvostrukim remenčićima, koji rade s istegom od 5...15. Istegnuti prameni se uvođe u okomiti otvor na kruni krila, koje se nalazi na vretenu i vrati se zajedno s njim, a prilikom svakog okretaja nastaje jedan uvoj niti pretprede.



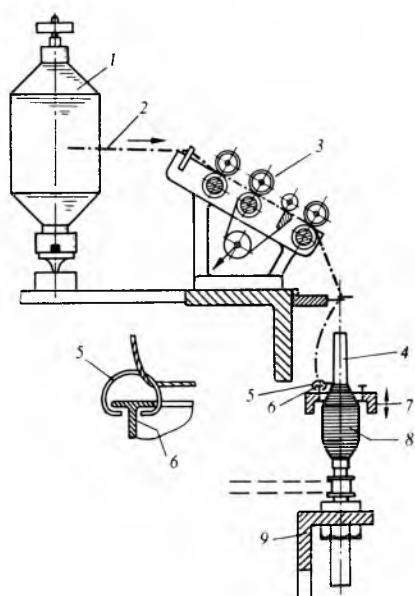
Sl. 16. Dvoremenska istezna pretpredilica za pamuk. 1 prameni za istezanje, 2 dovodni valjak, 3 istezni uredaj, 4 prigonski sklop namotaka, 5 krilo, 6 namotak, 7 vreteno, 8 pogonski sklop vretena

Uvijanje je potrebno kako bi i pretpređa izdržala mehanička naprezanja u daljoj preradbi. Broj uvoja po jedinici duljine ovisi o finoći pretprede, te o vrsti i kvaliteti vlakna. Uvijena se pretpređa namata na namotak koji se vrati brže od krila pomoću posebnog prigona. Da bi se održala stalna brzina namatanja, s povećanjem promjera namotka smanjuje se brzina njegove vrtnje.

Predenje. Pod predenjem u užem smislu razumije se završno (glavno, fino) predenje. To može biti predenje pretpređe ili izravno predenje pramenova (bez pretpredenja). Od strojeva za predenje pretpređe u upotrebi su se zadržale samo prstenaste predilice, dok se za izravno predenje najviše upotrebljavaju predilice koje rade prema tzv. postupku s otvorenim krajem. Sve veću primjenu imaju i drugi nekonvencionalni postupci predenja.

Prstenaste predilice. Završno predenje obuhvaća slične operacije kao i pretpredenje: istezanje pretpređe do potrebne finoće, te povezivanje i učvršćivanje uvijanjem. Na suvremenim prstenastim predilicama isteže se predistegom od 1,1...1,4, i ukupnim istegom od 15...30. Prije namatanja na vreteno istegnuta se nit učvršćuje uvijanjem, i to udesno i ulijevo. Uvija se i namata pomoću tzv. trkača što ga nit povlači sa sobom po prstenu na prstenskoj klupi. Cijevka na koju se namata pređa nataknuta je na vreteno koje se nalazi na vretenaskoj klupi (sl. 17).

Uvijanje je u proizvodnji pređe vrlo važna faza rada. Nedovoljno uvijena pređa lako se razvlači jer je trenje među vlaknima malo, dok su vlakna prejako uvijene pređe previše nategnuta i lako se prekinu i pri malom opterećenju. Zato uvijanjem prekidna čvrstoća pređe najprije raste do nekog maksimuma, a zatim prilično naglo opada. Uvijanje kojim se postiže maksimalna prekidna čvrstoća naziva se kritičnim (zasićenim) uvijanjem.

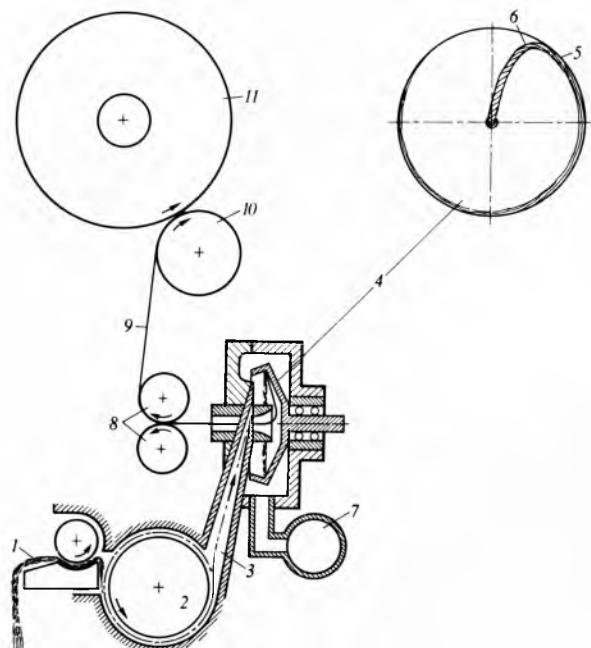


Sl. 17. Prstenasta predilica. 1 namotak pretprede, 2 nit pretprede, 3 istezni uredaj, 4 vreteno s cijevkom, 5 trkač, 6 prsten, 7 prstenasta klupa, 8 namotak pređe, 9 vretenaska klupa

Predenje postupkom s otvorenim krajem. Princip tog predenja bitno se razlikuje od opisanoga konvencionalnog predenja neprekinutog pramena pretpređe, jer se pramen najprije rašinjava u pojedinačna vlakna ili sićušne snopice vlakana (razvlaknjivanje), pa se ta vlakna, odnosno snopici, pripredaju na otvoreni kraj pređe u uređaju za predenje.

Osnovna je prednost predenja postupkom s otvorenim krajem što se tako proces proizvodnje pređe skraćuje, a učinak povećava jer nema dijelova (trkači, prsteni) koji u prstenastim predilicama najviše ograničuju njihove proizvodne kapacitete. Osim toga, pređa je jednoličnija, voluminoznija i otpornija na habanje, a vlakna su joj bolje izmiješana.

U rotorskoj predilici (sl. 18) pramenovi se dovode na valjak za razvlaknjivanje s pilastom ili igličastom oblogom, a



Sl. 18. Glava rotorske predilice. 1 ulazni pramen, 2 valjak za razvlaknjivanje, 3 cijev za vodenje vlakna, 4 rotor, 5 vlakna na obodu rotora, 6 mjesto uvijanja, 7 vakuumska komora, 8 odvodni valjci, 9 pređa, 10 valjak za namatanje, 11 križni namotak

razdvojeni snopovi vlakana odsisavaju se u utor rotora. Valjak za razvlaknjivanje vrlo djelotvorno izdvaja zaostale primjese, pa je veća čistoća proizvoda još jedna od prednosti predenja postupkom s otvorenim krajem.

Na putu od valjka do rotora vlakna se uz veliki isteg još više razdvajaju, a u rotoru se pripredaju i uvijaju. Pri svakom okretaju rotora nastaje novi uvoj. Rotor se okreće velikom brzinom (broj okretaja oko $9 \cdot 10^4 \text{ min}^{-1}$), pa je proizvodnja rotorske predilice vrlo velika. Proizvedena preda namata se na križni namotak.

Glavni je nedostatak predenja na rotorskoj predilici što je putovanje vlakana u prijenosnoj cijevi između valjka za razvlaknjivanje i rotora dosta nekontrolirano, pa se ona slabo paraleliziraju i izravnavaju. Zbog toga je površina prede dobivene postupkom s otvorenim krajem čupavija i manjeg je sjaja od prede s prstenaste predilice, pa se najviše upotrebljava za proizvodnju grubljih tkanina.

PREDENJE VUNE

Postupci predenja vune brojniji su od onih za pamuk, a u njih se ubraju i postupci kojima se vuna prede i s drugim vrstama vlakna. Najvažniji su među njima postupci proizvodnje češljane vunene prede i grebenane vunene prede.

PROIZVODNJA ČEŠLJANE VUNENE PODE

Češljana vunena preda treba biti fina, jednolična, glatka i čvrsta. Pretežno služi za proizvodnju tkanina s jasno istaknutom slikom veza, tzv. kamgarn (prema njemačkom *Kammgarn*, češljana preda), ali se upotrebljava i za pletenje.

U proizvodnji češljane vunene prede razlikuju se dvije skupine operacija: češljaoničke i predioničke operacije. Češljaonica i predionica mogu biti i prostorno odvojene. Tada obično velika češljaonica opskrbљuje poluprerađenom vunom više malih predionica.

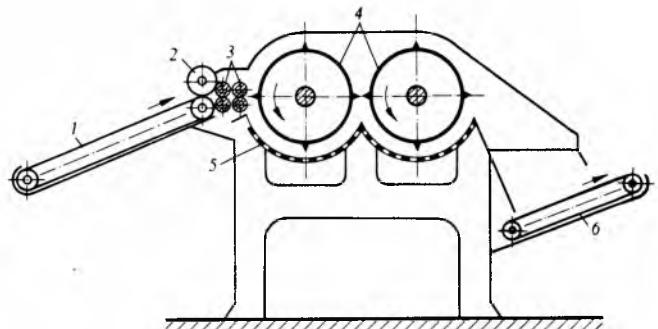
Češljaonica vune. Preradbom vune u češljaonicama čisti se sirovina od znoja i masti, te se uklanjuju kratka vlakna i strane primjese. Tako se dobiva za dalju preradbu u predionicama dovoljno čisto i jednolično pramenje, tzv. češljanac. Za to najčešće služe dva postupka: kontinentalni i engleski postupak.

Kontinentalni postupak najviše se primjenjuje u češljaonicama za preradbu mekših vrsta vune s kraćim, finijim i kovrčavim vlaknima. Strojevi za otvaranje, pranje i sušenje mogu biti spregnuti u kontinuirane linije, tzv. baterije za pranje. Nakon sušenja slijedi grebenanje, predistezanje, češljanje, međuistezanje i završno istezanje.

Engleski postupak primjenjuje se u češljaonicama za preradbu vune sa srednje dugim i dugim vlaknima, te ostalih dlaka životinjskog porijekla. Nije prikidan za preradbu finije, kovrčave vune, a ni vunā s mnogo čičaka. To je češljanje u ulju na okruglim strojevima, koje slijedi nakon pranja. Za preradbu križanih vunā sa srednje dugim vlaknima engleski postupak češljanja obuhvaća i grebenanje, a za preradbu vunā s dugim vlaknima, umjesto toga, istezanje u više prolaza na strojevima s igličastim poljem. U ostalim pojedinostima engleski se postupak мало razlikuje od kontinentalnoga.

Vuna se sortira ručno na letvastom stolu prema svojim različitim karakteristikama, osobito prema duljini, finoći, kovrčavosti i boji vlakana, a izdvojeni se komadi iste vrste stavljuju u posebne košare.

Otvaranje vune obuhvaća razdvajanje runa u manje komade i izdvajanje grubih primjesa. Za to služe tzv. otvarači, strojevi s rotirajućim bubenjevima kojima se na obodu nalaze čelični klinovi. Otvarači s jednim bubenjem služe za preradbu vune s grubim i dugim vlaknima, a oni s dva buba (sl. 19) za vunu s finim i kraćim vlaknima.

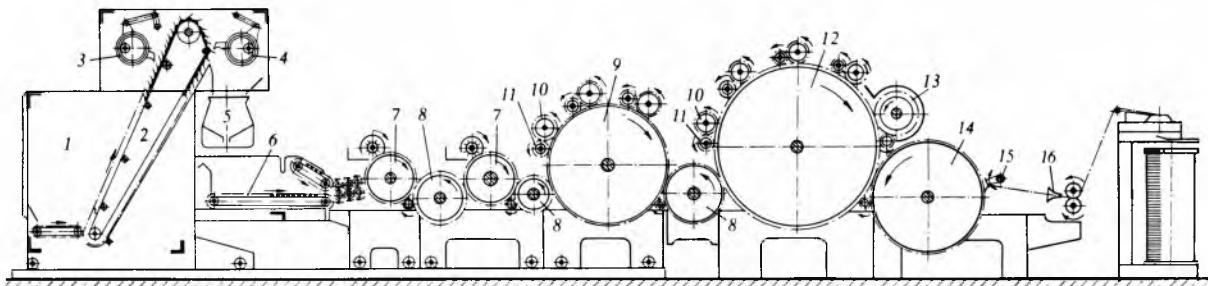


Sl. 19. Otvarač za sirovu merino-vunu (Bernhardt). 1 dovodni stol, 2 tlačni valjak, 3 parovi dovodnih valjaka, 4 bubenjevi s udarnim klinovima, 5 rešetka za odvodenje primjesa, 6 odvodni stol

Pranje. Unatoč tome što postoje suhi postupci čišćenja vune od znoja i masti (npr. smrzavanje) te postupci ekstrakcije, i što oni omogućuju lakšu rekuperaciju lanolina i otpadaka, vuna se još uvijek pere otopinama sapuna i alkalijski ili detergenata. Za pranje se najviše upotrebljavaju sklopovi od 4...5 kada, ranije poznati kao postrojenja Leviathan, kasnije kao postrojenja Kontinental (v. *Bijeljenje, pranje i čišćenje tekstilnih proizvoda*, TE 2, str. 35). Ponekad se vuna najprije posebno pere od znoja, a ako ga nema, prva kada služi za namakanje, a posljednja za ispiranje. Runo se iz jedne kade u drugu prebacuje viljuškama (grabljama), a na izlazu iz svake kade runo prolazi kroz uređaj za cijedenje. Obično se pere na temperaturi 40...50 °C. Nakon cijedenja, na izlazu iz kade za ispiranje, runo sadrži još oko 30% vode i odvodi se u sušionik, a iz otpadne vode ekstrakcijom se rekuperira vunena mast, jer je to važna sirovina za dobivanje lanolina potrebnog u proizvodnji sapuna, te kozmetičkih i farmaceutičkih preparata.

