

spajati se s bilo kojim elementom. Godine 1933. D. M. Yost i A. L. Kaye pokušavali su potvrditi pretpostavku L. Paulinga da bi se kripton i ksenon trebali spajati s fluorom u fluorida, ali, vjerojatno zbog tada slabo razvijene tehnike rada s elementarnim fluorom, nisu imali uspjeha. Međutim, treba spomenuti da su već u to vrijeme bili poznati nestabilni spojevi plemenitih plinova, koji su bili dokazani na temelju spektara dobivenih prilikom električnog pražnjenja u tim plinovima ili njihovim smjesama. Tu se radilo o kratkoživućim dvoatomnim molekulama, koje ipak nisu predstavljale nove spojeve. Osim njih, poznati su bili i klatrati plemenitih plinova, koji također nisu pravi spojevi, nego čvrste smjese u kojima su atomi plemenitog plina zatvoreni u kristalnu strukturu osnovnog spoja kao u kavez.

Prvi pravi kemijski spoj plemenitog plina, ksenon-heksafluoroplatinat(V), $\text{Xe}[\text{PtF}_6]$, sintetizirao je 1962. godine N. Bartlett. Iste se godine u ta istraživanja uključila i grupa za kemiju fluora na Institutu »Jožef Stefan« u Ljubljani, koju je vodio prof. Slivnik, uspješnom sintezom ksenon-heksafluorida. Od tada pa do danas sintetizirano je više od 200 spojeva ksenona i niz spojeva kriptonu i radona.

Spojevi ksenona. Halogenidi. Ksenon-difluorid (XeF_2), ksenon-tetrafluorid (XeF_4) i ksenon-heksafluorid (XeF_6) stabilne su, bezbojne i kristalne tvari, koje sublimiraju u vakuumu na temperaturi 25 °C. Dobivaju se zagrijavanjem smjese ksenona i fluora pod tlakom. Izborom primjerenih uvjeta (tlak, temperatura, omjer reaktanata) može se reakcija voditi tako da se dobije pretežno jedan od spomenutih spojeva. Ksenon-difluorid može se dobiti i fotokemijski tako da se smjesa ksenona i fluora obasjava sunčanim zrakama ili živinom sijalicom. Ostali halogenidi ksenona, kloridi (XeCl_2 i XeCl_4), klorid-fluorid (XeClF) i dibromid (XeBr_2) nestabilni su i manje su važni. Tu valja spomenuti i nestabilne kratkoživuće monohalogenide (XeF , XeCl , XeBr i XeI), koji u uzbuđenom stanju emitiraju svjetlost i upotrebljavaju se u laserima.

Oksidi. Poznata su dva oksida ksenona, ksenon-trioksid (XeO_3) i ksenon-tetroksid (XeO_4). To su čvrsti spojevi, termodinamički nestabilni i eksplozivni. Trioksid ima na sobnoj temperaturi zanemarljiv tlak para i dobro se otapa u vodi, dok je tetroksid hlapljiv na 25 °C, ali se obično raspada već i na nižoj temperaturi.

Od oksifluorida poznati su XeOF_4 , XeOF_2 , XeO_2F_2 i XeO_3F_2 . Najstabilniji je XeOF_4 , koji je na 25 °C bezbojna kapljevinna.

Ksenati, fluoroksenati i perkksenati. Poznati su ksenati, fluoroksenati i perkksenati alkalijskih metala. Ksenati $\text{MXeO}_4 \cdot 1,5\text{H}_2\text{O}$ nestabilne su i eksplozivne čvrste tvari, dok su fluoroksenati MXeO_3F termički stabilni do 260 °C, a perkksenati čak do 400 °C.

Kompleksni spojevi i molekularni adukti. Sva tri binarna fluorida ksenona stvaraju kompleksne soli. Najviše ih tvori ksenon-heksafluorid, koji je u njima u obliku iona $\text{Xe}_2\text{F}_{11}^+$ ili XeF_5^+ . Ksenon-difluorid nalazi se u kompleksnim spojevima u obliku iona XeF^+ i Xe_2F_3^+ , dok ksenon-tetrafluorid daje soli samo s najjačim akceptorima fluoridnog iona i pojavljuje se kao ion XeF_3^+ . Svi fluoridi ksenona stvaraju i molekularne adukate.

Spojevi kriptonu. Kripton-difluorid (KrF_2) bezbojna je i kristalična tvar, koja u vakuumu sublimira na temperaturi 0 °C. Taj je spoj termodinamički nestabilan i lagano se raspada već na 25 °C, pa se zato ne može dobiti zagrijavanjem smjese elemenata. Do sada je najbolja metoda za njegovo dobivanje fotokemijska sinteza u ukapljenom fluoru, koja je bila razvijena u Institutu »Jožef Stefan«. I kripton-difluorid daje niz kompleksnih spojeva, u kojima se pojavljuje kao KrF^+ ili Kr_2F_3^+ , a stvara i molekularne adukate. Ti se spojevi praktički raspadaju već na sobnoj temperaturi. Soli iona KrF^+ jaki su oksidansi.

Spojevi radona. Radon-difluorid (RnF_2) stabilan je i nehlapljiv spoj, koji se dobiva reakcijom radona i halogenskih fluorida (ClF_3 , ClF_5 , BrF_3 i dr.) na sobnoj temperaturi. Slično kao i ksenon-difluorid, stvara i radon-difluorid kompleksne soli s različitim fluoridima.

PROIZVODNJA I POTROŠNJA PLEMENITIH PLINOVA

Proizvodnja i potrošnja plemenitih plinova u svijetu sve je veća iz godine u godinu (tabl. 5).

Tablica 5
PROIZVODNJA PLEMENITIH PLINOVA U
SAD I OSTALOM SVIJETU, 10^3 m^3

Plemeniti plin	Proizvodnja	
	SAD	Ostali svijet
Helij	30 200	4 500
Neon	28,3	
Argon	198 500	
Kripton	2,2	
Ksenon	0,25	

U Jugoslaviji se proizvodi samo argon. Najveći jugoslavenski proizvođači argona jesu Tehnogas Beograd, Montkemija Zagreb, Željezara Sisak i Željezarna Jesenice. Projektirani kapaciteti za proizvodnju argona iznose $2540 \cdot 10^3 \text{ m}^3$, dok je cjelokupna proizvodnja u zemlji u 1984. iznosila $1650 \cdot 10^3 \text{ m}^3$, odnosno 2940 t, od toga 2500 t ukapljenog i 440 t plinovitog argona. Potrošnja argona u Jugoslaviji bila je sljedeća: 250 t potrošeno je za crnu metalurgiju, 2680 t u tehnologiji zavaranja, a 10 t u ostale svrhe. Potrošnja argona u Jugoslaviji u stalnom je porastu, tako da je za 1990. godinu, prema podacima YU-GAS iz Beograda, predviđena proizvodnja 12050 t, odnosno $6750 \cdot 10^3 \text{ m}^3$ argona.

LIT.: G. A. Cook (Ed.), Argon, Helium and Rare Gases. Interscience, New York 1961. — Gmelins Handbuch der anorganischen Chemie, Ergänzungswerk zur 8. Aufl., Bd. 1, Edelgasverbindungen. Verlag Chemie, Weinheim 1970. — N. Bartlett, F. O. Sladky, The Chemistry of Krypton, Xenon and Radon, u djelu: A. T. Trotman-Dickenson (Ed.), Comprehensive Inorganic Chemistry, Vol. 1. Pergamon Press, Oxford 1973. — Ullmanns Encyclopädie der technischen Chemie, Bd. 10. Verlag Chemie, Weinheim 1975. — B. S. Kirk, A. H. Taylor, Helium-Group Gases; L. Stein, Helium-Group Gases, Compounds, u djelu: Kirk-Othmer, Encyclopedia of Chemical Technology, Vol. 12. Wiley-Interscience, New York 1980.

A. Šmalc, B. Žemva

PLETENJE I ČIPKANJE, izradba očica od niti i povezivanje tih očica u *pletivo*, koje je konačan proizvod ili se dalje prerađuje. Čarape su tipičan gotovi proizvod pletenja, pa je odavno proizvodnja čarapa usko povezana s pletenjem. Preradbom pletiva dobivaju se raznovrsni gotovi tekstilni proizvodi, npr. odjevni predmeti, umjetna krzna, zavjese, čipke, ribarske mreže, proizvodi za različite tehničke i medicinske svrhe.

PLETENJE

Najstarije poznate pletene izradbe potječu iz Egipta. Engleski egiptolog W. Mathew, poznat kao P. Flinders, našao je par ručno pletenih vuninih čarapa u grobu koji vjerojatno potječe iz IV stoljeća.

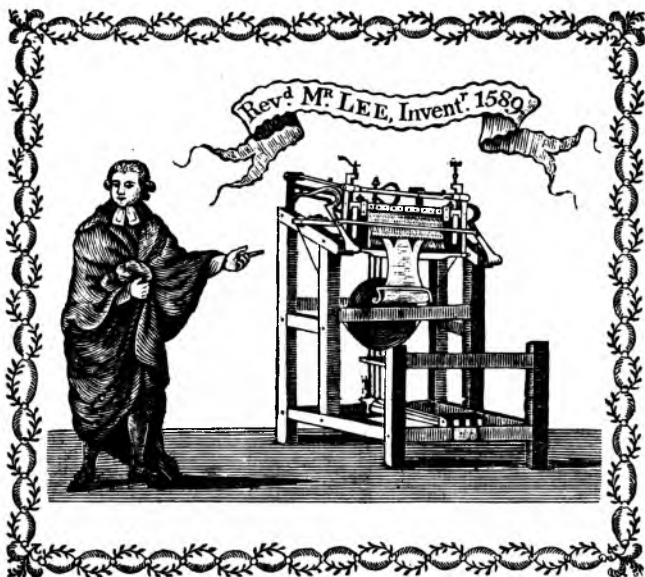
Po svemu sudeći, vještina ručnog pletenja nije bila poznata širem krugu pučanstva sve do XIII stoljeća. Tad se u Španjolskoj i Italiji počelo pletiti ravno, na dvije igle, i počeli su se osnivati čehovi pletača. U ostale se evropske zemlje pletenje počelo širiti u XVI stoljeću. Tada se u Švicarskoj pojavilo i ručno kružno pletenje sa pet igala, a čehovi su se pletača počeli osnivati i u Engleskoj, Francuskoj i Njemačkoj oko 1560. god., kad su se i počele prodavati prve bešavne čarape.

Prvi odlučni korak u mehanizaciji izradbe čarapa, a poslije i pletenja za druge svrhe, napravio je engleski svećenik W. Lee (1589). On je konstruirao ravni, ručni kulirni stan (sl. 1; kulirni prema franc. *coulter* teći, oblikovati svijanjem), kojim su se proizvodila *desno-lijeva kulirna pletiva*, i *kukastu iglu*. I. Strutt (1758) konstruirao je za taj stan dopunski uređaj koji je omogućio izradbu tzv. *desno-desnoga kulirnog pletiva*. U drugoj polovici XVIII stoljeća u taj je stan ugrađeno glavno pogonsko vratilo, što je omogućilo konstrukciju stroja za kulirno pletenje. S. Wise (1767) konstruirao je prvi kružni kulirni stan, a J. Crane (1768) konstruirao je i patentirao ručni stan za prepletanje iz osnovne. Mehanizaciju tog stana započeo je Dawson (1791) ugradnjom uređaja za pomak polagala. C. Ch. Langsdorf i J. M. Wassermann prvi su u Njemačkoj (1805) objavili puni opis *čaraparskog pletačeg stana* i izradbe čarapa.

Dalji krupan korak u razvoju pletenja omogućili su M. Townsend, konstrukcijom *jezičaste igle* (1847), i W. Lamb, u SAD (1863), upotrebom te igle

u konstrukciji prvoga mehaničkog stroja za ravno pletenje sa skretnicama i iglenicama u obliku krova. Taj je stroj donio 1867. H. E. Dubied iz SAD u Evropu.

U Francuskoj (1853) konstruiran je kružni kulirni dvoiglenični stroj, a A. Paget (1857) konstruirao je ravni mehanički kulirni stroj. U Njemačkoj (1859) napravljen je tzv. *rašel-stroj* (nazvan po franc. glumici E. Felix-Rachel) za pletenje iz osnove — s jezičastim iglama okomito ugrađenim u iglenicu. W. Cotton (1864) konstruirao je vrlo djelotvoran pletači stroj s vertikalno razmještenim iglama i pogonskim sklopom u podnožju, kojim su se mogle proizvoditi fine ženske čarape.



Sl. 1. Prvi kulirni stan

U Engleskoj je Clay (1865) konstruirao *dvoglavu jezičastu iglu* i time omogućio izradbu tzv. *lijevo-lijevih pletiva*. U SAD je M. Nary (1866) patentirao stroj za kružno pletenje koji je mogao izrađivati petu i prstni vrh čarape u povratnom hodu, a Griswold (1878) konstruirao je stroj za kružno pletenje s kružnom iglenom pločom.

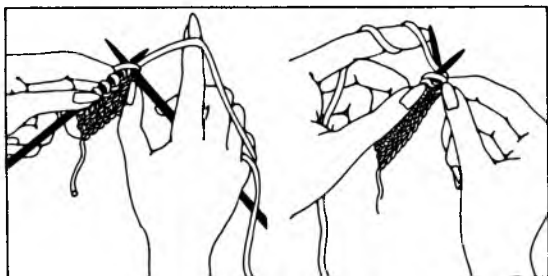
Treću važnu vrstu pletače igle, *cjevastu iglu*, koja je kasnije razvijena u *užlijebljenu*, odnosno iglu s kliznicom, konstruirao je Durand (1881), a u Njemačkoj je u to doba Beyer konstruirao uređaj za automatsko proširivanje i sužavanje pletiva prijenosom poluočica na stroju s ravnom iglenicom. H. Stoll (1900) razradio je osnove konstrukcije stroja za ravno, a Spiers (1910) stroja za kružno pletenje s dvoglavim iglama.

R. W. Scott (1908) prvi je patentirao interlok-stroj. U Njemačkoj DR patentirao je M. Mauersberger (1949) *šivačko-pletačku tehniku* kao osnovu za izradbu lančanih pletiva s potkom preko cijele širine. U Stuttgartu (1963) tvrtka Morat prva je izradila sklop uređaja za elektroničko upravljanje izradbom pletiva na stroju za kružno pletenje. U ČSSR su J. Zmatlik, M. Jiša i J. Mohelnický (1971) patentirali stroj za tkanje s pletenjem za proizvodnju tzv. *pletanih plošnih tekstilnih tvorevina*.

Proizvodnost je strojeva za dobivanja pletiva 3...8 puta veća od proizvodnosti tkalačkih strojeva. Rad im je tiši, lako se pripremaju za proizvodnju, poslužuju i održavaju. Zbog izmjenljivosti oblika i dimenzija očica površinska je rastezljivost pletiva velika. Ona imaju i druga svojstva pogodna za izradbu odjevnih predmeta. Pletiva se jednostavno uzorkuju vezom, vrstom ili bojom pređe automatskim upravljanjem.

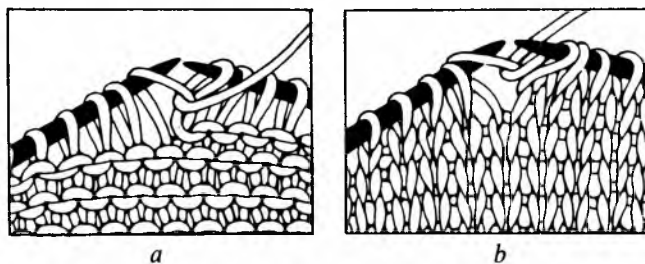
Ručno pletenje

Pri oblikovanju očica ručnim pletenjem važan je položaj prstiju lijeve i desne ruke, dovođenje niti i nizanje očica na iglu (sl. 2). Ravno se ručno plete obično pomoću dviju igala

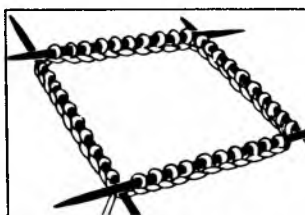


Sl. 2. Osnovni postupci ručnog pletenja

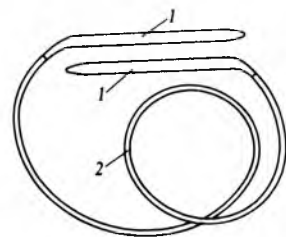
(sl. 3), a kružno pomoću jedne ili više od dviju, obično s četiri (sl. 4) ili pet igala. Igle za ručno pletenje mogu biti metalne, od plastičnih masa, drvene ili od kombinacija tih materijala, s oba ili samo s jednim zašiljenim krajem, a igla za kružno pletenje, bez drugih igala, mora biti fleksibilna i mora imati krute krajeve (sl. 5). Za ručno pletenje upotrebljavaju se i dvoiglenični strojevi s jezičastim iglama, jer se njima ručno upravlja. Najčešće se upotrebljavaju u kućanstvu.



Sl. 3. Plohe (površine, strane) ručno izrađenog pletiva. a lijeva (kriva), b desna (prava) ploha



Sl. 4. Ručno kružno pletenje sa četiri igle



Sl. 5. Iгла za ručno kružno pletenje. 1 kruti krajevi od metala s oblogom od plastične mase, 2 savitljivi dio od debelog kemijskog monofilamenta

Ručnim se pletenjem većinom proizvode bešavni odjevni predmeti, npr. čarape, rukavice, šalovi, kape, ovratnici, dijelovi džempera, haljina, sukanja, ogrtača, a i mreže, prostirači, pokrivači.

Strojno pletenje

Pod strojnim se pletenjem razumijeva industrijska proizvodnja tzv. *metražnog pletiva* i *komadnih ispletanih izrađevina* strojevima. Za to se primjenjuju dva osnovna postupka: *poprečno* i *uzdužno dovođenje niti*. Veze među oćicama i međusobni razmještaj očica u tim postupcima određuje se prepletanjem niti (*prepletom*).

Pri strojnom pletenju s poprečnim dovođenjem niti (pletenje po potki, koje se u praksi često naziva samo kulirnim pletenjem) obično se samo jedna nit kulira u vodoravnom smjeru, pa se kulirana nit sjedinjuje s prethodnom vodoravnim sustavima očica u pletivo (*pletivo po potki, kulirno pletivo*). Među ostalim, kulirna se pletiva odlikuju i time što se lako dadu parati red po red, obrnuto nego što su ispletana.

Pri pletenju s uzdužnim dovođenjem niti (pletenje po osnovi, koje se u praksi često naziva lančanim prepletanjem) istodobno se na svaku iglu stroja polaže po jedna nit od mnogih međusobno paralelnih niti što ulaze u stroj i oblikuju očice koje su međusobno povezane. Dobiva se pletivo (*pletivo po osnovi, lančano pletivo*) koje se, u načelu, ne da parati.

Ima 350 različitih vrsta strojeva za proizvodnju pletiva. Oni se mogu razvrstati prema njihovim tehnološkim i konstrukcijskim obilježjima. Tehnološka su obilježja tih strojeva određena namjenom izrađevina. Na toj osnovi oni se najčešće svrstavaju u strojeve za izradbu čarapa, donjih i gornjih odjevnih predmeta, rukavica i sličnih proizvoda, te specijalnih proizvoda (steznika, umjetnog krzna, ribarskih mreža, proizvoda za medicinske i tehničke svrhe).

Prema konstrukcijskim se obilježjima pletači strojevi najčešće svrstavaju prema broju i obliku iglenica, obliku igala, broju pletaćih sustava i načinu oblikovanja očica. Tako se razlikuju

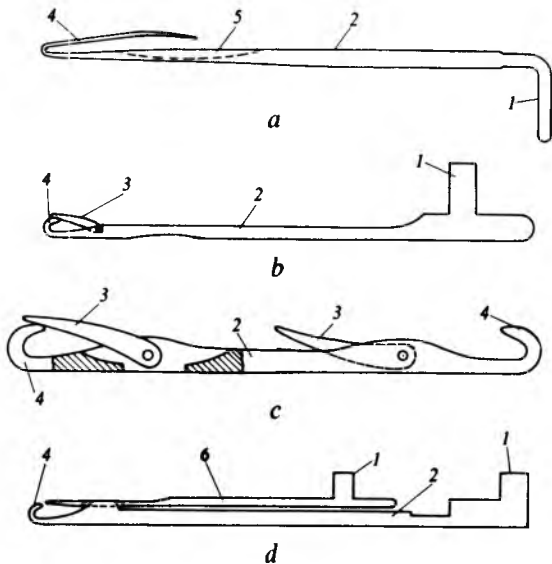
jednoiglenični (jednoležišni, jednofonturni) i dvoiglenični, ravni i kružni jednosustavni i mnogosustavni, pletači i prepletači strojevi, strojevi s kukastim, jezičastim i užlijebljenim iglama, te iglama posebne konstrukcije. U svakoj od tih grupa ima strojeva različitih tipova i namjena, za izradbu glatkih i uzor- kanih pletiva.

Za izradbu pletiva najčešće se upotrebljavaju glatke i tzv. efektne pređe od pamučnih, vunениh i kemijskih vlakana i njihovih mješavina, te sintetske filamentne, glatke i teksturirane pređe, samostalno i u kombinacijama (v. *Pređenje*).

Prije pojave sintetskih vlakana za izradbu su se laganih vrsta pletiva mnogo upotrebljavali tzv. umjetni filamenti, osobito od viskoze (rejona), bakreni (Bemberg-cupro) i acetatni filamenti (tzv. umjetna svila; v. *Vlakna*). Čarape bolje kakvoće izrađivale su se od mercerizirane i končane pređe od češljanog pamuka (flor), te od končane pređe od češljane vune, a fine ženske čarape od pređe prirodne svile i od tzv. umjetnih filamenta. Pojava sintetskih vlakana omogućila je intenzivan razvoj proizvodnje pletenih proizvoda.

Strojevi za kulirno pletenje (pletači strojevi u užem smislu) imaju često pojedinačno pokretljive igle. Za takvo gibanje igle su smještene u odvojene iglene kanale. Igle strojeva za pletenje po osnovi (prepletači strojevi) najčešće nisu pojedinačno pokretljive, već se gibaju zajedno s dijelom na koji su učvršćene (iglenica). Iglenice mogu biti ravne ili kružne. Strojevi za proizvodnju pletiva mogu imati jednu ili dvije iglenice.

Igle za strojno pletenje (sl. 6) izrađene su od čelika. Duge su 25...100 mm, a debele 0,3...1,5 mm. O njihovoj debljini ovisi površina očica. Brojem igala po određenoj duljini iglenice određena je tzv. *finoća strojeva za pletenje*. Do sada se kao jedinica duljine najviše upotrebljavao engleski inč. Što je taj broj veći (i, dakako, što su zbog toga igle manje i tanje), to je veća i finoća stroja. Fini pletači strojevi služe za dobivanje tankih pletiva od finih niti, a grubi za dobivanje debelih pletiva od debelih niti. Tako npr. za pletenje finih ženskih čarapa služe strojevi za kružno pletenje finoće E40, tj. s razmakom središnjica dviju susjednih igala u jednoj iglenici, s tzv. *razdjelom*, od 0,635 mm (40 igala po inču), a za izradbu džempera krupnih očica strojevi za ravno pletenje finoće E3, tj. s razdjelom od 8,467 mm (3 igle po inču).