Sušenje vune treba biti postepeno i jednoliko, jer brzo sušenje i preveliko zagrijavanje vunu oštećeće i čini je krhkonom i lomljivom. Suši se u sušioniku koji se sastoji od 4...6 bubenjeva od žičane mreže. Susjedni bubenjevi rotiraju u suprotnim smjerovima, a vuna se prebacuje iz jednog bubnja u drugi i suši se toplim zrakom temperature i do 80 °C.

Grebenanje vune složenije je od grebenanja pamuka, pa se za to ne upotrebljavaju pojedinačni strojevi, već njihove linije zvane sloganima. Takav je, npr., slogan za grebenanje fine merino-vune (sl. 20), koji se sastoji od uređaja za dovod vune i vaganje, skupine valjaka za otvaranje, za predgrebenanje i za fino grebenanje, te uređaja za otpremu koprene,



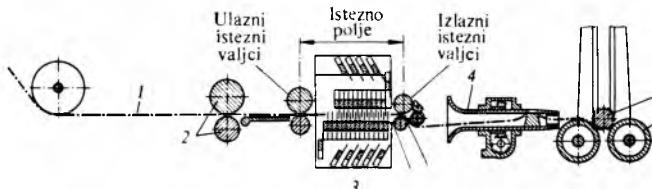
Sl. 20. Slog za grebenanje vune. 1 prihvativačna komora, 2 igličasti transporter, 3 češljaj za skidanje suvišne vune, 4 češljaj za skidanje vune s transporterom, 5 košara vase, 6 dovodni transporter, 7 valjci za odstranjivanje čičaka, 8 prijenosni valjci, 9 bubanj za predgrebenanje, 10 radni valjci, 11 okretni valjci, 12 glavna grebenaljka, 13 brzi valjak, 14 oduzimajući, 15 sječirica, 16 lijevak za koprenu

oblikovanje pramena i njegovo slaganje u lonac ili namatanje na svitak.

Igličasti transporter uzima pripremljenu vunu iz prihvativne komore i puni košaru vase. Košara se otvara kad masa vune dosegne unaprijed određenu vrijednost, pa tako uvijek jednaka masa vune u jednakim vremenskim razmacima ulazi u stroj. Na valjcima za otvaranje raščinjavaju se veći komadi u manje i čiste od čičaka. U sprezi s bubenjem za predgrebenanje i za grebenanje rade parovi radnih i okretnih valjaka, a plaštevi svih valjaka obloženi su iglicama. Vuna se grebena na iglicama bubnjeva i radnih valjaka, a iglice okretnih valjaka samo skidaju vlakna zaostala na radnim valjcima. Nakon toga se djelovanjem brzog valjka vlakna izdižu na vrškove iglica, pa se tako olakšava prijelaz vlakana na valjak oduzimača. Koprena se odvaja od oduzimača sjekiricom i oblikuje lijevkom u pramen.

Predizlanje u proizvodnji vunenog češljanca obavlja se u dva ili tri prolaza, a već prema vrsti i svojstvima vune upotrebljavaju se različiti tipovi strojeva. Najpoznatija je istezalica s dvostrukim igličastim poljem, zvana i DN-istezalica (prema njemačkom Doppel-Nadelstab-Strecke). Općenito je prikladna za istezanje grubih pramenova s velikom količinom vlakna, a radi sa šesterostrukim do deseterostrukim struknjem i s istegom od 6...12.

Uređaj za vođenje vlakana u isteznom polju DN-istezalice sastoji se od donjih i gornjih igličastih češljeva i pripadnog transportnog sklopa (sl. 21). Iglice češljeva zaranjavaju u pramenove blizu početka isteznog polja i vuku skupine vlakana prema izlaznim isteznim valjcima. Na kraju isteznog polja tzv. udarni čekić izbacuje igličaste češljeve iz radnog položaja. Od materijala koji izlazi iz isteznog polja ponovno se oblikuje pramen, koji se odlaže u lonac ili se pomoću lijevka namata na križni svitak.



Sl. 21. Istezalica s dvostrukim igličastim poljem (DN-istezalica). 1 ulazni pramenovi, 2 dovodni valjci, 3 dvostruko igličasto polje, 4 lijevak za uvijanje, 5 križni svitak pramena, 6 valjci za namatanje

Češljivanje. Suvremene češljarice za vunu obično rade sa 150...180 počešljajima u minuti. One uzimaju 16...24 predstegnutih pramenova, a kliješta vode na češljivanje bradu obično dugačku 6...9 mm. Na kružnom češlju tih strojeva nalazi se 18...20 redova iglica smještenih u dva segmenta. U jednom od njih, koji prvi češlja, iglice su rjeđe i jače, a u drugome gušće i finije. Češljivanjem se izdvaja iščešak (3...20% od mase ulaznog materijala). Za razliku od češljarica za pamuk, češljarice za vunu imaju samo jednu glavu, pa nemaju uređaj za strukjanje i istezanje. Od runa koje se prijenosnom trakom odvodi iz uređaja za češljivanje oblikuje se pramen pomoću lijevka. Tako se može dobiti 14...30 kg pročešljanog materijala na sat.

Iščešak od češljivanja vune upotrebljava se kao sirovinska komponenta u proizvodnji grebenane prede. Prije upotrebe mora se očistiti od vegetabilnih primjesa njihovim razaranjem

kemikalijama, npr. kloridnom ili sulfatnom kiselinom (tzv. karbonizacijom).

Međuistezanje pročešljanog pramena. Pramenovi koji nastaju na češljicama za vunu još su vrlo nejednolike tvorevine premale čvrstoće. Zbog toga se njihova svojstva poboljšavaju osmerostrukim do deseterostrukim strukanjem i pripadnim istezanjem u DN-istezalicama, najčešće u dva prolaza. Pramen iz zadnje istezalice tražene finoće namata se na križni svitak i naziva se *češljancem*.

Završne češljioničke operacije. Kad se proizvodi neobojena preda od grube, malo kovrčave vune, češljanc se nakon istezanja vodi izravno na fino predenje. Međutim, za izradbu obojenih i melanziranih vunenih preda češljanc se dalje preradjuje u češljionici. Ta preradba može obuhvaćati bojenje, pranje i sušenje, kojim se još smanjuje kovrčavost, i još jedno, završno istezanje. Češljanc se boji u aparatima za bojenje križnih svitaka, a za postizanje specijalnih efekata boji i tzv. viguré tiskom (v. Bojadisarstvo i tisak teksila, TE 2, str. 71 i 83). Nakon toga slijedi pranje, sušenje i istezanje, obično u jednom postrojenju (sl. 22). Pritom se, uz ostalo, pranjem uklanjuju ostaci vunene masti, primjesa i kratkih vlakana, a po potrebi se tom prilikom dodaje i antistatik.

Priprema vunenog češljanca za završno predenje. U predionicama vunenog češljanca osobito je opsežna priprema kojom se dobiva pretpreda. Pripremom se dalje ujednačuje materijal u preradbi, poboljšava se izmiješanost i paralelnost vlakana, povećava jednolikost na većim duljinama te stanjuju i uvijuju pramenovi.

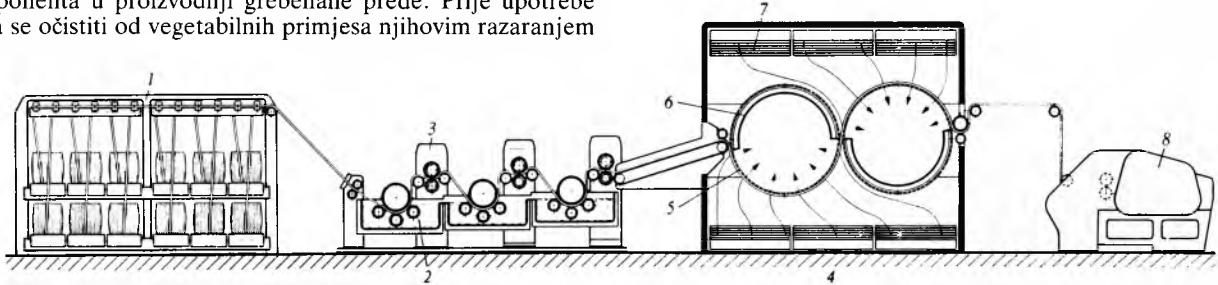
U starijim postupcima to se postizalo strukjanjem i istezanjem u osam i više prolaza. Uvođenjem istezalica s visokoisteznim uređajima i uređaja za reguliranje istega (tzv. regulacijskih istezalica) broj se prolaza smanjio na samo četiri. Više prolaza zadržano je samo u predioničkoj pripremi obojenog vunenog češljanca, jer se nejednolikosti bojenja to bolje uklanjuju što je strukjanje opsežnije. Sličan se postupak primjenjuje i za miješanje pramenova različitih boja u proizvodnji melanzirane vunene prede. Često se tada za prvi prolaz upotrebljavaju *melanzeri*, specijalne DN-istezalice kojima se može strukati 20...40 pramenova.

Priprema obojenog vunenog češljanca za fino predenje često obuhvaća još jedno češljivanje. Pritom se izdvaja samo malo iščeška. Nakon toga slijedi završno miješanje, struknjem i istezanjem u dva prolaza.

Razvijeno je nekoliko postupaka pripreme: kontinentalni (prije francuski), kombinirani kontinentalni (prije njemačko-francuski), bradfordski (engleski), englesko-kontinentalni i američki postupak.

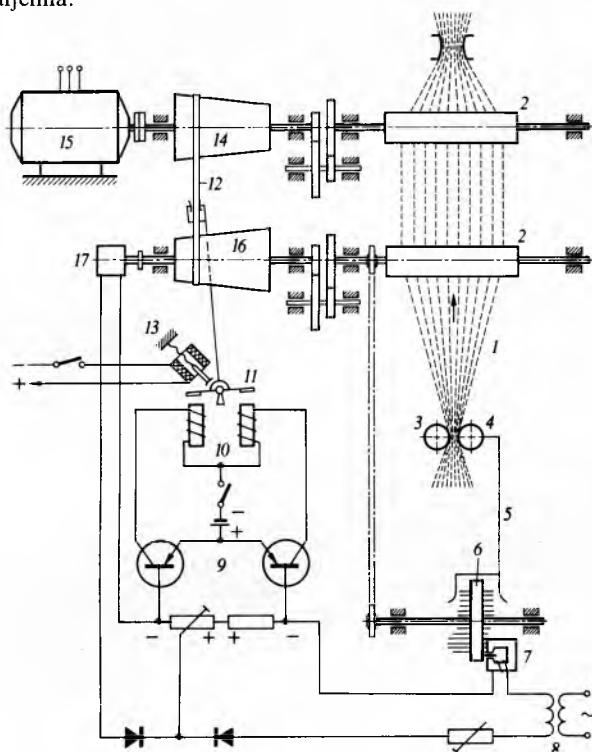
Kontinentalni postupak pripreme primjenjuje se u preradbi merino-vune s kraćim, finijim, kovrčavim i mekšim vlaknima te u preradbi kovrčave križane vune u meku voluminoznu predu. Preradba počinje s tri prolaza češljivanja na DN-istezalicama. Tako dobiveni razmjerno grubi pramenovi namataju se u svitke i učvršćuju stvaranjem prividnih uvoja pomoću lijevka koji rotira.

U starijim je postrojenjima nakon toga slijedilo istezanje u istezalicama s igličastim valjkom, a kasnije su konstruirane istezalice s igličastim poljem i uređajima za utrljavanje, koje su omogućile bolje vođenje vlakana i istezanje s većim istegom.



Sl. 22. Postrojenje za završnu obradbu vunenog češljanca (Fleissner). 1 uređaj za dopremu češljanca, 2 kupelji za pranje, 3 uređaj za tlačenje, 4 sušionik, 5 bubenjasta sita, 6 pokrivni limovi, 7 grijaci, 8 istezalica s loncima

U suvremenim postrojenjima priprema vunenog češljanca sastoji se od istezanja u DN-istezalicama od kojih je jedna regulirana, a zatim u visokoisteznim istezalicama s utrljivačem. U *reguliranim DN-istezalicama* automatski se, već prema debljini ulaznih pramenova, prilagoduje razlika u brzini vrtnje isteznih valjaka, pa time i potreban isteg. Za regulaciju istega najviše se upotrebljava uređaj s mehaničkim osjetilom debljine pramenova (sl. 23). Osjetilo se sastoji od para valjaka, od kojih se jedan vrti u stalnom položaju, a drugi se, već prema debljini ulaznih pramenova, odiče ili primiče prvome i spojen je s polužnjim sklopom za prijenos svog položaja. Taj je sklop u vezi s magnetom induksijskog uređaja, pa promjena položaja valjka inducira napon, koji kao indikator za odstupanje finoće pramenova služi za podešavanje potrebne brzine vrtnje i istega na isteznim valjcima.



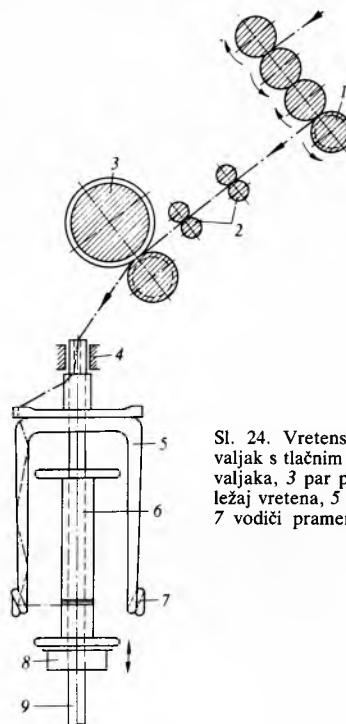
Sl. 23. Shema djelovanja mehaničkog osjetila regulirane istezalice. 1 ulazni pramenovi, 2 istezni valjci, 3 nepomični valjak osjetila, 4 pomicni valjak osjetila, 5 prijenosna poluga, 6 ploča s pomičnim šipkama, 7 magnet s utorom, 8 transformator, 9 baterija s tranzistorima, 10 željezne kote, 11 uređaj za namještanje remena, 12 remen, 13 pokretno pojačalo, 14 remenica s konstantnom brzinom vrtnje, 15 pogonski motor, 16 remenica s promjenljivom brzinom vrtnje, 17 brzinometar.

U visokoisteznim istezalicama s utrljivačem posljednji se prolaz vunenog češljanca obavlja bez strukanja ili s dvostrukim strukanjem i istegom od 10…20, pa se tako profinjeni pramenovi učvršćuju među beskrajnim trakama uređaja za utrljavanje. U tom se uređaju stvaraju i prividni uvoji medusobnim poprečnim posmicanjem traka. Tako zgušnuta pretpreda namata se na križne namotke. U tim se strojevima pramenovi finoće do 15 ktex mogu istezati do finoće 250…1250 tex (s izlaznom brzinom 160 m/min).

Kombinirani kontinentalni postupak prikladan je za preradbu sirovina s vlaknima za koja prividno uvijanje utrljavanjem nije dovoljno da bi se povezala u pretpredu. Od kontinentalnog se postupka razlikuje time što se u njegovu zadnjem prolazu, umjesto u istezalici s utrljivačem, pramenovi obrađuju u pretpredilici pa se dobiva pretpreda s pravim uvojima. Ako se izuzme istezni uređaj, pretpredilice za češljjanu vunu jednake su pretpredilicama za pamuk, ali su njihovi istezni uređaji prilagođeni karakteristikama vunenih vlakana, osobito njihovoj duljini.

Bradfordski postupak u prvom je redu prikladan za preradbu vune s grubljim, duljim i malo ili nimalo kovrčavim

vlknima, zatim za preradbu drugih životinjskih dlaka (npr. moher, alpaka) i grubljih kemijskih vlakana. Starije varijante tog postupka obuhvaćaju dva prolaza istezanja u DN-istezalicama s namatanjem pramena iz drugog prolaza na pretprediočke namotke velikih dimenzija i 4…6 prolaza istezanja u *vretenskim istezalicama* (krilnim pretpredilicama, sl. 24). To su strojevi s uredajima za istezanje valjcima i namatanje i uvijanje istegnutog pramena na cijevku pomoću krila nataknutog na vreteno i klupe za podizanje i spuštanje cijevke. Za razliku od pretpredilice, svici vretenskih istezalica nemaju prigone, već ih povlači pretpreda. Postoje i varijante bradfordskog postupka za pripremu finije vune, u kojima se umjesto vretenskih istezalica upotrebljavaju pretpredilice s prigonom navitka konoidnim remenicama i diferencijalom.



Sl. 24. Vretenska istezalica. 1 dovodni valjak s tlačnim valjcima, 2 parovi meduvaljaka, 3 par prednjih valjaka, 4 gornji ležaj vretena, 5 krilo, 6 cijevka namotka, 7 vodići pramena, 8 klupa namotka, 9 vreteno

Istezalice za novi bradfordski postupak opremljene su visokoisteznim i regulacijskim uredajima, pa je potrebno manje prolaza. Tada se umjesto vretenskih istezalica upotrebljavaju diferencijalne pretpredilice. Tako neke od varijanata bradfordskog postupka obuhvaćaju samo tri prolaza: dva na reguliranoj istezalici i jedan na pretpredilici, a za preradbu kemijskih vlakana dovoljan je samo jedan prolaz na reguliranoj i jedan na vretenskoj istezalici.

Za preradbu bradfordskim postupkom češljjanac treba biti jače namašćen. Pretpreda dobivena bradfordskim postupkom posebno je prikladna za fino predjenje na prstenastoj predilici.

Englesko-kontinentalni postupak pripreme vunenog češljanca kombinacija je bradfordskog i kontinentalnog postupka, a razvijen je s nastojanjem da se dio strojeva za bradfordski postupak iskoristi u proizvodnji voluminoznih pretpreda od merino-vune. Kratke, vrlo kovrčave vune ne mogu se preraditi bradfordskim postupkom, a zbog velikog udjela masti češljjanac dobiven engleskim postupkom češljanja ne može se prikladno preraditi postrojenjima za kontinentalni postupak. Englesko-kontinentalni postupak obuhvaća nekoliko prolaza DN-istezalicama, 3…4 prolaza istezalicama s igličastim valjkom (uz učvršćivanje okretnim lijevkom), jer bi se remenje utrljivača brzo zaprljalo od masti koju sadrži češljjanac, pa preradbu vretenskim ili diferencijalnim istezalicama.

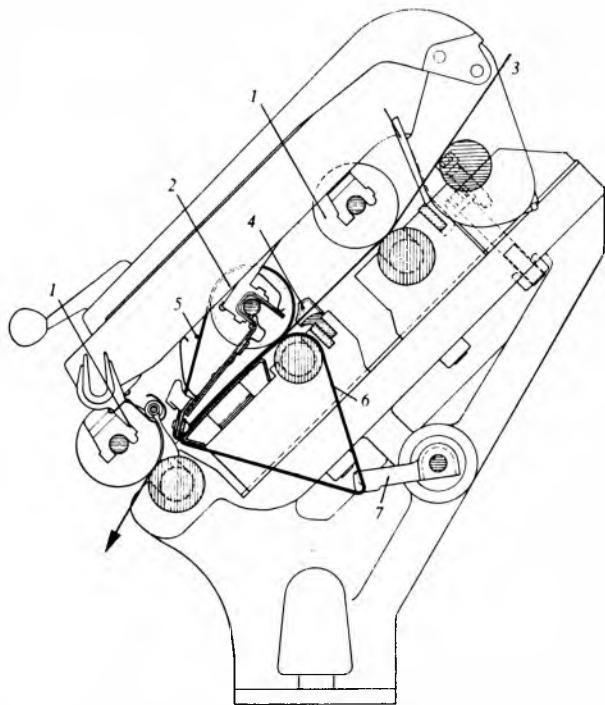
Američki postupak primjenjuje se u proizvodnji prede od mješavine vune i kemijskih vlakana, pa i samo od kemijskih vlakana. Tim je postupkom smanjen broj prolaza, što je postignuto većim istegom u pojedinim strojevima, po uzoru na predionice pamuka orijentirane na preradbu sirovine s

PREDENJE

duljim vlaknima (visokoistezni uređaji s valjcima i većim duljinama isteznog polja). Posljednji prolaz u tom postupku obavlja se u visokoisteznoj pretpredilici.

Fino predenje češljane vunene prede. Zadatak je finog predenja istezanje pretprede na željenu finoču, uvijanje vlakana i namatanje prede na cijevku. Za fino predenje primjenjuju se samo prstenaste predilice, koje su zbog visokog proizvodnog učinka, manje potrošnje energije i jednostavnije konstrukcije potpuno istisnule predilice s krilcima, predilice sa zvoncima i selfaktore. Prstenasta predilica za češljanu vunu radi kao već opisana prstenasta predilica za pamuk, ali su mnogi detalji konstrukcije prilagođeni preradbi vunenih vlakana, što pogotovo vrijedi za istezni uredaj. Starije prstenaste predilice imale su valjkasti istezni uredaj koji je vlakna stezao samo na ulaznom i izlaznom paru valjaka, dok su ostali bili samo propusni valjci. Zbog slabe kontrole kretanja vlakana u isteznom polju isteg nije mogao biti velik. Poboljšanje vođenja vlakana postignuto je ugradnjom donjeg remenčića u kombinaciji s gornjim propusnim valjcima.

Jedna je od standardnih izvedbi visokoisteznog uredaja *trovaljkasti dvoremenski istezni uredaj* (sl. 25), koji omogućuje i 30-erostruki isteg vunenih vlakana, te još veći isteg kemijskih vlakana.



Sl. 25. Dvoremenski istezni uredaj. 1 tlačni valjci, 2 gornji valjak remenčića s uredajem za vođenje, 3 ulaz pretprede, 4 vodilica niti, 5 gornji remenčić (od polimernog materijala), 6 donji remenčić (od kože ili polimernog materijala), 7 uređaj za napinjanje donjeg remenčića

očuvanje uvoja pretprede pomoću posebne naprave ugrađene u istezn polje.

Za dobivanje grublje češljane vunene prede upotrebljavaju se *predilice s vretenском krunom*, koje već duže vremena služe za proizvodnju grebenane vunene prede. Takvo predenje smanjuje naprezanje niti tokom predenja, što omogućuje veću brzinu vrtnje vretena i ispredanje prede od slabijih vrsta sirovine.

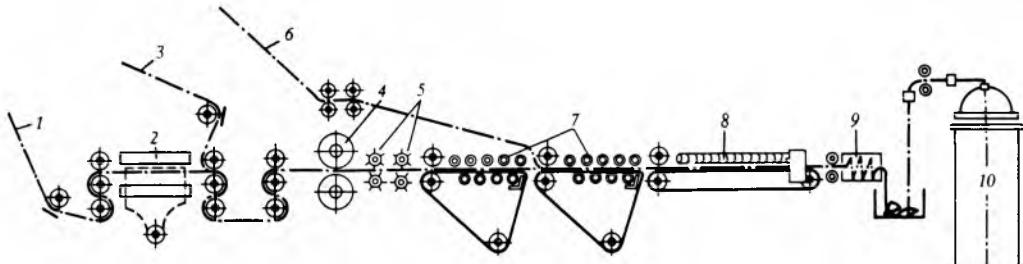
Samouvojno predenje. Na predilicama za samouvojno predenje mogu se presti pretprede od merino-vune i fine križane vune, od kemijskih vlakana i mješavina tih sirovina. U tim se predilicama niti pretprede vode na istezanje dvoremenskim isteznim uredajem s tri para valjaka, a istegnute se niti učvršćuju prividnim uvijanjem lijevim i desnim uvojima između dvaju valjaka obloženih gumom velikog koeficijenta trenja. Osim što se vrte, oni za stvaranje lijevih i desnih uvoja još i aksijalno osciliraju. Odnosi su među gibanjima valjaka tako uskladjeni da se lijevi i desni uvoji smjenjuju, a na mjestu tih promjena uvoja nema. Tako dobivene jednostrukе niti ne bi mogle izdržati dalju preradbu, jer bi se lijevi i desni uvoji odvijali i međusobno ponistiili. Zbog toga se po dvije susjedne niti udružuju, ali, da bi se izbjeglo udruživanje neuvijenih dijelova prede, jedna se od niti vodi duljim putem pa se postiže fazni pomak neuvijenih mesta. Tako udružene niti međusobno se ovijaju jedna oko druge. Konačno se preda učvršćuje pravim uvijanjem, končanjem, a uvoji se još stabiliziraju pārenjem.