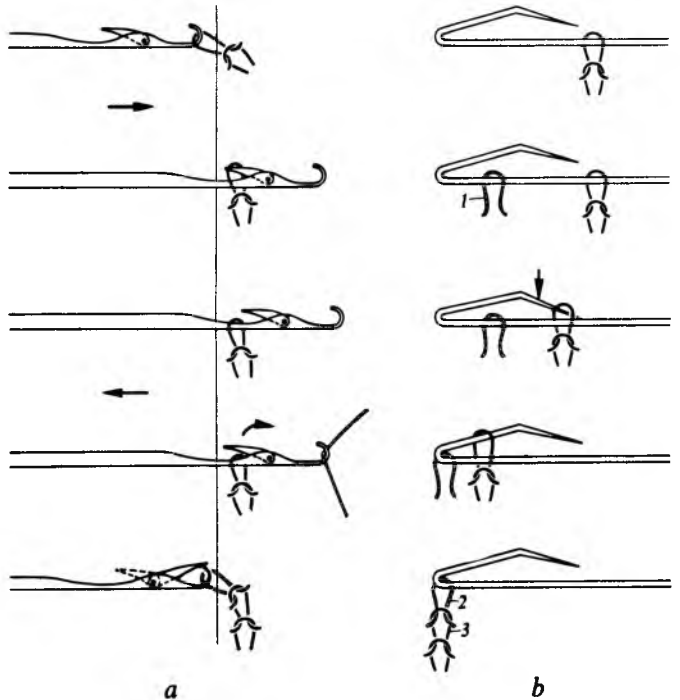


Sl. 6. Primjeri igala za strojno pletenje: a kukasta, b jezičasta, c dvoglava jezičasta, d igla s kliznicom; 1 peta, 2 tijelo, 3 jezičak, 4 kukica, 5 udubljenje, 6 kliznica

Najviše se upotrebljavaju *jezičaste*, pa *kukaste igle* i *igle s kliznicom* (užlijebljene igle). Jezičak jezičastih igala služi za otkrivanje i pokrivanje kukice u dijelovima radnog takta pri navlačenju poluočica na tijelo i dovođenju niti, odnosno pri kuliranju niti i spajanju poluočica s prethodnim očicama (sl. 7a). Peta tih igala služi za pomicanje igle u iglenom kanalu.

Dvoglave jezičaste igle služe za pletenje na strojevima s dvije iglenice međusobno položene pod kutom od 180°, s nasuprotnim iglenim kanalima.

Pri pletenju kukastim iglama (sl. 7b) funkciju jezičaka obavlja produženi dio iglene kukice i zasebna naprava, *zatvarač*. On, u za to određenom dijelu radnog takta, potiskuje kukicu, pa njen kraj zaranja u udubljenje na tijelu igle (*čašicu*). To sprečava da poluočica dospije pod kukicu. Kukaste igle najčešće služe za prepletanje. Tad su igle petom učvršćene na iglenicu i pojedinačno su nepokretne. Najviše se upotrebljavaju u strojevima za kružno i ravno prepletanje.



Sl. 7. Shema izradbe očica u strojnom pletenju jezičastim (a) i kukastim (b) iglama. 1 zamka, 2 poluočica, 3 očica

Od 1975. godine u strojevima za pletenje po osnovi sve se više upotrebljavaju igle s kliznicom, jer mogu raditi pri velikim brzinama. Očice se ostvaruju usklađenim gibanjem tijela i kliznice igle te oblikovanjem otvoreno-zatvorenog sustava s iglenom kukicom, kao i na prethodnim iglama.

Osnovni sklopovi strojeva za pletenje jesu: mehanizmi za oblikovanje očica (pletači sustavi), za dovođenje niti i za povlačenje pletiva.

Glavni dijelovi *mehanizma za oblikovanje očica* jesu iglenica s iglama, platine, zatvarači i vodilo niti. Platine su male čelične pločice složenog oblika, od kojih je obično po jedna smještena u svaki prostor među iglama. Služe za savijanje niti i, ako su igle fiksirane, za njeno pomicanje uzduž tijela igala, odnosno, ako su igle pojedinačno pokretljive, za njeno zadržavanje. Zatvarač ima oblik prizme, pločice ili diska. Pojedinačno se igle u pletačim strojevima gibaju pomoću *skretnica*.

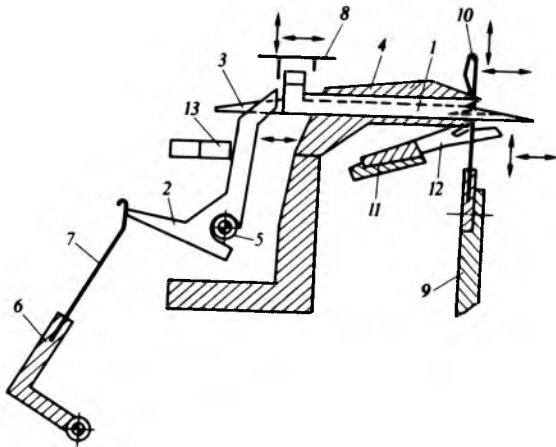
Mehanizam za dovođenje mora za sve vrijeme polaganja na igle održavati jednoličnu napetost i dopremiti određenu količinu niti. Glavni su mu dijelovi: dovodnik, napinjač i čistač niti. Postoje konstrukcije tih mehanizama za pojedinačno i za grupno dovođenje niti (za strojeve za pletenje po potki, odnosno po osnovi).

Mehanizam za povlačenje služi za odvođenje pletiva od iglenice uz, također, jednoličnu napetost. To može biti uređaj s utegom ili s parom valjaka za napinjanje.

Razvitak je strojeva za pletenje usmjeren povećanju finoće, brzine rada i broja pletačkih sustava po stroju, te sve većoj primjeni elektroničkih računala za vođenje, osobito u razradbi uzoraka, upravljanju i reguliranju rada, kontroli i automatizaciji procesa, te obradbi procesnih informacija.

Ravno pletenje. Ravno se pleće tzv. ravnim jednoigleničnim i dvoigleničnim strojevima postupkom pletenja i postupkom prepletanja. Jednoiglenični pletači strojevi s kukastim iglama rade postupkom prepletanja. Dvoiglenični pletači strojevi najčešće su opremljeni jezičastim iglama. Najviše služe za izradbu dimenzijski oblikovanih dijelova odjeće koje ne treba dokrajati, već samo spojiti šavom. Zbog toga su, s gledišta potrošnje pletiva, u izradbi odjeće ekonomičniji do 12% od drugih strojeva za pletenje.

U prvom je od tih skupina i već spomenuti stroj W. Cottona, po njemu nazvan *Cottonovim strojem*. Njegove su igle kukaste (sl. 8). Nekada se upotrebljavao za izradbu čarapa, jer se njime moglo dobiti dimenzijski oblikovano pletivo za proizvodnju šavnih čarapa. One su se prestale proizvoditi Cottonovim strojem tek kad je konstruiran čaraparski automat gotovo trostruke proizvodnosti, a zauzimao je samo četvrtinu prostora potrebnog za Cottonov stroj.



Sl. 8. Shema osnovnih radnih dijelova stroja za ravno prepletanje. 1 kulirna platina, 2 krilnica, 3 razdjelna platina, 4 ležaj platina, 5 osovinna krilnica, 6 ležaj potisnih pera, 7 potisno pero krilnice, 8 vodilo platina, 9 iglenica, 10 kukasta igla, 11 ležaj platina za skidanje, 12 platina za skidanje, 13 vodilo niti

U posljednje se vrijeme Cottonov stroj najviše upotrebljava za izradbu prednjih i stražnjih dijelova džempera, rukava i šalova, uz mogućnost raznovrsnog prepletanja niti (npr. za izradbu višebojnih i rupičastih uzoraka, pletenica), a usavršen je ugradnjom još jedne iglenice. Time je od tzv. jednoprocenog dobiven tzv. *dvoprocesni Cottonov stroj* (stroj na kojemu se mogu pletiti dijelovi odjeće zajedno s okrajcima). Takvi strojevi imaju 4...20 prepletačkih radnih polja (iglenica) širine 457...914 mm. Pletu do 120 redova očica u minuti brzinom do $1,1 \text{ ms}^{-1}$.

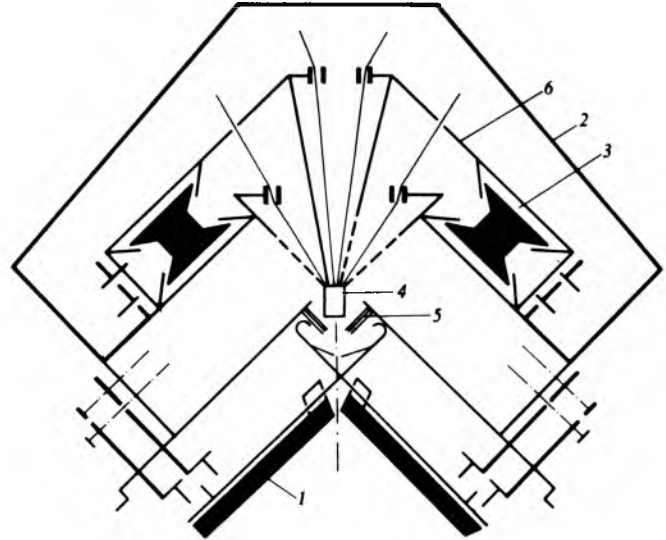
Ravni dvoiglenični pletači strojevi s jezičastim iglama (sl. 9) imaju iglenice postavljene jedne prema drugima pod kutom često od ili oko 100° , tako da čine krovu sličnu tvorevinu. Time se postiže povoljno polaganje niti u otvorene kukice igala. U radu se tih strojeva vodilice (*kolica*) s pletačim sustavima i vodilima giblju uz igle naizmjenično u jednom, pa u drugom smjeru. Pri tom se istodobno pleće na objema iglenicama zajedničko pletivo čvrstog ruba.

Ravni dvoiglenični pletači strojevi s jezičastim iglama na iglenicama dugima $\sim 1 \text{ m}$ služe za izradbu dimenzijski oblikovanih dijelova odjevnih predmeta, a s iglenicama dugima $\sim 2 \text{ m}$ za izradbu metražnog pletiva. Za upravljanje radom tih strojeva vrlo se često upotrebljavaju elektronička računala, te za razradbu uzoraka. Pojedinačna pokretljivost igala omogućuje da se tim strojevima izrađuju pletiva s različitim uzorcima velikih dimenzija. Oni imaju do 6 pletačkih sustava, razdjel 1,589...10,160 mm i pletu do 215 redova očica u minuti brzinom $0,8\text{--}1,2 \text{ ms}^{-1}$.

U dvoiglenične strojeve za ravno pletenje ubrajaju se i tzv. *ravnokružni pletači strojevi*, koji su zapravo prijelazni tip između tih i strojeva za kružno pletenje. Oni imaju dva para

iglenica smještene pod kutom od 90° i spojena polukružnim tračnicama za jednosmjerno gibanje vodilica, te više pletačkih sustava (12...15), pa i veću proizvodnost. Međutim, rubovi pletiva koji se dobivaju tim strojevima nisu čvrsti, jer se za prijelaz s jednoga na drugi par iglenica nit mora rezati.

Za specifične načine prepletanja niti, odnosno izradbe pletiva sa specifičnim uzorcima pri ravnom pletenju, konstruiran je stroj s dvije iglenice međusobno razmještene pod kutom od 180° , s nasuprotnim iglenim kanalima i dvoglavi jezičastim iglama (tzv. *lijevo-lijevi stroj*). Na njemu mogu igle prelaziti iz jedne u drugu iglenicu i mogu se oblikovati očice na objema iglenicama.