Prednost je samouvojnog predenja što se tako postižu mnogo veće brzine predenja nego konvencionalnim postupcima. Tako se, npr., na nekim predilicama za samouvojno predenje može presti 12 puta brže nego na prstenastim predilicama. Međutim, u praksi samouvojno predenje nije naišlo na širu primjenu.

Predenje kemijskih vlakana postupkom za češljanu predu

Ako se izuzme dobivanje vlakana duljine potrebne za predenje (vlasak, nazvan i štapel, prema njemačkom *Stapel*), stariji postupci dobivanja češljanca od kemijskih vlakana i njihovih mješavina s vunom vrlo su slični postupcima dobivanja vunenog češljanca. Međutim, novi su postupci proizvodnje češljanca od kemijskih vlakana kraći i ekonomičniji, pa sve više istiskuju starije postupke, a provode se u konvertorima i štaperima. Konvertori su strojevi koji režu, a štaperi strojevi koji trguju kabelni pramen filamenata i izravno oblikuju pramenove paraleliziranih vlakana.

Konvertori za dobivanje pramena češljanca od jednovrsnih kemijskih vlakana jednostavnije su konstrukcije, osobito ako nije potrebno modificirati svojstva tih vlakana. U tim se konvertorima kabelni pramen filamenata najprije vodi kroz zonu napinjanja, u kojoj treba osigurati bespriječoran ulaz pramena u zonu rezanja. Tu se pramen, pomoću valjka sa spiralnim noževima, reže u koso položene snopice vlakana, a oni se privode DN-istezalici i istežu istegom do 20 puta. Zatim dva tlačna valjka i uredaj za koviranje zgušnuju pramen i time ga učvršćuju. Takvi se konvertori najviše upotrebljavaju



Sl. 26. Štowler (Warner & Swasey). 1 kabel koji se isteže, 2 uređaj za zagrijavanje i istezanje, 3 kabel koji se ne isteže, 4 valjak za rezanje, 5 valjci za trganje, 6 pramenovi za miješanje, 7 rebrasti valjci, 8 dijagonalni valjak, 9 uređaj za koviranje, 10 prihvativni lonac

Za engleski postupak predenja razvijeni su i tzv. superviskoistezni uređaji, koji omogućuju isteg od 200 puta, uz

u preradbi poliesternih vlakana u češljanu predu. Za dalju preradbu potrebno je poboljšati jednolikost i razdvojenost

vlakana strukanjem i istezanjem u DN-istezalicama. U proizvodnji pređe od mješavine kemijskih i vunenih vlakana slijede operacije miješanja s vunenim češljjcem.

Mnogo su složeniji šapleri za dobivanje pramena od kemijskih vlakana koji trebaju modificirati i svojstva prame na od mješavine različitih vrsta vlakana. Na sl. 26. prikazan je šapler prikladan za preradbu kabela od poliakril-nitrilnih filamenata u visokovoluminoznu pređu. U njegovoj prednjoj isteznoj zoni kabel se isteže uz grijanje da bi se modificirala sklonost skupljanju. Na izlazu iz te zone može se istegnutom kabelu dovoditi i neki drugi, neistegnuti kabel. Iz te zone istezanja materijal dospijeva najprije u zonu mirovanja, u kojoj se smanjuju unutrašnja naprezanja, pa u zonu s valjcima za rezanje i za trganje. Dobivaju se koso položeni snopici vlakana, koji se dalje vode kroz dvije zone zgušnjavanja i istezanja sa sporim transportnim trakama i skupinom od 5 brzorotirajućih rebrastih valjaka. Na tom se mjestu mogu uvesti i pramenovi drugih vlakana i tako dobiti različite mješavine. Iz tih zona materijal dospijeva na traku na kojoj dijagonalno položeni valjak za zgušnjavanje bočno pomiče vlakna tako da se oblikuje pramen. Na kraju pramen prolazi kroz uredaj za kovrčanje i odlaže se u lonac.

Proizvodnja pređe postupkom za grebenanu vunenu pređu

Osnovna je karakteristika procesa proizvodnje grebenane vunene pređe profinjavaju koprene grebenaljke djelidbom umjesto istezanjem. Zbog toga se ta proizvodnja, za razliku od isteznih postupaka, i svrstava u skupinu djelidbenih postupaka predanja.

Zbog toga što ne obuhvaća istezanje, proces je proizvodnje grebenane vunene pređe najkraći od svih konvencionalnih procesa predanja. Dakako, osim što je grebenana vunena pređa grublja, zbog izostanka paraleliziranja vlakana i ujednačivanja pramenova istezanjem, ona je i manje čvrsta od češljane vunene pređe. Ipak, grebenana vunena pređa ima i mnoga svojstva povoljna za posebnu upotrebu. Tako je ona otvoreni, meka i punija, pa je prikladna za proizvodnju tzv. čupavljenih i valjanih tkanina.

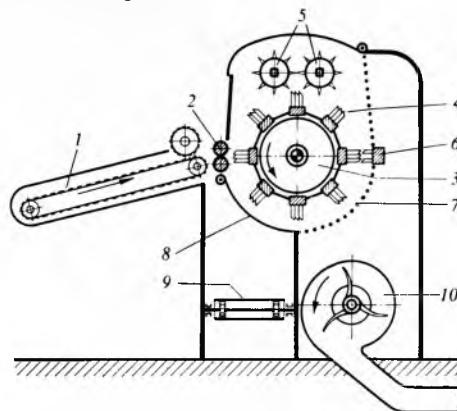
Proces proizvodnje grebenane vunene pređe osobito je prikladan za predanje kratkih vlakana, pa zbog toga, uz manje modifikacije, i za predanje prelačkih otpadaka i vlakana dobivenih trganjem konfekcijskih otpadaka i starih krpa. Među tim modificiranim procesima osobito se ističu procesi proizvodnje grebenane pređe od drugih životinjskih dlaka, a primjenjuju se i u preradbi azbestnih vlakana. Operacije proizvodnje grebenane pređe grupiraju se u tri skupine: pripremu, grebenanje s pretpredanjem i fino (završno) predjenje.

Priprema za proizvodnju grebenane vunene pređe. Od sirovina za preradbu u grebenanu vunenu pređu prikladne su fine, vrlo kovrčave merino-vune (jer su sklone pustanju, pa je od njih dobivena pređa vrlo upotrebljiva za proizvodnju valjanih tkanina), ali i vune s duljim i manje kovrčavim vlaknima (za dobivanje pređe za izradbu prostirača). Priprema obuhvaća sortiranje, otvaranje, pranje i sušenje vlakana. Te su operacije slične onima u proizvodnji češljane vunene pređe.

Vuneni otpaci koji potječe iz predionica češljane pređe otvaraju se i čiste strojevima za čišćenje vunenih otpadaka (sl. 27). Operacije otvaranja često obuhvaćaju i razvlaknjivanje trganjem na stroju zvanom garneta. Postoje jednostavnije konstrukcije tih strojeva (sl. 28), koji se upotrebljavaju za trganje mekše uvijenih otpadaka, i složenije, tzv. dvostruki trgači, za trganje čvrsto uvijenih otpadaka.

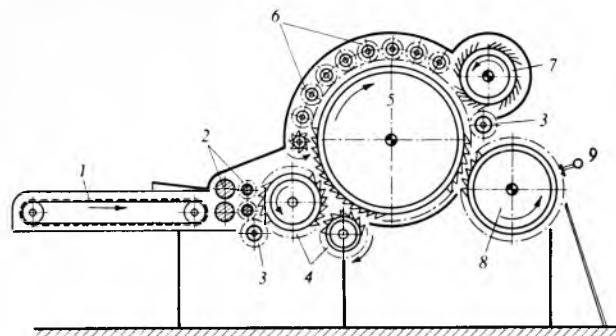
U pripremi za preradbu *staroga vunenog materijala*, kao što su krpe i konfekcijski otpaci, osobito je važno sortiranje otpadaka prema porijeklu, vrsti, boji, dotrajalosti, čistoći i finoći. Takav materijal treba ponekad istresati, ispršavati, prati i dezinficirati, a ako sadrži vegetabilna vlakna, još i karbonizirati. Vuneni regenerati koji se dobivaju karbonizacijom, pa sušenjem i istresanjem nazivaju se *ekstrakt-vunom*. Priprema tog materijala za preradbu u grebenanu pređu obuhvaća još i mašćenje emulzijom ulja, da bi se vlakna pri

razvlaknjivanju što manje kidala. Razvlaknjivanje se obavlja u stroju zvanom *druseta*, koji je sa svojim velikim bubenjem i sustavom manjih valjaka za predtrganje, razvlaknjivanje i čišćenje vrlo sličan garneti.



Sl. 27. Stroj za čišćenje vune. 1 dovodni transporter, 2 dovodni valjci, 3 bubanj s udaraljkama, 4 udaraljke, 5 radni valjci, 6 protuudaraljke, 7 rešetka za ispuš primjesa, 8 zaklopka za izbacivanje, 9 odvodni transporter, 10 ventilator

Za dobivanje grebenane pređe od *grubljih pamučnih vlakana* priprema obuhvaća otvaranje, čišćenje i miješanje. Pamučni otpaci čiste se automatom za čišćenje (vilovom), a nečisti otpaci posebnim strojevima, tzv. *kotonijama*. Za razvlaknjivanje i čišćenje u tim strojevima služe bubenjevi s oblogom od pilastih zubi. Nož za skidanje uklanja grube primjese s materijala na bubenju. Zatim se vlakna odsavaju kroz dugi kanal, gdje se temeljito otprašuju, pa zgušnjavaju u koprenu, odnosno runu.



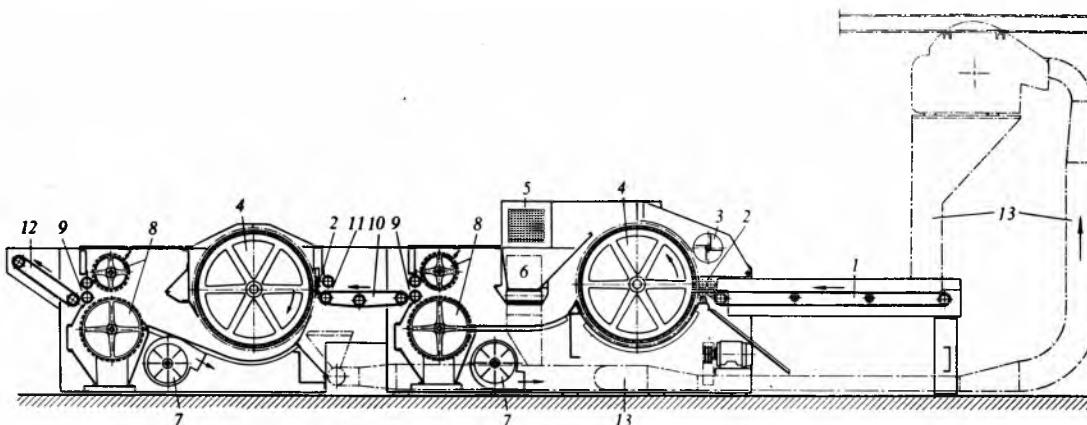
Sl. 28. Stroj za otvaranje i razvlaknjivanje vunenih otpadaka (garneta). 1 dovodni transporter, 2 dovodni parovi valjaka, 3 valjci za čišćenje, 4 prednji valjci, 5 bubanj, 6 radni valjci, 7 brzi valjak, 8 valjak za skidanje, 9 sjekirica za skidanje

Pamučne krpe, otpaci od pamučnih tkanina i slični laneni materijali, koje treba preraditi u grebenanu pređu, pripremaju se istresanjem i otprašivanjem strojevima sličnim vilovima i trganjem strojevima sličnim onima za otvaranje čuperaka, ali građenim za dvostepeno procesiranje (sl. 29).