Sl. 9. Shema osnovnih radnih dijelova ravnog dvoigleničnog stroja s jezičastim iglama. 1 iglenica, 2 spojnik skretnica, 3 nosilo vodila, 4 glava vodila, 5 četka za otvaranje iglenih jezičaka, 6 vodilo niti

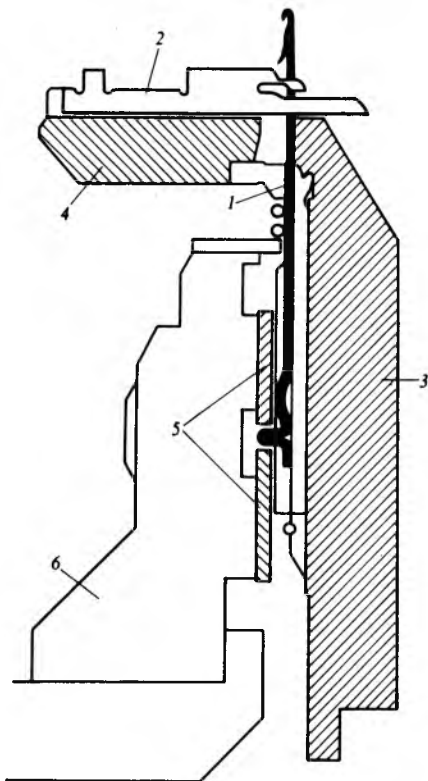
Razvoj strojeva za ravno pletenje usmjeren je daljoj automatizaciji izradbe dimenzijski oblikovanih dijelova odjevnih predmeta, povećanju brzine rada, broja pletačkih sustava i raznobojnih niti koje se istodobno pleću, te poboljšanju i proširenju proizvodnje bešavne odjeće.

Kružno pletenje. Za kružno pletenje služe strojevi s jednom ili dvije, najčešće, kružne iglenice. Mali strojevi za kružno pletenje, s promjerom iglenice do 165 mm, u prvom redu služe za proizvodnju čarapa. Među njih spadaju već spomenuti čaraparski automati. Strojevi za kružno pletenje s većim promjerom iglenica služe za proizvodnju metražnog pletiva cjevastog oblika, za konfekcijsku izradbu odjeće (v. *Konfekcija*, TE 7, str. 255). Imaju mnogo pletačkih sustava. Rade postupkom pletenja i postupkom prepletanja. U izradbi temeljnih prepleta svakom se njihovom (pre)pletačem sustavu dovodi po jedna nit, a u jednom okretaju iglenica stroj napravi toliko redova očica koliko ima pletačkih sustava.

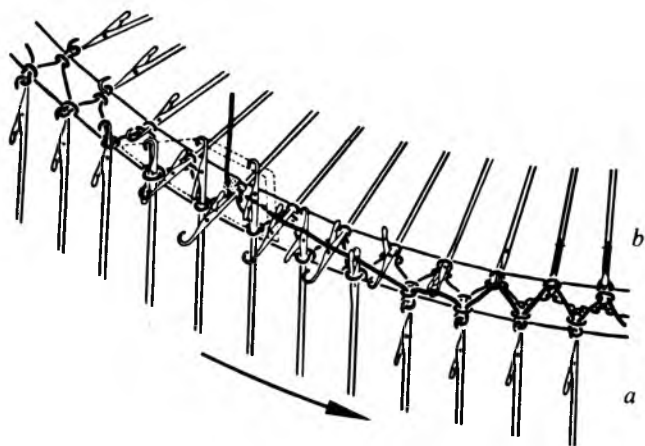
Strojevi za kulirno kružno pletenje pretežno imaju jezičaste igle, a mogu biti jednoiglenični i dvoiglenični. Prvima su iglenice često cilindrične, a igle su u njih ugrađene uzdužno i pojedinačno su pokretljivije u iglenim kanalima (sl. 10). U drugima mogu obje iglenice biti cilindrične (tada su smještene jedna nad drugom), ali jedna može biti i kružna ploča (smještena poput poklopca na cilindru).

U strojevima za kulirno kružno pletenje s jednom cilindričnom i jednom kružnom pločastom iglenicom obje se giblju. Igle su kružne pločaste iglenice raspoređene među iglama cilindrične iglenice (sl. 11). Međutim, strojevi za kulirno kružno pletenje s dvije cilindrične iglenice imaju dvoglave jezičaste igle i nasuprotne iglene kanale, pa im igle mogu prelaziti iz jedne u drugu iglenicu. Osnovno im gibanje pri pletenju može biti vrtnja iglenica oko središnjice a da skretnice igala miruju (češći slučaj), ili vrtnja skretnica s nosačima namotaka oko nepokretnih iglenica. Tada je moguća jednostavna kontrola pletiva za vrijeme rada stroja.

Promjeri su iglenica strojeva za kulirno kružno pletenje 152...1016 mm, a finoće do E36. Među njima najviše se upotrebljavaju strojevi finoća E16...E28. Imaju do 2×3316 igala i 120 pletaćih sustava, te proizvode do 2250 redova očica, odnosno do ~2 m pletiva u minuti. Proizvedeno pletivo namata se na tzv. robno vratilo, na donjem dijelu stroja.



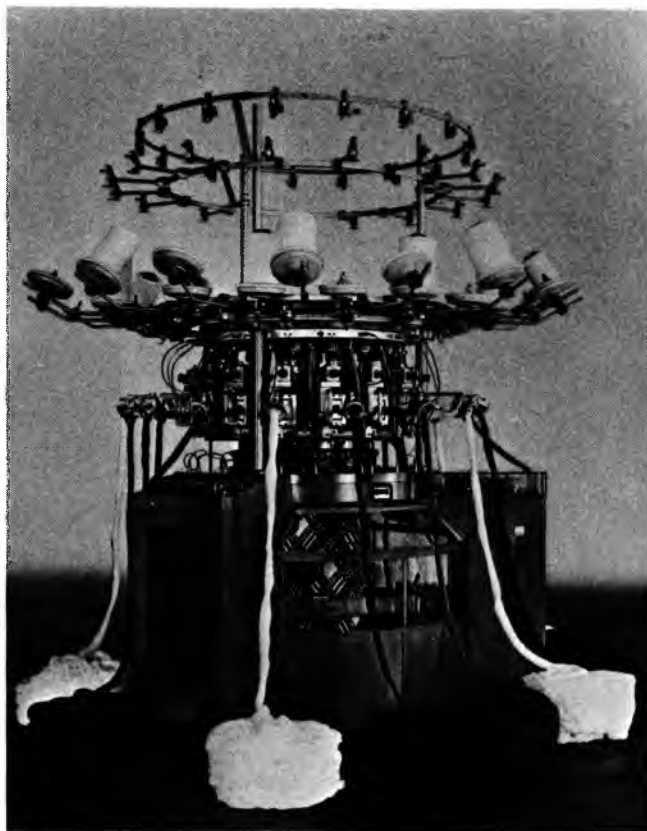
Sl. 10. Osnovni pletaći dijelovi jednog jednoigleničnog stroja za kružno pletenje. 1 igla, 2 platina, 3 iglenica, 4 ležaj platine, 5 segmenti skretnice, 6 skretnica



Sl. 11. Shema kružnog pletenja na stroju s jednom cilindričnom i jednom kružnom pločastom iglenicom. a igle cilindrične iglenice, b igle kružne pločaste iglenice

Pojedinačno gibanje igala i mnogo pletaćih sustava čine te strojeve vrlo proizvodnima i sposobnima za izradbu uzoraka velikih dimenzija, a upotrebom elektroničkog upravljanja povećava se mogućnost uzorkovanja i smanjuju se troškovi proizvodnje.

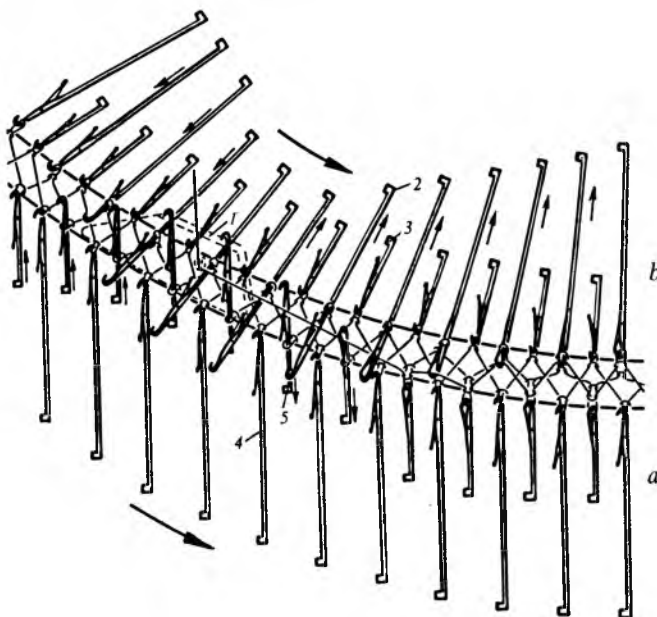
Za izradbu umjetnog krzna, steznika i nekih proizvoda za tehničke i medicinske svrhe upotrebljavaju se *specijalni strojevi za kulirno kružno pletenje*. Tako je u svaki pletaći sustav strojeva za proizvodnju umjetnog krzna (sl. 12) ugrađen minijaturni grebenarski uređaj. On doprema pramenje vlakana i upleće ih



Sl. 12. Stroj za kružno pletenje za proizvodnju umjetnog krzna

u očice. Time nastaje tzv. *čupanac*, koji se doraduje u stabilno pletivo.

Zasebnu skupinu strojeva za kulirno kružno pletenje čine *interlok-strojevi*. To su također strojevi za kružno pletenje s jednom cilindričnom i jednom kružnom pločastom iglenicom, ali se od ostalih takvih strojeva razlikuju međusobnim položajem igala i time što su im igle različitih dimenzija (sl. 13). To su duge i kratke jezičaste igle s visokim i niskim petama za vođenje. Najčešće su duge i kratke igle naizmjenično razmještene u iglenicama, a duge igle cilindrične i kružne pločaste iglenice jedne nasuprot drugima.



Sl. 13. Shema kružnog pletenja na interlok-stroju. a igle cilindrične iglenice, b igle kružne pločaste iglenice; 1 vodilo niti, 2 duga i 3 kratka igla kružne pločaste iglenice, 4 duga i 5 kratka igla cilindrične iglenice

Pletenje se interlok-strojevima može obavljati tako da sve duge igle kružne pločaste iglenice rade sa svim kratkim iglama cilindrične iglenice ili, obrnuto, sve kratke igle kružne pločaste iglenice sa svim dugim iglama cilindrične iglenice. To se može ostvariti u svakom drugom pletačem sustavu, npr. u svakom neparanom na jedan, a u svakom parnom na drugi od tih dvaju načina.

Interlok-strojevima proizvode se cjevasta pletiva. Ona imaju specifičnu strukturu sa svojstvima pogodnim za izradbu sportske odjeće.

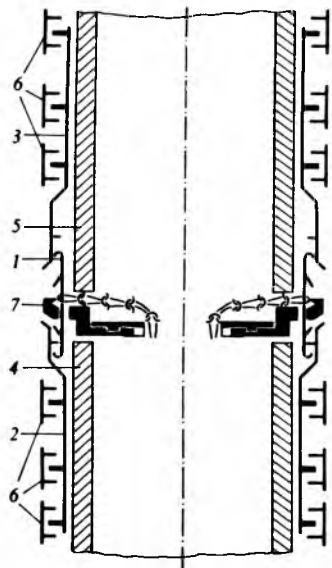
Za kulirno kružno pletenje u proizvodnji cjevastog pletiva danas se najviše upotrebljavaju jednoiglenični i strojevi s jednom cilindričnom i jednom kružnom pločastom iglenicom, te interlok-strojevi. Razvoj je tih strojeva usmjeren daljem poboljšanju njihove funkcionalnosti, osobito povećanju mogućnosti uzorkovanja i automatizacije rada u izradbi dimenzijski oblikovanih dijelova odjeće.

Proizvodnja čarapa kulirnim pletenjem. U prošlosti su se strojno pletene čarape izradivale na različite načine. Još i danas se ponegdje izrađuju čarape s uzdužnim šavom od dimenzijski oblikovanog komada kulirnog pletiva dobivenog Cottonovim strojevima. Također se proizvodi nešto čarapa pletenjem po osnovi (tzv. *mrežaste čarape*, koje se ne daju parati). Međutim, glavninu suvremene čaraparske proizvodnje (~95%) danas čine bešavne čarape dobivene kulirnim kružnim pletenjem na čaraparskim automatima.

Čaraparski automati nastali su od malih strojeva za kružno pletenje postepenim poboljšavanjem. Oni automatski, bez prekida, izrađuju čitave čarape. Imaju jednu ili dvije cilindrične iglenice. U dvoigleničnim čaraparskim automatima može jedna iglenica biti cilindrična, a druga kružna ploča. Rade s jedno-glavim ili s dvoglavim jezičastim iglama smještenim u kanalima na vanjskim stranama cilindara iglenica.

Jednocilindrični čaraparski automati velike finoće (do E40) upotrebljavaju se za izradbu finih ženskih čaraparskih proizvoda, a grublji za proizvodnju različito uzorkovanih kratkih čarapa. Rade s jezičastim iglama i platinama raspoređenim u radijalnim žljebovima kružnog vijenca gornjeg dijela cilindra. Oblikuju očiće usklađenim djelovanjem vodila niti i međusobno okomitih igala i platina. Imaju do 12 pletaćih sustava i 475 igala, a izrađuju do 3000 redova očica u minuti, pri obodnoj brzini cilindra do 2 ms^{-1} .

Dvocilindrični čaraparski automati upotrebljavaju se za izradbu kratkih čarapa s okrajkom. Njihovi su cilindri jedni nad drugima i imaju nasuprotne iglene kanale s dvoglavim jezičastim iglama (sl. 14). Na obodu iglenica imaju do 4 pletaća sustava. U jednom smjeru vrtnje cilindra oni najprije pletu okrajak vrha čarape uz upletanje elastične niti, a zatim list (tijelo) čarape unaprijed određene duljine i uzorka (s vezom ili obojenim nitima). Nakon toga oni pletu petu čarape u povrat-



Sl. 14. Načelo pletenja na dvocilindričnom čaraparskom automatu. 1 dvoglava jezičasta igla, 2 i 3 povlačno-potisne platine donjeg i gornjeg cilindra, 4 i 5 stijenke donjeg i gornjeg cilindra, 6 skretnice platina, 7 platina za kuliranje

nom hodu cilindra, pa ponovno u prvom smjeru vrtnje cilindra stopalo čarape. Prstni vrh čarape plete se na njima na jednak način kao i peta. Pri tom se može izraditi kraj čarape uz upletanje niti za njegovo pojačanje ili bez toga. Često se kraj prstnog vrha čarape izrađuje zašivanjem na zasebnom stroju. Ispletene čarape odvođe se kroz cilindar u spremnik, pneumatski ili mehanički.

Proizvodnost čaraparskih automata ovisi još i o obliku i veličini proizvoda. Tako pletenje fine ženske čarape traje 1...4 min, a kratke čarape 0,5...4 min.

Dalji razvoj čaraparskih automata usmjeren je dotjerivanju mehanizma za zatvaranje prstnog vrha čarape, konstrukciji dijelova za izradbu bešavnih čarapa s gaćicama (hulahupke), udobnih za nošenje, i uključivanju u kontinuirana automatska linijska postrojenja.

Doradba čarapa dobivenih automatima ovisi i o vrsti proizvoda i o upotrijebljenim sirovinama. Tako se fine ženske čarape od poliamidnih glatkih i teksturiranih filamentnih pređa konačno oblikuju toplinskom obradom na primjerenoj temperaturi i vlažnosti. Pomoću metalnih kalupa tom se obradom može naknadno oblikovati stopalo i peta cjevastim pletivima. Čarape s gaćicama najčešće se izrađuju od dva pri vrhu s jedne strane razrezana komada cjevastog pletiva spajanjem šavom na tom mjestu, te porublivanjem struka elastičnom vrpcom. Za postizanje željenog oblika može se na donjem dijelu tog spoja ušiti umetak.

Već prema duljini stopala, čarape se za djecu označavaju konvencionalnim brojevima 1...12, a za odrasle 8,5...12,5.

Pletenje po osnovi. Strojevi za pletenje po osnovi najčešće su ravni jednoiglenični i dvoiglenični i rade tehnikom prepletanja. Većinom su to tzv. rašel-strojevi (strojevi kojima su igle jezičaste ili s kliznicama), a sve rjeđe strojevi s kukastim iglama. Služe za izradbu pletiva koja se upotrebljavaju u odjevnoj industriji (za proizvodnju rublja, šavne i bešavne odjeće, čipaka, vrpca) i kućanstvu (kao tekstilni materijali za namještaj, zidne obloge, zavjese, pokrivače, ručnike), te za različite tehničke svrhe (npr. dobivanje izolacijskih materijala, tekstilnih materijala za obloge sjedala u vozilima i letjelicama, proizvodnju umjetnih krzna, materijala za proizvodnju vreća za prehrambene proizvode, proizvodnju ribarskih mreža, mreža za zaštitu od tuče i dr.).

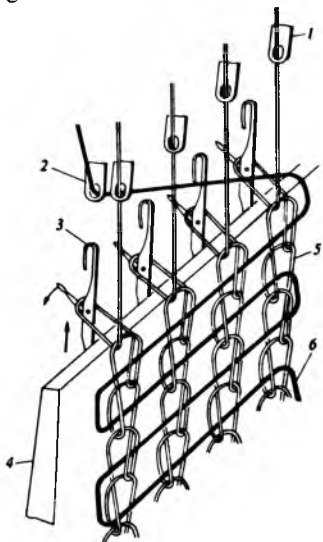
Niti su na tim strojevima namotane na tzv. osnovska vratila i s njih se kontinuirano dovode do igala za pletenje pomoću tzv. provodnih igala smještenih u polagalima niti, dugima koliko i iglenice. Ti strojevi mogu imati jedno ili više osnovskih vratila i jedno ili više polagala. Oni koji imaju do 6 polagala služe za izradbu pletiva s jednostavnijim uzorcima, a oni s više od 6 polagala za izradbu složenijih uzoraka, zavjesa i čipaka.

Temeljna funkcija strojeva za pletenje po osnovi jest dobivanje tzv. *lančanog pletiva*. Uz to, mogu proizvoditi pletiva s potpunom ili djelomičnom osnovom ili potkom. Često se na njima izrađuje temeljna podloga pomoću dva ili tri polagala u koju se djelomičnim polaganjem osnove i potke istovremeno ugrađuje nit za uzorkovanje, koja nije uvijek namotana na osnovsko vratilo, već se nalazi na namotnici.

Temeljni mehanizmi strojeva za pletenje po osnovi jesu mehanizam za popuštanje niti osnove, mehanizam za oblikovanje očica i mehanizam za povlačenje pletiva, a najvažniji dopunski uređaji jesu mehanizam za automatsko upravljanje, mehanizam za kontrolu prekida niti, loma igala i platina. U njihovom radu popuštanje je osnove primjereno unaprijed određenom prepletanju niti. O tome i o radu mehanizma za povlačenje ovisi kvaliteta i jednoličnosti zbijenosti pletiva. Za proizvodnju pletiva jednolične strukture služe mehanizmi za prinudno dovođenje niti osnove pojedinim polagalima stalnom brzinom i napetošću. U proizvodnji uzorkovanih pletiva igle povlače nit prema potrebi.

Gibanje elemenata mehanizama potrebno za željeno oblikovanje očica na strojevima za pletenje po osnovi unaprijed određuje njihovim programatorima. Upravljanje gibanjem polagala najčešće je mehaničko pomoću ekscentra, s glavnog zagonkog vratila i uređaja za uzorkovanje, a on se sastoji od

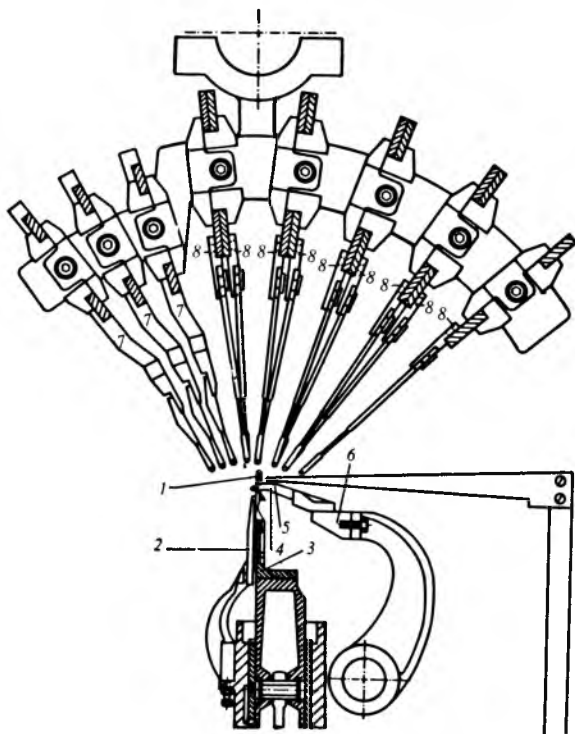
lanaca koji su složeni od članaka i smješteni na boku stroja. Svako polagalo ima svoj lanac za uzorkovanje s prikladnim rasporedom članaka primjerene visine. U strojevima za pletenje po osnovi polagala se giblju tako da niti iz provodnih igala omataju pletače igle nitima osnove (sl. 15). Pri tom se veličina očica regulira napetošću osnovske niti, duljinom putova spuštanja igala i podizanja platina, te silom povlačenja pletiva, a zbijenost pletiva razlikom napetosti osnovske niti i sile povlačenja. Mehanizmi za automatsko upravljanje u dotjeranijim strojevima za pletenje po osnovi imaju elektroničke sklopove za regulaciju popuštanja osnovske niti i bočnog gibanja polagala.



Sl. 15. Načelo djelomičnog upletanja potke u preplet lančić. 1 provodne igle polagala koje oblikuju lančić, 2 provodna igla polagala za djelomično polaganje potke, 3 jezičasta igla, 4 iglenica, 5 preplet lančić, 6 potka

Mehanizam za povlačenje služi za kontinuirano odvođenje pletiva iz zone za pletenje i njegova namatanja na vratilo. Sastoji se od skupine valjaka što se vrte prinudnim zagonom s glavnoga zagonoskog vratila brzinom primjerenom potrebnoj zbijenosti očica u nizu pletiva.

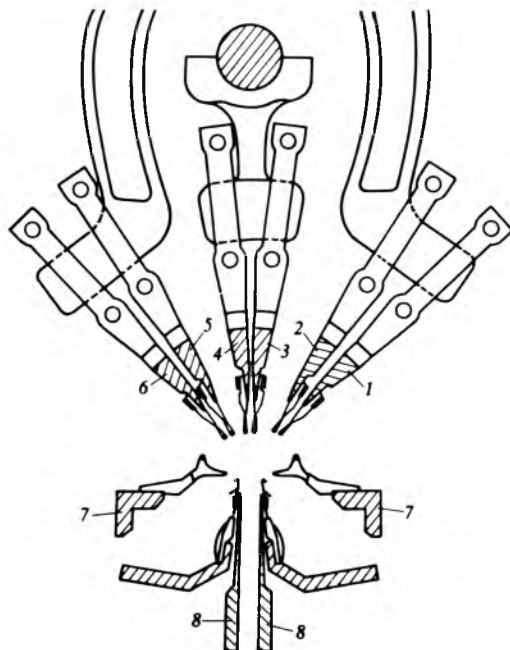
Jednoiglenični strojevi za pletenje po osnovi (sl. 16) s malo polagala najčešće služe za izradbu jednobojnih pletiva što se



Sl. 16. Načelo slaganja temeljnih dijelova jednoigleničnog stroja za pletenje po osnovi. 1 jezičasta igla, 2 iglenica, 3 nosilo iglenice, 4 platina, 5 štitnik iglenih jezičaka, 6 nosilo platina, 7 temeljna polagala, 8 polagala za uzorkovanje

kasnije uzorkuju tiskom (v. *Bojadisarstvo i tisak tekstila*, TE 2, str. 68), a upotrebljavaju se za izradbu rublja i gornje odjeće. U izradbi složenije uzorkovanih pletiva bočni su pomaci polagala često veći, a na svaku pletaču iglu dopijeva više osnovskih niti. Utrošci se tih niti razlikuju, pa je brzina rada manja. Ti se strojevi izrađuju u finoćama sve do E 40, s duljinama iglenica do 6,6 m, do 52 polagala osnovskih niti, te za proizvodnju do 2500 redova očica u minuti.