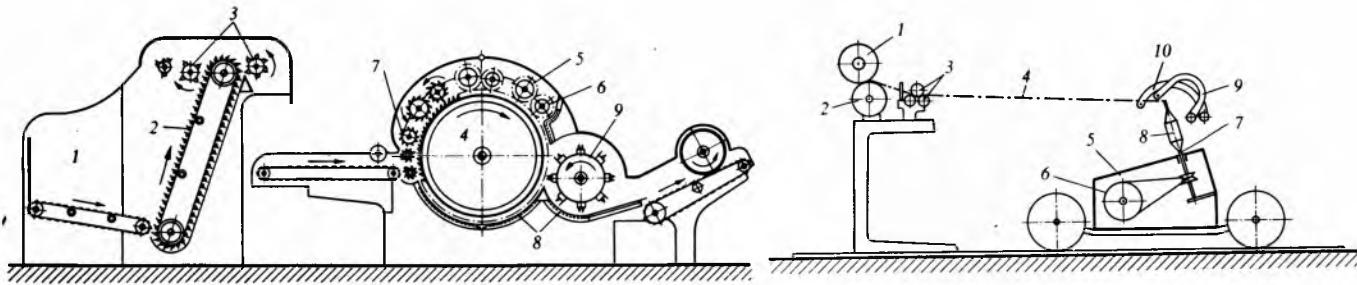
U proizvodnji grebenane pređe od tih sirovina sve se više, zbog ekonomskih i tehnoloških razloga, upotrebljavaju nijove *mješavine s različitim vrstama i kvalitetom vlakana*. Pri sastavljanju mješavina i njihovoj preradbi treba razlikovati manipuliranje, melanžiranje, miješanje i otvaranje s mašćenjem.

Manipuliranje je u prvom redu optimiranje svojstava mješavine, osobito s obzirom na finoću, duljinu vlakana i cijenu, dok je melanžiranje slaganje komponenata s namjernom da se postigne tražena boja mješavine.

Miješanje sirovina postiže se horizontalnim slaganjem vlakana pojedinih komponenata u slojeve, pa daljim preradivanjem okomito na te slojeve i polaganjem na dopremni transporter tzv. vuk-grebenaljki (sl. 30), što su univerzalni strojevi za otvaranje vlakana. Zajedno s miješanjem obično

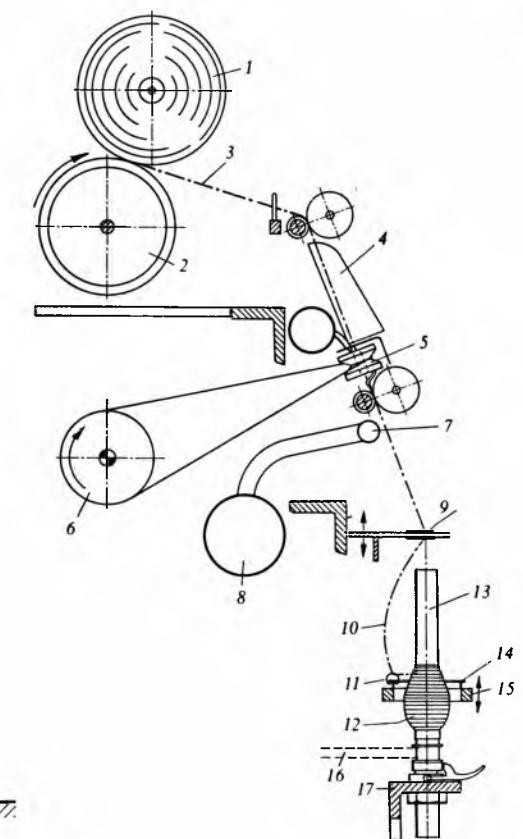


Sl. 29. Uredaj za trganje otpadaka od pamučnih tkanina (Trützschler). 1 dovodni transporter, 2 dovodni valjci, 3 okretne udaraljke, 4 bubnjevi za trganje, 5 prihvati sanduk za ostatak sitnih otpadaka, 6 transporter za sitne otpatke, 7 ventilator, 8 bubnjasta sita, 9 odvodni valjci, 10 transporter, 11 tlačni valjak, 12 odvodni transporter, 13 uredaj za povratno dovodenje otpadaka

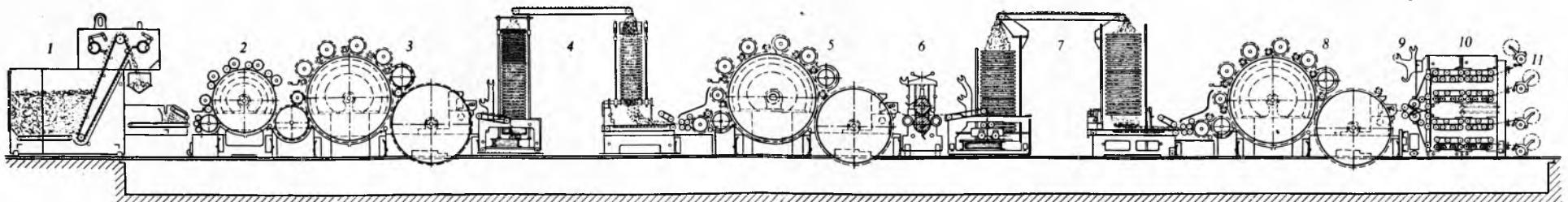


Sl. 30. Vuk-grebenaljka s hranilicom. 1 kućište hranilice, 2 transporter s igličastom trakom, 3 valjci za skidanje, 4 bubanj, 5 radni valjak, 6 prekretni valjak, 7 valjak za čišćenje, 8 rešetka, 9 valjak za skidanje

Sl. 32. Selfaktor za grebenanu vunenu predu. 1 namot pretprede, 2 valjak za odmatanje, 3 otpremni uredaj, 4 nit pretprede, 5 kolica s vretenima, 6 zagonski bubanj vretena, 7 vreteno, 8 namotak prede, 9 poluga za namatanje s vodilicom, 10 protupologa za namatanje s vodilicom



Sl. 33. Shema rada prstenaste predilice za grebenanu vunenu predu. 1 namot pretprede, 2 valjak za odmatanje, 3 nit pretprede, 4 dovodni lim, 5 okretna cijevčica, 6 bubanj za preduvijanje, 7 uredaj za odsisavanje prekinute niti, 8 sabirnik prekinutih niti, 9 vodilica niti, 10 balon, 11 trkač, 12 namotak prede, 13 vreteno s cijevkom, 14 prsten, 15 prstenska klupa, 16 pogonski remen, 17 vretenska klupa



Sl. 31. Trostruki slog uređaja za grebenanje vunene prede. 1 spremište s vagom, 2 predgrebenaljka, 3 gruba predgrebenaljka, 4 prijenos uskih pramena, 5 fina grebenaljka, 6 preša za koprenu, 7 prijenos širokih pramena, 8 grebenaljka prije predanja, 9 razdjeljivač za koprenu, 10 uredaj za utrljavanje

se obavlja i maščenje, koje je potrebno da se smanji trenje među vlaknima i nabijanje statičkim elektricitetom, te poboljša njihova gipkost.

Opisana prerađba vlakana u grebenanu predu u suvremenim je mješaonicama mehanizirana.

Grebenanje s pretprednjem u proizvodnji grebenane vunene prede obuhvaća otvaranje grumena vlakana sve do pojedinačnog vlakna, paraleliziranje i miješanje vlakana uz odjeljivanje stranih primjesa, a obavlja se na sloganima grebenaljki. Za prerađbu vunenih vlakana tim postupkom potrebna su tri sloga (sl. 31). Na prednjim grebenaljkama dobivaju se i predgrebenana i grubo grebenana koprena, koje se prenose u srednju (finu) grebenaljku. Fino grebenana koprena vodi se kroz preš, pa u grebenaljku prije predanja.

Obradba na preši i prijenosnim uredajima bitno doprinosi čistoci i jednolikosti koprene. Gotova se koprena iz grebenaljke prije predanja vodi u stroj za razdjeljivanje i utrljavanje, u kojem nastaju prividni uvoji potrebiti za učvršćivanje pretprede. Time se dobivaju niti pretprede i namataju se na cijevke.

Fino predanje. Za fino (završno) predanje vunene i drugih vrsta grebenane prede upotrebljavaju se uglavnom selfaktori i prstenaste predilice.

Predanje na selfaktorima. Selfaktor prede diskontinuirano, pa je zbog toga manje produktivan od prstenaste predilice. Zbog načina predanja selfaktori su posebno prikladni za ispredanje slabijih, manje vrijednih sirovina, pa su se najduže zadržali kao strojevi za izradbu grebenanih preda. Na stabilnom dijelu stroja starijih konstrukcija (sl. 32) pretpreda se odmata, a istodobno se pomicu i kolica na kojima su smještena vretena. Vretena se polako vrte i daju pretpredi potreban preduvoj. Brzina je izlaza kolica veća od brzine dodavanja pretprede, pa se zbog toga pretpreda isteže. Preduvijanje, međutim, ne smije biti preveliko, kako bi preda bila sposobna za istezanje. Najviše se, zbog manjeg otpora, preduvijaju tanji odsječci niti, pa je zbog toga istezanjem manje uvijenih debljih odsječaka moguće poboljšati jednolikost prede. Tek kad je, pri kraju izlaska kolica, postignuta potrebna finoća, preda dobiva puni uvoj. Zategnuta i uvijena preda, koja se nalazi između mehanizma za dodavanje i potpuno izvučenih kolica, namata se na namotak u drugom radnom taktu pri vraćanju kolica. Zatim se proces ponavlja



Sl. 34. Vretenska kruna prstenaste predilice (Spinnbau)

izlaskom kolica. U novijim konstrukcijama selfaktora vretena su nepomična, a uredaj za dodavanje pretprede je pomičan, što olakšava posluživanje stroja. Pređa ispredena selfaktorom ima mekanu i voluminoznu strukturu, a ujedno je i elastičnija.

Predanje na prstenastim predilicama (sl. 33) u proizvodnji grebenane prede u načelu je slično predenu na prstenastim predilicama za istezne postupke. Predilice su konstruirane za velike dimenzije navitaka, a prikladne su za predu grube numeracije i za predanje bez tzv. balona (zamišljena ploha što nastaje vrtnjom niti koja se uvija i namata). Karakteristični su njihovi istezni uredaji sa dva para valjaka i posebnim uredajem za prividno uvijanje pretprede. U njima se uvoji koncentriraju na tanjim mjestima pretprede, pa se njena deblja mesta jače istežu.

Zbog veće proizvodnosti prstenastih predilica i sve većih mogućnosti izradbe kvalitetne prede i od manje vrijednih sirovina, one su skoro sasvim istisle selfaktore i iz proizvodnje grebenane prede, usprkos tome što su oni univerzalno primjenljivi.

Jedan je od rezultata razvoja prstenastih predilica za proizvodnju grebenane prede upotreba nastavaka na vretenu. Takva je, npr., *vretenska kruna* (sl. 34). Ona zahvaća nit i uvija je tako da se balon smanji ili sasvim nestane. Tako se smanjuju naprezanja niti pri upredanju, a povećava se brzina predanja i omogućuje besprijekorno upredanje inače teško upredivih materijala, npr. mekano uvijene prede.

PREDENJE LIKOVIH I TVRDIH VLAKANA

Likova vlakna u prvom su redu vlakna lana, konoplje i jute, a tzv. tvrda vlakna jesu vlakna ramije, sisala, manile i kokosa. U najširem smislu proizvodnja prede od likovih vlakana obuhvaća i sve operacije kojima se dobivaju ta vlakna od osnovnih sirovina (stabljika tih biljaka). To su močenje, lomljenje i vijanje. Glavni su proizvodi vijanja snopici paralelnih vlakana lana, tzv. *ručice*. Sporedni su proizvodi međusobno zamršena kratka vlakna (*kućina*).

Predanje lanenih vlakana

Proizvodnja prede od dugih lanenih vlakana. Lanena vlakna dospijevaju u predionicu u balama ručica, pa je potrebno najprije otvoriti bale. Zatim slijedi češljanje, spajanje, istezanje, pretpredanje i fino predanje.

Češljariča za lan otvara ručice vijanog dugovlaknatog lana, izdvaja iz njih kućinu, vlakna se djelomično paraleliziraju i čiste od preostalih čestica drvenastih dijelova stabljike. Za češljanje služe sloganovi dvaju skoro jednakih agregata, od kojih se jednim češljaju jedne, a drugim druge polovice ručica. Ručice se ulažu u hvataljke sloganova i klize kroz kanal kojim putuju igličaste letvice. Igle su na tim letvicama sve gušće, a gibaju se tako da na svom putu djelomično zadiru jedne među druge, te češljaju i vlakna u unutrašnjosti ručica. Išešljana kućina iz ručica vodi se u prihvratne posude pomoću valjaka za četkanje, skidača i sjekirice.

Stroj za spajanje ručica u pramen (sl. 35) ima 4...8 usporednih dovodnih transportnih traka. Išešljane ručice lana polažu se ručno na te trake tako da im se krajevi preklapaju. Pramenovi lanenih vlakana stvaraju se spajanjem i strukanjem vlakana na isteznom uredaju s igličastim poljem. Prameni se istežu u prvom redu radi učvršćivanja, a i dalje ujednačivanja, što se postiže s 3 do 5 prolaza.