Dvoiglenični strojevi za pletenje po osnovi (sl. 17) najčešće imaju jezičaste igle. Služe za izradbu voluminoznijih pletiva, često zamkastog i rezanog pliša, podnih prostirača i umjetnog krzna. U izradbi rezanog pliša dva polagala oblikuju temeljni preplet na jednoj, druga dva na drugoj iglenici, a treći par povezuje ta dva pletiva. Vezna se nit može rezati na stroju, a pletiva namatati na dva vratila. Pletivo se može rezati i kasnije u doradbi. Ti se proizvodi najčešće upotrebljavaju za oblaganje (npr. namještaja, zidova, automobilskih sjedala). Dvoiglenični strojevi za pletenje po osnovi pogodni su i za izradbu bešavnih čarapa i čarapa s gaicama. Rade sporije od jednoigleničnih strojeva.



Sl. 17. Načelo slaganja temeljnih dijelova dvoigleničnog stroja za pletenje iz osnove. 1-6 polagala niti osnove, 7 ležaji s platinama, 8 iglenice

Zasebnu skupinu čine *specijalni strojevi za pletenje po osnovi* koji služe za izradbu specijalnih pletiva, kao što su ribarske mreže, zavjese, čipke, čarape, vreće, rukavci za pakovanje prehrambenih proizvoda, najčešće od niti od kemijskih vlakana. Na njima se može pletiti s potpunim ili djelomičnim unošenjem potke, na jednoj ili na dvije iglenice. Među tim strojevima ima posebno konstruiranih za izradbu dijelom pletenih, dijelom istkanih, tzv. *pletanih proizvoda*.

Za izradbu ribarskih mreža uzlanjem upotrebljavaju se strojevi koji prepleću niti iz dvaju sustava niti, gornjeg i donjeg, te imaju zatezne valjke za stezanje uzlova. Strojovima za pletenje po osnovi izrađuju se ribarske mreže bez uzlova. Oni obično imaju 6 ili 8 polagala niti. Njihova je temeljna značajka oblikovanje lančića prepleta pojačanog djelomičnim polaganjem potke i osnove.

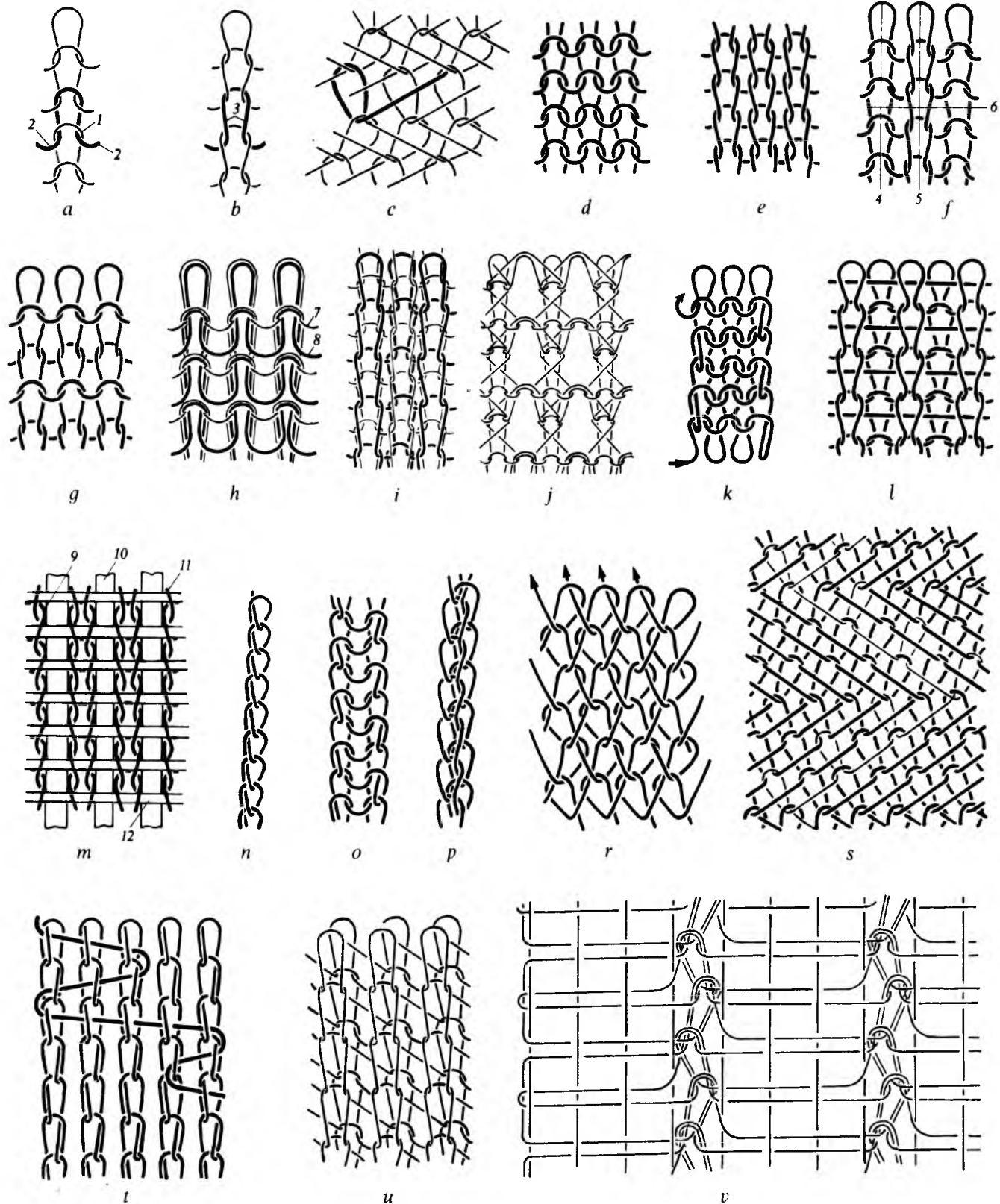
Danas se ribarske mreže najviše proizvode od poliesterskih i poliamidnih pređa i filamenata, jer su otpornije od ribarskih mreža dobivenih od pamučne pređe. Također su mreže bez uzlova otpornije od mreža s uzlovima, jer nemaju izbočina, više izloženih mehaničkom trošenju.

Doradba ribarskih mreža obuhvaća učvršćivanje i usmjerenje očica, zatezanje uzlova, bojadisanje i armiranje. Obično se mreže armiraju ručno.

Pletivo

Pletiva se u prvom redu klasificiraju prema strukturi, za što je osobito mjerodavan njihov preplet (sl. 18). Prema tom kriteriju temeljne su skupine pletiva već navedeni proizvodi

dobiveni pletenjem po potki (*kulirna pletiva*) i pletenjem po osnovi (tzv. *lančana pletiva*). Kulirna se i lančana pletiva dalje grupiraju prema obliku očica. Pod očicom se razumijeva tvorovina od zamke i poluočice, vezana bez čvorova u gornjem i



Sl. 18. Sheme najvažnijih vrsta prepleta. *a* lijeva očica, *b* desna očica, *c* lančana lijeva zatvorena očica, *d* lijeva površina i *e* desna površina temeljnog desno-lijevo prepleta, *f* temeljni desno-desni i lijevo-lijevo preplet, *g* lijevo-lijevo preplet, *h* plišani preplet, *i* temeljni interlok-preplet, *j* rupičasti kulirni desno-lijevo preplet, *k* kulirni desno-lijevo preplet s rubnim očicama, *l* desno-desni preplet s potkom, *m* desno-lijevo preplet s potkom i osnovom, *n*, *o* i *p* jednoigleni, dvoigleni i dvoiglenični preplet lančić, *r* zatvoreni triko-preplet, *s* atlas preplet, *t* lančani preplet lančić s djelomičnim polaganjem potke, *u* desno-desni lančani otvoreni preplet, *v* pletkani preplet; 1, 2 iglena i platinska glava očice, 3 bočnica (stranica), 4 lijevi i 5 desni niz, 7 i 8 temeljna i plišana nit, 9 desna očica, 10 nit osnove, 11 posljednji red očica, 12 nit potke

donjem dijelu. Slijedeći jedna drugu u vodoravnom, odnosno u nikomitom pravcu, one čine već spomenute redove, odnosno nizove pletiva.

Ako na donjem veznom mjestu očice iglena i platinska glava prelaze preko bočnica očice, nastaju lijeve (krive) očice, a ako bočnice prelaze preko iglenih i platinskih glavā, nastaju desne (prave) očice. Na jednoj površini *desno-lijevih pletiva* jasno se vide samo jedne, a na suprotnoj površini te iste očice oblikuju drugu vrstu očica. U redovima se jedne i druge površine *desno-desnih pletiva* naizmjenično smjenjuju desne i lijeve očice, ili se naizmjenično smjenjuju desni i lijevi nizovi očica, pa u temeljnom prepletu desne očice posvuda prekrivaju lijeve, kako god je pletivo okrenuto. S tog su gledišta interlok-pletiva podskupina desno-desnih pletiva. Njihova je posebna odlika što su im nizovi jedne površine točno iza nizova druge površine. U *lijevo-lijevim* pletivima desne su i lijeve očice naizmjenično raspoređene u nizovima, ili se naizmjenično smjenjuju desni i lijevi redovi, pa u temeljnom prepletu lijeve očice posvuda prekrivaju desne.

U skupini kulirnih pletiva sve se te podskupine pletiva mogu dobiti i ručnim i strojnim pletenjem. Naprotiv, ako se izuzme preplet tzv. lančić, lančana se pletiva ne mogu dobiti ručnim pletenjem. Za razliku od ostalih lančanih pletiva lančić se može i parati. Desno-lijeva pletiva proizvode se jedno-igleničnim, a desno-desna i lijevo-lijeva pletiva dvoigleničnim strojevima. Za izradbu lijevo-lijevih pletiva upotrebljavaju se i strojevi s dvoglavim jezičastim iglama.

I kulirna i lančana pletiva izrađuju se s različitim prepletima i često se nazivaju još i prema toj odlici. Tako se, već prema prepletima koji se često upotrebljavaju za izradbu kulirnih pletiva, za njih često upotrebljavaju nazivi kao što su npr. pletiva platirna, pliš, zahvatna, podliježna, podstavljena, rupičasta, interlok. Teorijske su mogućnosti prepletanja beskonačne, ali je broj prepleta upotrebljivih u praksi ograničen tehnološkim razlozima, te estetskim i upotrebnim zahtjevima.

Za izradbu se lančanih pletiva kombinira sedam temeljnih prepleta: lančić, triko, sukno, baršun, saten, atlas i keper. Budući da lančić često nema bočne veze, on se upotrebljava u kombinacijama s drugim prepletima, često pri potpunom ili djelomičnom lijevanju osnove ili potke. Najmanji broj očica nakon čega se ponavlja njihov poredak naziva se *raportom prepletanja niti*.