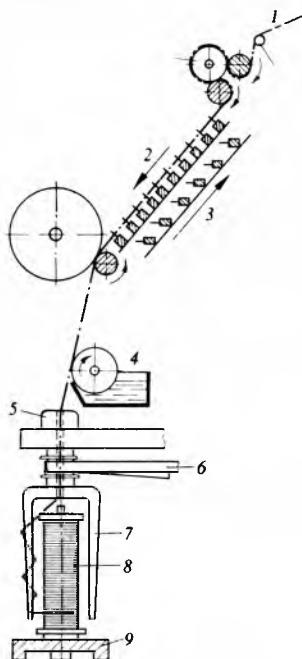
Pretpredilice u proizvodnji prede od lanenih vlakana slične su pretpredilicama u proizvodnji pamučne i češljane vunene prede.

Za predanje lanenih vlakana primjenjuje se više postupaka: tzv. suhi, polumokri i mokri postupak. Obično se upotrebljavaju krilne, rjeđe prstenaste predilice.

Suhi postupak predanja služi za prizvodnju grublje prede. Ona je dlakavija i manje jednolika, ali je mekšeg opipa. Suvremene predilice imaju uredaj za istezanje s dugim igličastim isteznim poljem, prilagođenim duljini lanenog vlakna. Najnoviji tipovi rade s visokoisteznim dvoremenskim uredajem u jednom ili dva istezna polja, pa se mogu

univerzalno primjeniti za predenje svih vrsta likovih i kemijskih vlakana, te njihovih mješavina, vlakana različitih duljina i grubljih poluproizvoda, npr. pramenâ iz zadnjeg prolaza istezalica.

Polumokri postupak predenja (sl. 35) služi za proizvodnju glatke prede od lanenih vlakana srednje finoće, a *mokri postupak* za proizvodnju fine, glatke i jednolike prede. U polumokrom se postupku predâ samo vlaži, i to nakon istezanja, dok se u mokrom postupku pretpredâ prije istezanja vodi kroz vodenu kupelj zagrijanu na 40...70 °C, da bi se omekšalo biljno vezivo i tako, zbog boljeg klizanja, olakšalo istezanje. Dakako, lanenu predu treba odmah nakon predenja osušiti. U starijim postrojenjima predâ se premata u vitice i suši u sušionicama. Suvremene predilice za polumokro i mokro predenje imaju infracrvene grijalice, pa se niti suše u stroju odmah nakon istezanja. Nakon sušenja biljno vezivo i niti ponovno očvrstnu i dobiva se čvrsta preda.



Sl. 35. Uređaj za polumokri postupak finog predenja lanene prede. 1 pretpredâ, 2 igličasto istezno polje, 3 povratna vodilica igala, 4 uređaj za vlaženje, 5 vodilica niti, 6 pogonski remen, 7 viseće krilo, 8 namotak prede, 9 klupa za namotke

Predenje vijane i češljane lanene kućine. Kućina od vijanja i češljjanja lana sadrži uglavnom istrgana, kraća, međusobno zamršena vlakna i dosta čestica drvenastih dijelova stabljike. Zbog toga se kućina prije grebenanja mora razvlakniti i rastresti. Na grebenaljci se razvlaknjena i rastresena kućina dalje čisti i otvara, njezina se vlakna paraleliziraju i od njih se tvori pramen.

Grebenaljka za lanenu kućinu ima samo jedan veliki (glavni) bubanj u sprezi sa 6 pari radnih i okretnih valjaka i dva skidača koji su razmješteni tako da pokrivaju skoro čitav plastični bubanj.

Dalje operacije predenja lanene kućine vrlo su slične onima koje slijede nakon češljjanja prilikom predenja dugovlknatog lana. I za fino (završno) predenje lanene kućine upotrebljavaju se suhi i mokri postupci, prvi za proizvodnju grublje, a drugi za proizvodnju finije prede.

Predenje kudjelje

Konopljana su vlakna tvrda, pa se prije predenja omekšavaju u strojevima s rebrastim valjcima. Tako omekšana i prerađena konopljana vlakna nazivaju se kudjeljom. Dobiveni svežnjići kudjeljnih vlakana predugacki su za dalju preradbu.

Stoga se režu na duljinu 60...80 cm, a takva se vlakna češljaju na češljarcama i ispredaju se slično kao dugi lan. Za mokro predenje kudjelje razvijena je i metoda centrifugalnog predenja (tzv. predenje u loncu), dok se kraća vlakna (15...20 cm), dobivena rezanjem svežnjića, prerađuju postupkom sličnim predenju lanene kućine.

Predenje jutnih vlakana

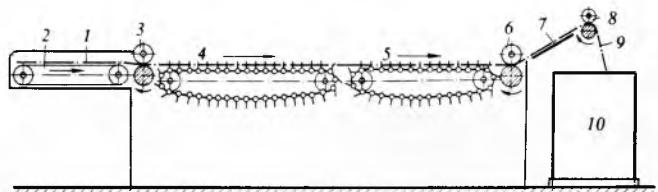
Slično predenju lana i konoplje, i u preradbi jute razlikuje se predenje češljanih vlakana i predenje kućine. Dugačke, u balama čvrsto sprešane snopove jutnih vlakana treba prvo kvasiti, smekšati i rastvoriti. Danas se sve to obavlja posebnim strojem zvanim, prema engleskom nazivu, *softener*. Snopovi vlakana obrađuju se prolazom kroz mnogo parova rebrastih valjaka uz istodobno kvašenje emulzijom s 20% mineralnog ili ribljeg ulja. Zatim se snopovi vlakana režu na potrebnu duljinu uredajem smještenim u izlaznom dijelu stroja.

Srednji dijelovi razrezanih snopova jute (duljine 60...70 cm) vode se za dalje razvlaknjivanje u češljaricu. Stroj je sličan onom za češljjanje lana, ali je robusniji, igličaste letve sadrže manji broj igala grublje izradbe, a i broj je polja za češljjanje manji. Nakon češljjanja slijedi spajanje, istezanje, pretpredenje i fino (završno) predenje.

Kraće, tvrde, tamnobojne i manje vrijedne vrste jute služe za izradbu kućinske prede. Za razvlaknjivanje snopova nakon kvašenja i mekšanja služe strojevi za otvaranje, nakon čega slijedi grebenanje, istezanje, pretpredenje i fino predenje. U suvremenim se postrojenjima pramen s istezalicama prede neposredno predilicama s propusnim isteznim uredajima ili centrifugalnim predilicama.

Predenje tvrdih vlakana

Proizvodnja prede od vlakana *sisala* i *manile* slična je proizvodnji prede od dugačkih kudjeljnih vlakana. Ako su vlakna predugacka, moraju se prije preradbe rezati. U kombiniranom stroju za lomljenje tvrdih vlakana i grebenanje (tzv. *breaker*, sl. 36), koji ima sporopokretno i brzopokretno igličasto polje, vlakna se prerađaju u pramenove. Na to se nastavljaju dalji prolazi kroz breaker i više isteznih prolaza, te konačno predenje krilnom predilicom s igličastim isteznim uredajem (*gill-predilica*).



Sl. 36. Stroj za lomljenje tvrdih vlakana (breaker). 1 položeni materijal, 2 prijenosna traka, 3 ulazni valjci, 4 dugi sporohodni lanac s iglicama, 5 kratki brzohodni lanac s iglicama, 6 istezni par valjaka, 7 lim za vodenje, 8 odvodni valjci, 9 klupa za namotke, 10 lonac

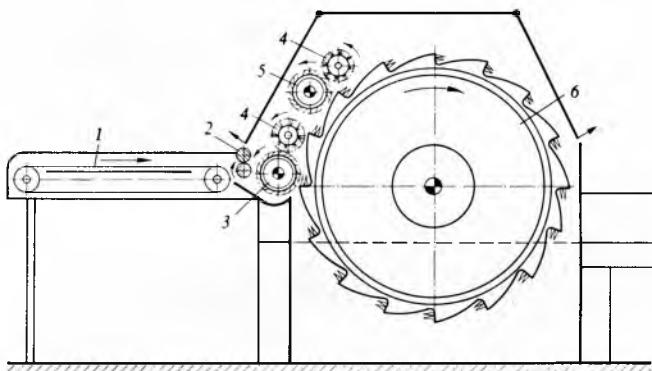
Za preradbu *ramije* ne postoji poseban postupak. Ona se može presti u postrojenjima za predenje dugovlknatog lana ili za predenje kudjelje suhim ili mokrim postupkom, a i strojevima za češljjanu vunu.

PREDENJE SVILENIH OTPADAKA

Pri odmatanju čahura u proizvodnji svilene prede ostaju velike količine vrijednih otpadaka. Osim toga, dio se čahura ne može odmotati (probušene čahure, čahure s nedostacima, čahure divljih sviljenih buba), pa se i one prerađuju kao otpaci, dakle kao svilena vlakna ograničene duljine. Prema duljini niti i kvaliteti razlikuju se dvije vrste prede od sviljenih otpadaka: šap i buret.

Proizvodnja šap-prede. Pod šap-predom razumijeva se preda dobivena od kvalitetnijih otpadaka niti od prirodne svile s duljim vlaknima. Proizvodi se, nakon nekoliko pripremnih faza, slično predenju češljane vunene prede. Otpaci svile moraju se najprije oslobođiti prirodne ljepljive

tvari – sericina. To se obavlja u vodenoj kupelji na 80–90 °C pomoću sapuna i sode uz stalno udaranje, lomljenje i pomicanje, sve dok se materijal ne razrahli. Isprani se i osušeni otpaci raščupavaju, otvaraju i razvlaknuju na otvaraču čahura djelovanjem igličastog dovodnog valjka i igličastog bubnja. Drugi stroj (nazvan *filling*, sl. 37) služi za dalje razrahljivanje i paralelizaciju vlakana, te za rezanje predugih vlakana. Kad se bubanj sa 18 igličastih letvica napuni vlaknima, stroj se zaustavlja, a vlaknasto se runo reže pored svake letvice, pa se dobivaju uski pramenovi runa (široki oko 15 cm i dugački 50–60 cm). Pramenovi se zatim učvršćuju uređajem za uklještenje na obodu bubenja kružne češljariće. Njen se veliki bubanj (promjera 150 cm) polako vrti, a dva brza igličasta valjka iščešljavaju bradu vlakana najprije s jedne, a zatim s druge strane. Predugački iščešak vraća se u *filling*. Iščešljani pramenovi s češljariće najprije se na prvom stroju za spajanje oblikuju u runo, a na drugome u pramen koji se slaže u lonac. Nakon toga se poboljšava jednolikost strukanjem i istezanjem u nekoliko prolaza istezalicama s jednostrukim ili dvostrukim igličastim poljem. Pretpreda se izrađuje u prepredilici s igličastim ili propusnim istezanim uređajima. Šap-preda se prede prstenastom predilicom za češljaju vunenu predu s dvoremenskim isteznim uređajem. Predene finih šap-preda (za proizvodnju šivaćeg konca, finih tkanina i dr.) traži male promjere prstena na predilicama.



Sl. 37. Stroj za razrahljivanje i paralelizaciju vlakana (*filling*). 1 dovodi transporter, 2 rebrasti dovodni valjci, 3 igličasti dovodni valjak, 4 valjci za cetkanje, 5 igličasti radni valjak, 6 bubanj

Proizvodnja buret-prede. U predionicama buret-prede predu se otpaci iz predionica šap-prede. Dio sirovina čine zamršeni dijelovi vanjskih slojeva čahura. Materijal se otvara, čisti i prede prema postupku koji se primjenjuje za proizvodnju grebenane vunene prede.

KONČANJE

Končanje je postupak kojim se dvije ili više niti prede zajedno uvijaju, pa se tako sjedinjuju u jednu nit koja se naziva končanom predom ili koncem. Končanjem se takoder može nazvati uvijanje pojedinačnih filamentnih preda ili dodatno uvijanje jednostrukih preda. Svrha je končanja da se postigne veća čvrstoća, jednolikost i glatkost niti, poseban izgled i opip tkanina i pletiva ili osobiti efekti upotreboom materijala različite boje, finoće i uvijanja jednostrukih niti u različitim kombinacijama.

Priprema za končanje. Končanju obično prethode dva priprema postupka: prematanje i strukanje prede.

Prematanjem se više malih predioničkih namotaka preoblikuje u križni namotak i tom se prilikom iz jednostrukre prede odstranjuju previše tanki ili debeli dijelovi te površinske nečistoće. Strukanjem se udružuju dvije ili više niti i s konstantnim naprezanjem namataju na namotak.

Postupci končanja. S obzirom na način izradbe razlikuju se konci izrađeni u jednom postupku i konci izrađeni u dva ili više postupaka končanja.

U jednom postupku proizvode se jednostrukne končane prede s povećanim uvojima u istom smjeru (npr. krep, čvrste

prede za čarape i dr.), dvostrukne končane prede za izradbu tkanina i za pletenje i vezenje te višestruke končane prede namijenjene za izradbu prostirača, za ručno pletenje i sl.