Pletiva se prema strukturi svrstavaju u *glatka* i *uzorkovana pletiva*. U glatkim su pletivima očice jednake boje i oblika, a u uzorkovanim se oblikuju od jedne ili više niti različitih vrsta, finoća ili različitih boja, a mogu se pletiti na različite načine prema unaprijed određenom programu.

I svojstva su pletiva u prvom redu određena njegovom strukturuom koja se opisuje parametrima kao što su utrošak niti za oblikovanje očice, finoća (v. *Pradenje*), debljina i broj sjeđinjenih niti upotrijebljenih za dobivanje pletiva te struktura površine. Općenito se kvaliteta pletiva određuje prema izgledu njegove površine i površinske zbijenosti očica (broju očica pletiva po jedinici duljine u smjeru redova, odnosno smjeru nizova, odnosno masi niti po jedinici površine pletiva) i mehaničkim karakteristikama.

Općenito su pletiva za gornju odjeću, koja se proizvode dvoigleničnim strojevima i često su uzorkovana, masivnija i punija. Površinska im je zbijenost 300–600 gm⁻². Pletiva za izradbu rublja mnogo su lakša. Površinska im je zbijenost 70–240 gm⁻². Najčešće su od pamučne pređe, a za žensko rublje od glatkih i teksturiranih sintetskih filamenata. Od pamučne se pređe za rublje traži velika mekoća, elastičnost i sposobnost upijanja vode, a od filamentnih pređa postojanost oblika i dobra toplinska izolacija.

Od mehaničkih svojstava pletiva za ocjenu se njegove kvalitete u prvom redu određuju njegova rastezljivost (u uzdužnom, poprečnom i dijagonalnom smjeru), elastičnost, prekidna čvrstoća, otpornost prema mehaničkom trošenju i sklonost raspletanju i uvijanju rubova. Kvaliteta se pletiva od kemijskih vlakana, kao što su čarape, čarape s gaćicama, grudnjaci, bluze i haljine, ocjenjuje još i s gledišta njihove higijeničnosti u upotrebi i mogućnosti zadržavanja statičkog elektriciteta.

Pletiva se još svrstavaju u sirova (nedorađena), bijeljena (v. *Bijeljenje, pranje i čišćenje tekstilnih proizvoda*, TE 2, str. 30), jednobojna i tiskom uzorkovana (v. *Bojadarstvo i tisak tekstila*, TE 2, str. 68), glatka i čupava. Proizvodnja čupavih pletiva obuhvaća još i čupavljenje ili rezanje niti na površini, zvano i šišanje (v. *Apretura*, TE 1, str. 313).

ČIPKANJE

Pod čipkama se razumijevaju rupičasti ili mrežasti proizvodi koji služe za ukras, osobito odjeće, posteljine, rublja i pokrivača. Izrađuju se ručno ili strojno od pamučnih, lanenih, svilenih i kemijskih niti.

Čipke su se pojavile potkraj XV st. u Italiji i Flandriji. Izrađivale su se kao ukrasi na rubovima tkanina različitim povezivanjem niti osnove i potke. Najstarije je sačuvano djelo o čipkarstvu knjiga P. Quintyja (Quintello) o šivanim čipkama s predlošcima (Köln, 1527). U njoj je prikazan razvoj veza u bijeloj čipki. M. Pagan (1543) izdao je slično djelo u Italiji. U Zürichu je Ch. Forschower (1561) izdao knjigu u kojoj su prikazani različiti uzorci gustih i rijetkih vrpčastih čipaka. Istodobno se u Veneciji pojavilo izdanje u kojem su prikazani uzorci čipaka od neprekidne niti. F. de Vinciolo u Francuskoj (1587) i C. Vercellio u Veneciji (1593) izdali su knjige u kojima također ima uzoraka čipaka.

U Francuskoj je J. B. Colbert (1660) uveo manufakturnu proizvodnju čipaka. Međutim, strojno su se čipke počele izrađivati tek u XIX st. J. Heathcoat (1808) konstruirao je stan s čunkom za tkanje tila, a 1835. godine u taj je stan ugrađen uređaj za upravljanje (tzv. Jacquardov stroj, v. *Tkanje*). Time je omogućena strojna izradba uzorkovanog tila, iz koje se zatim razvila proizvodnja tkanih čipaka. J. Heilemann (1863) izradio je stroj za vezenje sa čunkom, a 1881. godine počela je proizvodnja na tilu vezanih (tzv. *jetkanih*) čipaka.

U našim krajevima čipke su se počele proizvoditi mnogo ranije nego u mnogim drugim zemljama. Već je Colbert (1666) zabilježio da se u Francuskoj rade čipke na jastuku na dubrovački način. Najbolji primjerak te čipke sačuvan je u Gospi od Šunja na Lopudu. Čipkarstvo je bilo razvijeno na Pagu, gdje je prije prvoga svjetskog rata radila čipkarska škola, u Ludbregu, Lepoglavi, Ozlju, Moslavini, Primoštenu i Idriji.

Motivi se čipke oblikuju različitim prepletanjem. Njihovi su oblici u doba renesanse bili strogo geometrijski (četvrtasti, trokutasti, kružni, eliptični), u baroku pretežno cvjetne grane, a u rokokou sitni, točkasti, cvjetičasti i kitičasti, bez zubića i valovitih rubnih zaobljenja. U Španjolskoj se čipke često izrađuju i od zlatnih i srebrnih niti.

Površina čipaka može biti glatka i reljefna. Izrađuju se kao metražni i kao komadni proizvodi. Oblik, uzorak, struktura i vrsta niti od kojih se dobivaju prilagođeni su zahtjevima upotrebe.

Ručno čipkanje

Ručno se čipka iglom, kukicom (kačkalicom), batićima i čunčićima (lađicama), pa se, već prema tom priboru razlikuju tehnike ručnog čipkanja pletenjem, šivanjem, kukičanjem (kačkanjem), vezenjem i tkanjem.

Šivene čipke izrađuju se iglom ili na rubu tkanine (najčešće su to bijele čipke) ili na drugim njenim mjestima, u otvorima dobivenim izvlačenjem niti osnove ili potke, nitima iste boje i vrste od kojih su te tkanine i napravljene. Te se čipke obično nazivaju prema mjestu gdje se izrađuju. Tako je poznata visoka kakvoća venecijanskih i naših, paških čipaka.

Čipke na batiće izrađuju se samostalno (bez podloga od tkanina), na nacrtima uzoraka na papiru učvršćenom na valjkastim ili četvrtastim jastucima. Tada su različite niti namotane na drvene batiće, a krajevi su im pribadačama učvršćeni na nacrt uzorka. Radi se s batićima (do 1200 batića) koji na donjem kraju imaju držak za rukovanje. Poznate vrste tih čipaka jesu Colbert, Valenciennes, Mechelen (Malines), briselske i dubrovačke čipke.

Kukičane (kačkane) čipke izrađuju se samostalno, kukicom, često još i različitim drugim priborom, najčešće od istovrsnih niti, reljefnim uzorcima, karakterističnima za kraj gdje se izrađuju. Svojstva im ovise o debljini kukice i o vrsti upotrijebljenih niti. Najpoznatije vrste čipaka te vrste jesu irske čipke. U nas se kukičane čipke izrađuju već 70–80 godina, s motivima cvjetića, grančica i krugova.

Pletene čipke izrađuju se iglama. Pri tom se njima oblikuju očice, pa se na različite načine povezuju u rupičastu tvorevinu, potpunim ili djelomičnim prenošenjem poluočica lijevo ili des-

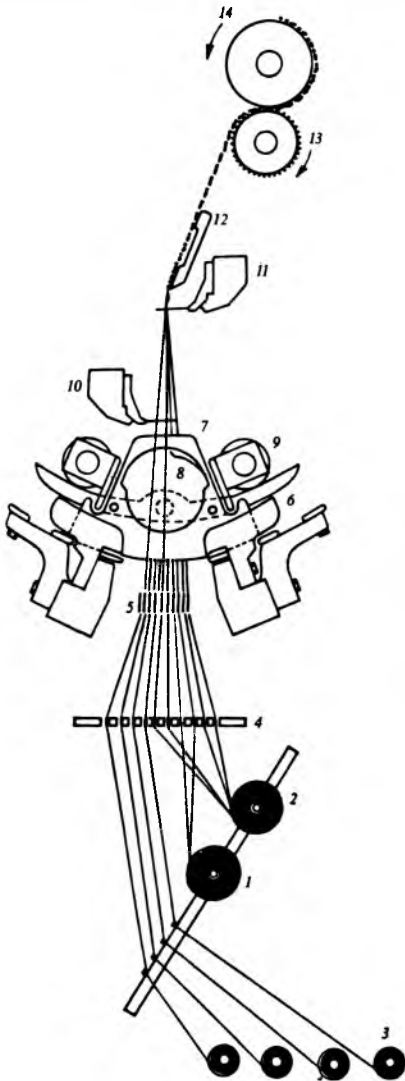
no, ili produljivanjem kroz više redova. Prije pletenja obično se uzorak razradi na papiru pomoću simbola za oblike očica.

Ostale vrste ručnih čipaka (kao što su macramé, vezene ili uzlane rese, čipke izrađene ladicama) rjeđe se izrađuju, a uzorci su im jednostavniji. U posljednje se vrijeme često izrađuju tzv. *aplicirane čipke*. One se dobivaju vezanjem ili šivanjem na odjevnim predmetima, posteljini, stolnim pokrivačima.

Strojno čipkanje

Strojovima se čipke izrađuju brže i jeftinije. Za to se upotrebljavaju čipkarski tzv. bobinet-strojevi, rašel-strojevi za pletenje po osnovi (galon-strojevi), pletilice za čipkanje i strojevi za vezenje.

Čipkanje čipkarskim bobinet-strojovima. Čipkarski bobinet-strojevi različite su konstrukcije već prema tome da li služe za izradbu zavjesa ili drugih čipkarskih proizvoda. U osnovi rade (sl. 19) različitim temeljnim prepletanjem niti. U njihovu donjem dijelu, ili iza njih, nalaze se valjci s temeljnim nitima i namotnice s nitima za uzorkovanje. Za usklađivanje prepletanja niti, koje je potrebno za uzorkovanje, takvi strojevi imaju mehanički uređaj za upravljanje koji je smješten sa strane.

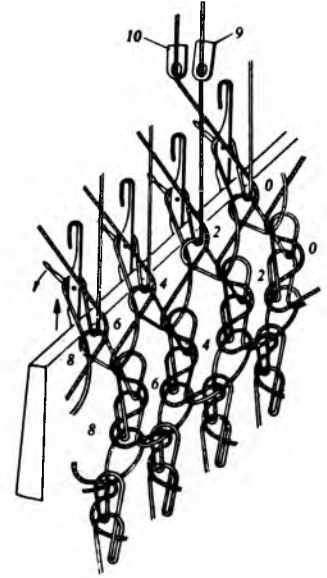


Sl. 19. Načelo rada osnovnih dijelova čipkarskog bobinet-stroja. 1 i 2 valjci s osnovom, 3 namotnice, 4 vrpca za uzorkovanje, 5 vodila, 6 kliznice ležaja valjka, 7 kućište valjka, 8 valjak, 9 klizna osovina, 10 donje i 11 gornje nosilo igala, 12 klizilo, 13 valjak za povlačenje, 14 vratilo za namatanje čipke

Finoća se čipkarskih bobinet-strojova iskazuje brojem ležaja valjaka po jedinici duljine. Tako se npr. u strojovima finoće 8, odnosno 12, nalazi 2900, odnosno 4400 ležaja valjčića na 4,5 m duljine. Finoća čipkarskih bobinet-strojova iznosi 8...16. Najčešće je 9, 9,5 i 10.