Končanjem u dva ili više postupaka (kordiranje) izrađuju se specijalni konci (npr. konci za šivanje, konci za ribarske mreže i druge tehničke svrhe). Ako se konci proizvode u dva postupka končanja, u prvom je postupku smjer uvijanja suprotan uvijanju pri predenu, a u drugome suprotan smjeru uvijanja u prvom končanju.

Prstenasto končanje najvažniji je postupak končanja, a odgovara prstenastom predenu, pa su i strojevi slični. Umjesto isteznog uređaja končaljka ima uređaje za dovodenje koji jednoliko povlače strukane niti s križnog namotka, a ponekad i jednostruku niti izravno s predioničkih namotaka.

Za izradbu ukrasnih konaca upotrebljavaju se dva sustava za dovodenje, od kojih jedan dovodi osnovnu, a drugi ukrasnu nit, ali s različitim brzinama, pa se uz primjenu dodatnih uređaja mogu postići različiti efekti. Za izradbu specijalnih konaca od pamuka ili lana, koji moraju imati vrlo glatku površinu, upotrebljavaju se uz uređaje za dovodenje i korita za vlaženje prede. Kad se preradije vunena pred u pred od vlakana, sintetskih polimera, prsteni predilice moraju biti stalno podmazani, pa se upotrebljavaju posebni oblici prstena sa samopodmazivanjem.

Da bi se povećao učinak končaljke i da bi se mogli upotrebljavati namoci većih dimenzija, primjenjuju se prsteni za sužavanje balona, te končanje bez balona upotrebot vretena s krunom.

Etažna končaljka nema ni dovodnih valjaka ni prstena s trkačima. Zbog toga se vretena mogu raspoređiti u dvije do četiri etaže. Za razliku od prstenaste končaljke namotak rotira sa strukonom predom. Etažno končanje primjenjuje se za uvijanje beskončanih niti od prirodne svile ili kemijskih vlakana.

Dvouvojno končanje. Pri dvouvojnog končanju namotak sa struknom predom miruje nataknut na šuplje vreteno. Strukane niti prolaze kroz vodilicu niti, ulaze u šuplje vreteno u kojem se nalazi kočnica niti, a zatim izlaze kroz bočni otvor ploče koja se okreće. Jednim okretajem ploče nit dobiva dva uvoja: prvi u šupljini vretena, a drugi okretanjem balona na putu prema križnom namotku na koji se namata končana pred. Budući da se jednim okretajem postiže dva uvoja, brzina je namatanja dvostruko veća nego na prstenastoj končaljci uz jednaku brzinu vrtnje vretena. Prednost je dvouvojnog končanja i u tome što končana preda gotovo nema uzlova i što se proizvode križni namoci vrlo dugih niti, pa nije potrebno križno namatanje kao nakon prstenastog končanja. Na strojevima za dvouvojno končanje može se preradivati pred od vune, pamuka, lana, jute i kemijskih vlakana, te njihovih mješavina.

Dvostupanjsko končanje. U prvom se stupnju jednostruka pred struka i pretkonča s malo uvoja kao na prstenastoj končaljci. Pretkončanjem se izjednačuju eventualne razlike u naprezanju prede, a uvoji sprečavaju mogući pomak u aksijalnom smjeru, što osigurava jednoliko završno uvijanje konca. U drugom se stupnju končanja pretkonac iz prvog stupnja dovodi završnoj končaljci da bi dobio potrebne dodatne uvoje. Namotak se stavlja u cijevno vreteno (lonac) s poklopcom i vrti zajedno s vretenom. Balon niti naliježe na unutrašnju stijenkiju zatvorenog lonca i ne mora svaladavati otpor trenja, pa se nit veoma malo napreže i ne trga se. Nit izlazi kroz rupicu na poklopcu vretena, prolazi kroz kukicu za uvijanje i vodilicu niti te se namata na križni namotak. Takvim se postupkom proizvodi visokokvalitetna končana pred velike rastezljivosti i s malo uzlova.

NEKONVENCIONALNI POSTUPCI PROIZVODNJE PREDE

Osim stvarnim uvijanjem, vlakna se udružuju u niti još i drugim postupcima uvijanja, kao što su prividno uvijanje ili utrljavanje, o kojima je već bilo riječi, zatim opredanjem, trenjem, obavijanjem, pustanjem, opetljavanjem i pahuljicanjem.

njem jezgre. Pri tom se niti mogu učvršćivati mehanički, pneumatski, elektrostatički, hidraulički ili termički, te sljepljivanjem i zavarivanjem pomoću vezivnih vlakana i vezivnih sredstava. Međutim, samo nekim od tih nekonvencionalnih postupaka dobiva se proizvod koji kakvoćom i drugim svojstvima odgovara konvencionalnoj predi.

Neki od navedenih procesa zapravo su kombinacija predanja i končanja. Osim toga, upotrebom različitih sirovina i poluproizvoda nekonvencionalnim se postupcima mogu dobiti novi proizvodi, koji, zbog veće ekonomičnosti izrade ili dobrih specifičnih svojstava, sve više istiskuju običnu, jednostruku predu.

Iako postoji više nekonvencionalnih postupaka predanja, zasad je malo njih u široj primjeni, a mnogi se još ispituju. Svrasti se mogu u postupke predanja stvarnim uvijanjem, stvarnim uvijanjem preko prividnog uvijanja, prividnim uvijanjem više niti i lijepljenjem bez uvijanja.

Nekonvencionalno predanje stvarnim uvijanjem. Jedan je od rezultata razvoja centrifugalnog predanja dvostepeno (dvofazno) predanje, u kojem se vlakna uvijaju u dvjema zasebnim operacijama. Dobivena preda potpuno odgovara predi dobivenoj konvencionalnim prstenastim predilicama.

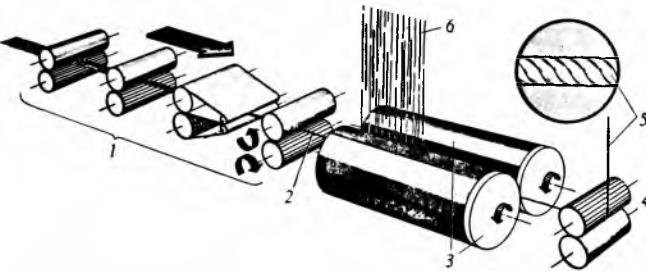
U postupku CSIRO prede se prstenastim predilicama pa se isteznim uredajem u svakoj jedinici istežu odvojeno po dvije niti pretprede, a zatim se tek nakon izlaza udružuju posebnom vodilicom niti. Tako izrađena preda zapravo je tzv. prividni konac, pa je naknadno končanje nepotrebno. Primjedom tog postupka udvostručuje se proizvodnja po proizvodnoj jedinici.

Kad se proizvodi preda s jezgrom (filamenti obavijeni predu od vlasaka), pretpređa od vlasaka obično se isteže isteznim uredajima prstenastih predilica, pa se nakon udruživanja u izlaznom paru valjaka obavija oko filamenata.

Predanje stvarnim uvijanjem preko prividnog uvijanja razvilo se iz predanja postupkom s otvorenim krajem (OE). Tipični su postupci DREF (prema austrijskoj tvrtki Dr. E. Fehrer Textilmaschinenfabrik). U postupcima DREF I i DREF II preda se na plaštevima rotirajućih perforiranih bubenjeva oblikuje od vlakana koja na njih donosi zračna struja. Preda se uvija okretanjem bubenjeva i s njih se zatim aksijalno odvodi.

Za razliku od tih postupaka, prikladnih samo za proizvodnju grublje vunene prede, postupak DREF III prikidan je i za proizvodnju mnogo finije prede. To je zapravo predanje vlaske izradbom jezgre koja se zatim omata (sl. 38). Za izradbu jezgre služi jedan, a za izradbu vlakana za omatanje drugi istezni uredaj. Pramen koji se dovodi prvome isteži se u jezgrenu nit s paraleliziranim vlaknima, koja se zatim vodi kroz prelački agregat i steznom linijom od dva perforirana buba. Usisavanjem zraka kroz njihove plašteve i djelovanjem valjaka za odvlačenje nit se uvija trenjem. Kako je jezgrena nit na jednom kraju učvršćena isteznim uredajem, a na drugom isteznom linijom valjaka za odvlačenje, njen je uvijanje prividno. Istodobno s uvijanjem jezgre, okomito na njena vlakna, dovode se vlakna pramenova iz drugog isteznog uredaja koja omataju jezgru uz stvarno uvijanje, pa se postiže potrebna čvrstoća prede.

Glavna je prednost tog predanja prema konvencionalnom predenu prstenastim predilicama što omogućuje šestero-



Sl. 38. Predanje postupkom DREF III. 1 prvi istezni uredaj, 2 jezgrena nit, 3 odsisni bubenjevi za formiranje niti, 4 valjci za odvlačenje, 5 gotova preda, 6 pramenovi iz drugog isteznog uredaja

struktu brzinu odvođenja niti. Primjenljivo je za sve vrste vlakana, a osobito je ekonomično u proizvodnji grubljih preda.

Predanje prividnim uvijanjem više niti. Umjesto valjaka za prividno uvijanje s punim plaštevima upotrebljavaju se pneumatske naprave. Prema jednom se postupku najprije prividno uvijaju prede s jezgrom, pa se po dvije njihove niti obaviju jedna oko druge, a preda se zatim konča. Može se raditi i tako da se jezgrena nit od vlasaka obavlja prvo jednom, a zatim drugom filamentnom predu.

Proizvodnja prede lijepljenjem bez uvijanja. Takva se preda razlikuje od ostalih neuvijenošću i paralelnim položajem svojih vlakana. Vlakna se drže na okupu vezivnim sredstvima topljivim u vodi, a tek nakon tkanja čvrstoća tih tvorevin postaje neovisna o vezivnim sredstvima. Tada se, naime, čvrstoća tkanine postiže vezama na križanjima potke i osnove, pa se vezivno sredstvo smije isprati.

TEKSTURIRANJE FILAMENATA OD KEMIJSKIH VLAKANA

Teksturiranje je obradba kojom se glatke filamentne niti kovrčaju ili dovode u međusobno nesređene položaje da bi se dobili voluminozni i elastični materijali koji imaju svojstva slična nitima proizvedenim predanjem vlasaka. Naime, filamentna se preda kakva se proizvodi u postrojenjima kemijske procesne tehnike sastoji od glatkih niti, pa nije voluminozna, ima staklast izgled i druge nedostatke koji je čine neprikladnom za izravnu preradbu u tekstilne proizvode.

Ipak, u proizvodnji takve prede, osobito filamentne prede od poliamidnih i poliesterskih vlakana, primjenjuju se postupci koji imaju nekih sličnosti s predanjem i istezanjem u proizvodnji prede od vlasaka. Tako se pod predanjem u toj oblasti razumijeva stvaranje niti od visokopolimernih tvari pomoću sapnica, uz dodatne operacije, sve do namatanja (učvršćivanje, vođenje preko valjaka za istezanje). Kako su brzine gibanja niti kroz proizvodnu liniju skoro jednak, isteg je malen, pa se takav proizvod naziva neistegnutom predu. Istezanjem niti polimernih materijala medu valjcima istezalice njihove se makromolekule orijentiraju tako da im se povećava čvrstoća, a smanjuje istezljivost i titar.

Već prema vrsti vlakana koja se teksturiraju, prema postupku teksturiranja i naknadnoj obradbi teksturirane prede, mogu se postići različiti stupnjevi njene voluminoznosti i elastičnosti, pa je područje primjene takve prede vrlo široko. Ono obuhvaća tri velike skupine proizvoda: tkanine, pletiva i podne obloge. Od teksturirane prede od sintetskih polimernih vlakana dobivaju se proizvodi otporni prema habanju, koji se lako Peru i suše, žilavi su i trajni, i dobro se prilagođuju tijelu.

Klasični postupak teksturiranja patentiran je još prije drugog svjetskog rata, ali je njegovu širu primjenu omogućila tek pojava za to prikladnih plastomera, osobito poliamida. Postupak se sastojao od odvojenog, jakog uvijanja filamenata, termofiksiranja uvijenih filamenata na temperaturi od 180–190 °C, povratnog odvijanja končanjem, struknja i ponovnog končanja. Međutim, kasnije su se razvili drugi visokoproizvodni postupci koji su ga, zbog svoje veće rentabilnosti, potpuno istisnuli iz upotrebe.

Najvažniji suvremeni postupci teksturiranja filamenata od sintetskih polimera jesu: prividno uvijanje, tlačni postupak, vučenje preko oštrog brida, puhanje, pletenje i raspletanje. Osim toga, teksturirana se preda dobiva i kombiniranjem predanja (dobivanje filamenata), istezanja i teksturiranja.

Teksturiranje prividnim uvijanjem jednostavno je i ekonomično, a sjedinjuje sve operacije klasičnog postupka teksturiranja u proces na jednom stroju. Čak 70% od svih teksturiranih preda proizvodi se tim postupkom. To su prede finijih titara.

Suvremeni strojevi za teksturiranje prividnim uvijanjem rade velikom brzinom. Specijalno uvođeno vreteno uvija niti s ulazne strane u jednom, a s izlazne u drugom smjeru. Neposredno prije nego što uvijena nit dospije u vreteno, ona se grije u komori za termofiksiranje na temperaturu potrebnu

za stabilizaciju uvoja. Odvijanjem iza vretena uvoji se pretvaraju u kovrće. Susjedna vretena vrte se u suprotnim smjerovima tako da se na jednoj od dviju susjednih niti što se teksturiraju stvaraju desni, a na drugoj lijevi uvoji na istim stranama vretena. Nakon kovrčanja te se niti udružuju i namataju na križni namotak.

Teksturirane prede dobivenе prividnim uvijanjem voluminozne su i elastične. Ako njihova velika elastičnost nije poželjna, može se smanjiti dopunskim termofiksiranjem. Pri tome predra zadržava svoju voluminoznost. Tada se strojevi za teksturiranje prividnim uvijanjem sprežu s još jednom komorom za termofiksiranje. Tako dobivena preda, tzv. set, upotrebljava se za proizvodnju pletene robe.

Tlačni postupak teksturiranja (teksturiranje zbijanjem) u osnovi je kovrčanje termoplastičnih filamenata zbijanjem i djelovanjem topline u tlačnoj komori. Predra dobivena tim postupkom grublja je i vrlo voluminozna, ali joj je rastezljivost malena. Najviše se upotrebljava za izradbu podnih obloga.

Teksturiranje vučenjem preko brida u osnovi je snažno deformiranje zategnute ugrijane niti filamenta prelaskom preko oštrog brida. Tada se u deformiranom području pojavljuju naprezanja koja kovrčaju niti. Tim postupkom proizvedena preda također je vrlo elastična i rastezljiva, a njeni se veliki rastezljivost može smanjiti daljom obradom. Najviše se upotrebljava za proizvodnju čarapa.

Teksturiranje puhanjem zasniva se na djelovanju vrtloga hladnog ili vrućeg medija (obično stlačenog zraka ili pare) na nit filamenta u nekoj komori. Pritom nastaju petlje koje povećavaju voluminoznost filamenta.

Teksturiranje puhanjem hladnoga stlačenog zraka prikladno je za preradbu vlakana koja nisu plastomerna (termoplastična), npr. vlakana od celuloznog acetata, te viskoznih i staklenih vlakana. U teksturiranju plastomernih, osobito poliamidnih filamenata, puhanjem vrućeg zraka nastaje i termofiksiranje koje pojačava djelovanje procesa.

Kombinacija teksturiranja, prednja i istezanja. Iako strojevi za teksturiranje rade velikim brzinama, ekonomičnost teksturiranja nastojala se povećati kombinacijama prednja i istezanja. Osobito su važne kombinacije istezanja i teksturiranja, koje se obavljaju u dvofaznom (sekventnom) ili u jednofaznom (simultanom) postupku.

Za razliku od sekventnog postupka, u kojem se isteže i teksturira u dvije odvojene zone, u simultanom su postupku te dvije operacije potpuno integrirane. I sekventni i simultani postupak istezanja i teksturiranja upotrebljivi su za preradbu prethodno neistegnutih i predorientiranih niti. Ipak se, zbog ekonomskih i drugih razloga, sekventnim postupkom preraduju samo neistegnute, pretežno poliamidne, a simultanim predorientirane, pretežno poliesterske filamentne prede.

LIT.: A. Blümcke, Textilindustrie, I. Band, Spinnerei und Zirnerei. Walter de Gruyter, Berlin 1954. – R. Fahrbach, Getriebe-Berechnungen in der Baumwoll-Spinnerei an in- und ausländischen Maschinen. Poetschel Verlag, Stuttgart 1956. – R. Fahrbach, Die Kammgarnspinnerei. Konradin-Verlag, Stuttgart 1958. – W. Oeser, Streichgarnspinnerei. Konradin-Verlag, Stuttgart 1961. – O. Johannsen, F. Walz, Handbuch der Baumwollspinnerei. Verlag Handwerk und Technik, Berlin-Hamburg 1962 (I. dio), 1963 (II. dio), 1964 (III. dio). – W. Wegener, Die Streckwerke der Spinnmaschinen. Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York 1965. – Spinnereitechnische Grundlagen. VEB Fachbuchverlag, Leipzig 1969. – H. Perner, Technologie und Maschinen der Garnherstellung. VEB Fachbuchverlag, Leipzig 1969. – W. Oeser, Mechanische Spinnerei. Schiele & Schön, Berlin 1971. – V. Rahlenova, Bezvreteno predeni. SNTL, Praha 1974. – A. Gregorić, Prednje bombaža in kemičnih vlakan bombažnega tipa. Univerza v Ljubljani, Ljubljana 1979. – M. Nikolić, A. Gregorić, Teorija predelave vlakan. Univerza v Ljubljani, Ljubljana 1979. – R. J. Kohel, C. F. Lewis, Cotton. American Society of Agronomy, Madison-Wisconsin 1984.

A. Prus

PREDNAPETI (PREDNAPREGNUTI) BETON, armirani beton u kojemu je umjetno stvoreno, prije nanošenja opterećenja ili istodobno s njim, trajno naprezanje

što zajedno s naprezanjem od vanjskog opterećenja daje naprezanje koje u svakoj točki i za sva predvidiva vanjska opterećenja ne premašuje naprezanje koje gradivo može trajno podnosići.

Beton se upotrebljava već više od dvije tisuće godina, a tek se u prošlom stoljeću pojavio armiran beton (v. *Armirani beton*, TE1, str. 403). Nedostaci armiranog betona, od kojih su najvažniji: pojave pukotina, velik udio vlastite mase u ukupnom opterećenju i nemogućnost premoštenja većih raspona, naveli su konstruktore, potkraj prošlog stoljeća, da eliminiraju te nedostatke ugradnjom prednapetih armature. Ta je zamisao vrlo stara. Duge drvene bačve i dijelove drvenog kotača, npr., drže prednepeti željezni obruči. Prvi prijedlozi za primjenu prednapetog betona pojavljuju se u SAD (P. H. Jackson, 1886) i u Njemačkoj (W. Döhring, 1888) kojima se namjeravalo sprječiti raspucavanje betona. Austrijanac J. Mandl (1896) iznio je ideju da se prednapinjanjem armature može djelovati suprotno vlačnim naprezanjima koja nastaju djelovanjem vanjskih opterećenja. M. Koenen počeo je u Berlinu (1906) pokuse s gredama u koje je bila ubetonirana prednapeta armatura. Armatura je, međutim, bila prevelika (60 N/mm^2), pa je prednaprezanje u njoj postupno sasvim isčezeno zbog skupljanja i puzanja betona o čemu se u ono doba nije ništa znalo. Do sredine dvadesetih godina bilo je nekoliko sličnih neuspjelih pokušaja.

Francuski inženjer E. Freyssinet proučavao je od 1911. godine pojavu puzanja betona mjerjenjem na velikim betonskim lukovima, pa je utvrdio bit puzanja i bitne pretpostavke za uspješnu primjenu prednapinjanja. Takvim istraživanjima ne samo da je točno utvrdio djelovanje unutrašnjih sila, kojima se može prilagoditi oblik, dimenzije i armature prednapete konstrukcije, nego je i razvio postupak pomoću kojeg se može utjecati na djelovanje tih sila i na izobiljevanje konstrukcije. Freyssinet je 1928. god. ostvario prvu prednapetu konstrukciju s naprezanjem u celiku od 400 N/mm^2 . To je bio preokret u tehniči građenja betonom. Od 1930. godine Freyssinet primjenjuje prednapinjanje sve smješte u nizu konstrukcija i građevina, pa je 1941. godine projektirao izvanredno vitak dvozglobni okvirni most preko Marne kod Luzzancyja s rasponom od 55 m (v. *Mostovi, masivni*, TE 8, str. 706, sl. 193). Most je, međutim, izgrađen tek nakon rata, kad je izgrađeno još pet sličnih mostova preko Marne. U gradnji tih mostova primijenjeno je nekoliko postupaka koji će tek poslije ući u graditeljsku praksu (prednapinjanje hrpta, kompenzacija pomaka od skupljanja i puzanja betona, montiranje po segmentima).

Tridesetih godina F. Dischinger predlaže postavljanje poligonalnih kabela izvan presjeka nosača, no unutar visine konstrukcije, što bi omogućilo naknadno dodavanje sila, a U. Finsterwalder razmatra utjecaj povlačenja kabela pod gredu sa središnjim zglobovom oko kojeg se zakreću dijelovi grede uz istodobno razmicanje krajeva djelovanjem gredne mase. E. Hoyer (1938) razvio je postupak prednapinjanja celičnim strunama veoma velike čvrstoće ($1,6\cdots2,8 \text{ kN/mm}^2$) koje betonu predaju silu prianjanjem. Z. Franjetić otkupio je licencu (1941) od Hoyera i izgradio pogon u Remetincu kraj Zagreba, koji je poslije rata pripadao poduzeću Jugobeton što je do 1976. godine proizvodilo prednapetne gredice.

Razvoj prednepetih konstrukcija ostvaren je, međutim, tek u portarnim godinama. Godine 1953. osnovano je međunarodno udruženje za prednepeti beton (*Fédération Internationale de la Précontrainte, FIP*). Osobito je zaslužan za razvoj upotrebe prednapetog betona Belgijanac G. Magnel, koji je razvio vlastiti postupak prednapinjanja, i projektirao prvi most s kontinuiranim nosačem od prednapetog betona (preko Maasa kod Sclayna, raspon $2 \times 62 \text{ m}$), te je napisao i prvu knjigu o prednapetom betonu.

Na razvoj tehnike prednapinjanja u nas utjecala je djelatnost poduzeća Jugobeton, koje je projektiralo tvorničke hale i mostove i koje je ostvarilo izvorne i uspjele konstrukcije (npr. krovne rešetke raspona do 36 m). B. Žeželj (1952) razvija vlastiti postupak prednapinjanja nazvan sustavom IMS (Institut za materijale SR Srbije). Primjena tog postupka znači provat primjene prednapetog betona u Jugoslaviji, pa je izgrađen niz mostova (Šibenik, Beška, Krk-kopno, v. *Mostovi, masivni*, TE 8, str. 669). Prednepeti beton, osim toga, primjenjuje se u stanogradnji i gradnji industrijskih hala, pa se prednapetim betonskim konstrukcijama sve više zamjenjuju celične konstrukcije.

Napredak prednepetih betonskih konstrukcija može se najbolje pratiti porastom raspona grednih mostova. Tako se, nakon prvog već spomenutog mosta da prednapetog betona raspona 55 m, uznapredovalo toliko da je u 1983. godini izgrađen most raspona 260 m (Brisbane, Australija).

Gradnja visokih televizijskih tornjeva omogućila je upotrebu prednapetog betona, jer se samo takvimi konstrukcijama mogu svladati veoma veliki momenti savijanja koji nastaju djelovanjem vjetra i koji bi se mogli pojaviti pri zemljotresu. Tako su od prednapetog betona izgrađeni vrlo visoki televizijski tornjevi u Torontu (visina 553 m) i Moskvi (525 m). Takav je i televizijski toranj na Sljemenu kod Zagreba (170 m).

Dalji razvoj prednepetih konstrukcija ide u smjeru usavršavanja i racionalizacije, a osobito u smjeru poboljšanja zaštite armature od korozije. Tzv. djelomično prednapinjanje sve se više primjenjuje zbog nekih prednosti: manji progib prema gore, manji utrošak betona i skupog čelička za prednapinjanje.

Svrha prednapinjanja. Kako je spomenuto, prednapinjanje je već od davnine primjenjivano. Najbolje to pokazuju primjeri nabijanja željeznih obruča na drvene bačve i na drvene kotače zaprežnih kola. Djelovanjem hidrostatičkog tlaka tekućine u bačvi nastaju sile koje djeluju na obod bačve i koje nastoje razmaknuti duge. Nabijanjem obruča stješnjuju se reške među duggama, pa se one ponašaju kao klinovi. Sili koja djeluje na plohu duga suprotstavljaju se sile na njezinim bokovima. Te sile na bokovima djeluju uzduž oboda bačve, dakle kao i sile od hidrostatičkog tlaka, ali u suprotnom