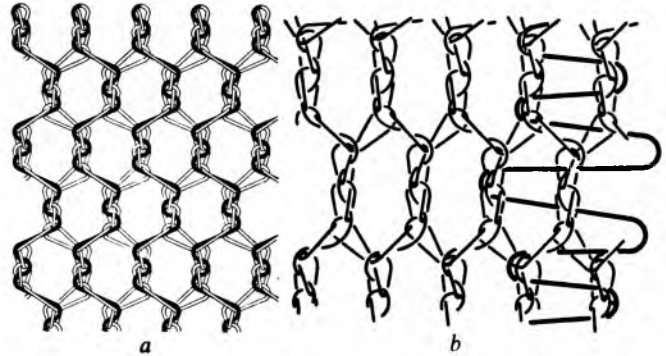
Čipkanje rašel-strojovima za pletenje po osnovi. Pri čipkanju rašel-strojovima za pletenje po osnovi (sl. 20) dva ili tri njihova polagala izrađuju temeljnu mrežu (sl. 21). U izradbi

zavjesa ona ima četvrtaste, a za čipke šesterokutne, okrugle ili eliptične elemente. Neki strojevi imaju do 52 polagala, sposobna za izradbu najsloženijih motiva čipaka.



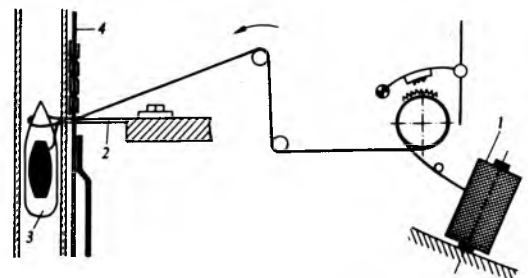
Sl. 20. Načelo prepletanja pri izradbi čipke rašel-strojem za pletenje po osnovi. 0...3 oznake razdjela, 9 polagalo lančića, 10 polagalo osnove za ojačanje

Na tim se strojovima izrađuju čipke kao metražna pletiva ili vrpce različitih širina, najčešće 20...140 mm, uzdužno spojene prepletom za paranje (lančić), koji se uklanja poslije doradbe. Temeljni se i rubni dijelovi čipke izrađuju na tim strojovima lančanjem uz programirano uvođenje niti različitih boja i finoća u pojedina polagala i njihovim polaganjem na igle.



Sl. 21. Temeljno načelo za strukturu čipke dobivene rašel-strojem. a temeljna mreža, b dio prepleta čipke

Čipkanje pletilicama za čipkanje. Pletilice za čipkanje kružnog su presjeka. Na njihovu je vijencu smješteno 40...120 tzv. šetalica s namotnicama niti, promjera 45...60 mm i visine 80...150 mm (v. *Pozamenterija*). Usred stroja je trn oko kojeg su smještene tzv. nožaste pločice (elementi s važnim zadatkom pri prepletanju i uzorkovanju). Uređaji su za upravljanje prepletanjem mehanički ili elektronički.



Sl. 22. Načelo rada stroja za vezenje čipke. 1 namotnica s niti, 2 igla, 3 čunčić, 4 temeljna podloga

Pletilicama za čipkanje također se proizvode cjevaste vrpce uzdužno spojene spojnom niti. Proizvedena se čipka povlači iznad trna i odvodi u spremnik. Vrpčasti se proizvod dobiva uklanjanjem spojne niti.

Čipkanje strojevima za vezenje. Strojovima za vezenje čipka se na velikim temeljnim mrežama, na tkaninama za stolno i posteljno rublje ili za odjevne predmete. Takvi su strojevi dugi do 20 m i visoki do 4 m. Najčešće se njima izrađuju aplicirane čipke. Rade pomoću igala i čunjića s nitima (sl. 22). Igle su tih strojeva smještene jedna do druge po cijeloj duljini stroja, najčešće u dvije razine, razmaknute ~1,5 m. Uređaji za upravljanje su ručni, mehanički ili elektronički. Često se tim strojevima izrađuju i reljefne čipke s jednobojnim i višebojnim uzorcima.

PROIZVODNJA PLETIVA I ČIPAKA U JUGOSLAVIJI

Naša je pletačka industrija dosta razvijena (tabl. 1). Najviše je koncentrirana u Hrvatskoj i Sloveniji. Najpoznatije su pletionice u SR Hrvatskoj u Puli, Omišu, Čakovcu, Imotskom, Karlovcu i Zagrebu, a u SR Sloveniji u Radovljici, Ljubljani i na Bledu. Ostala su važna središta pletačke industrije u Bosanskom Brodu, Sarajevu, Sjenici, Zrenjaninu, Apatinu i Zvorniku.

Tablica 1
PROIZVODNJA PLETIVA I ČARAPA U JUGOSLAVIJI

Godina	1950.	1960.	1970.	1980.	1981.	1982.
Pletivo s pozamenterijom, kt	3,2	8,7	16	30	31	31
Čarape i čarape s gaćicama, 10 ⁶ pari	24	42	90	192	214	209

LIT.: A. Naupert, H. R. Uhlig, Textilfachkunde – Wirkerei und Strickerei, dio 3. B. G. Teubner Verlagsgesellschaft, Leipzig 1955. – I. I. Шалов, Усадка трикотажа. Гизлепрон, Москва 1958. – А. С. Далидович, Основы теории вязания. Легкая индустрия, Москва 1970. – K. P. Weber, Die Maschenbindungen der Kettenwirkerei. Werkgemeinschaft Karl Mayer, Obertshausen 1970. – D. F. Paling, Warp Knitting Technology. Columbine Press, Buxton 1972. – B. Wheatley, Rachel Lace Production. National Knitted Outerwear Association, New York 1972. – A. I. Кобляков, Структура и механические свойства трикотажа. Легкая индустрия, Москва 1973. – K. P. Weber, Die Wirkerei und Strickerei. Melland Textilberichte KG, Heidelberg 1974. – I. I. Шалов, Проектирование трикотажного производства. Легкая индустрия, Москва 1977. – M. C. Гензер, Механическая технология нетканых текстильных полотен. Легкая индустрия, Москва 1978. – P. Offermann, H. Tausch-Marton, Grundlagen der Maschenwarentechnologie. VEB Fachbuchverlag, Leipzig 1978. – D. Tollkühn, Flachstrickautomaten. Meisenbach KG, Bamberg 1979. – B. H. Гарбарук, Проектирование трикотажных машин. Машиностроение, Ленинград 1980. – F. Schöner, SPITZEN – Enzyklopädie der Spitzentechniken, VEB Fachbuchverlag, Leipzig 1982.

Z. Vrljičak

PLIN, tvar u takvu agregacijskom stanju u kojemu se odlikuje razmjerno malom gustoćom, velikom fluidnošću, nedostatkom svake krutosti, znatnom stlačivošću i težnjom da ispuni cijelu posudu u kojoj se nalazi. Ako se plin nalazi na temperaturi nižoj od neke kritične vrijednosti, T_c , on se može povećanjem tlaka prevesti u kapljevito stanje. Kritična temperatura, T_c , konstantna je značajka svakog plina, kao što su to i kritični tlak, P_c , i kritični (molarni) volumen, V_{mc} .

U članku se opisuju jednadžbe stanja plinova, njihova termodinamička svojstva i kemijske reakcije. O transportnim procesima u plinovima v. *Kinetička teorija materije*, TE 7, str. 107–111, 113.

JEDNADŽBE STANJA

Za fenomenološki opis svojstava plina vrlo je korisna jednadžba stanja plina, koja se posve općenito može napisati kao implicitna funkcija

$$\varphi(P, V, T) = 0. \quad (1)$$

Simboli P , V , T označuju tlak, volumen i termodinamičku temperaturu. Jednadžba se stanja ne može izvesti metodama fenomenolojske termodinamike, već jedino na temelju statističkomehantičkog modela promatranog plina ili pak iskustveno, iz mjernih podataka o tlaku, volumenu i temperaturi.

Idealni plin. Iskustveno je utvrđeno (R. Boyle, E. Mariotte, J. A. C. Charles, J. L. Gay-Lussac) da za sve plinove pri dovoljno niskom tlaku i dovoljno visokoj temperaturi u dobrom približenju vrijedi jednadžba stanja

$$PV_m = RT, \quad (2)$$

gdje V_m znači molarni volumen (tj. volumen podijeljen množinom), a R je plinska konstanta. Njezina vrijednost (1979) iznosi: $8,31441(1 \pm 0,000031) \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$.

Jednadžba (2) formalna je definicija idealnog plina i daje se izvesti metodama statističke termodinamike, pretpostavi li se da se radi o idealnom plinu, tj. o množtvu klasičnih čestica koje su jedna o drugoj posve neovisne (v. *Kinetička teorija materije*, TE 7, str. 112), tako da se sve njihove interakcije svode na elastične sudare, međusobno ili sa stijenkama posude. Taj model prilično vjerno opisuje prilike u plinu kad je on dovoljno razrijeđen, jer se tada čestice (molekule) vrlo rijetko susreću, pa nije bitno jesu li njihovi sudari elastični ili nisu. Ipak, i u vrlo razrijeđenom plinu mogu se vrlo točnim mjerenjima tlaka, volumena i temperature nedvojbeno otkriti odstupanja od jednadžbe (2).

Pri vrlo niskim temperaturama opažaju se i pri velikim razrijeđenjima znatna odstupanja iskustvene jednadžbe stanja nekih plinova (male molekulske mase) od jednadžbe (2). Takvi se plinovi nazivaju *kvantno degeneriranima*, a jednadžba stanja ovisi im o tome jesu li njihove molekule Fermijeve ili Bose-Einsteinove čestice (v. *Kinetička teorija materije*, TE 7, str. 112).

Realni plinovi. U realnim plinovima postoje među molekulama različite interakcije koje, s obzirom na međumolekulske udaljenosti, mogu biti privlačne (velike udaljenosti) ili odbojne (male udaljenosti). Privlačne interakcije nastaju zbog privlačenja permanentnih električnih dipola (van der Waalsove sile) ili zbog privlačenja permanentnog dipola u jednoj molekuli s induciranim dipolima u drugim molekulama (Keesomove sile), ili pak zbog međusobnog privlačenja induciranih dipola (Londonove sile). Ta posljednja vrsta interakcija posve je općenita, jer se pojavljuje i u molekulama koje nemaju stalnoga dipolnog momenta. U svim molekulama zbivaju se kolebanja (fluktuacije) elektronske gustoće koja se, promatrana dulje vrijeme, mogu i posve poništavati. Stoga svaka molekula djeluje kao privremeni dipol, inducirajući privremene dipole u drugima dovoljno bliskim molekulama.

Kada je pak udaljenost dviju molekula vrlo malena, nastaje odbojna interakcija među njihovim elektronskim oblicima, koja nije samo elektrostatskog podrijetla, već su tu najvažnije tzv. Paulijeve sile što se javljaju između dviju ili više Fermi-Diracovih čestica (u koje se ubrajaju i elektroni).

Zbog međusobnih interakcija molekule realnog plina nisu neovisne, što se odražava i u jednadžbi stanja. Za usporedbu ponašanja realnog plina s idealnim prikladno je uvesti veličinu koja se naziva faktorom stlačivosti

$$z = \frac{PV_m}{RT}. \quad (3)$$

Faktor stlačivosti idealnog plina iznosi 1 (v. jedn. 2). Na sl. 1 kvalitativno je prikazana ovisnost faktora stlačivosti tipičnog klasičnog realnog plina o tlaku za tri različite temperature: $T_1 < T_2 < T_3$.

Jedan od vrlo prikladnih načina za iskustveni opis ovisnosti faktora stlačivosti o tlaku i temperaturi jest upotreba reda potencija ili virijalnog reda (H. Kamerlingh-Onnes, 1901)

$$z = 1 + \frac{B(T)}{V_m} + \frac{C(T)}{V_m^2} + \frac{D(T)}{V_m^3} + \dots \quad (4)$$

Koeficijenti $B(T)$, $C(T)$, $D(T)$, ... nazivaju se drugim, trećim, četvrtim, ... virijalnim koeficijentom, a ovise o temperaturi