

# 1. TRANSMISII PRIN CURELE

## 1.1. CARACTERIZARE. CLASIFICARE. DOMENII DE FOLOSIRE

Transmisiiile prin curele sunt transmisii mecanice, care realizează transmiterea mișcării de rotație și a sarcinii, de la o roată motoare la una sau mai multe roți conduse, prin intermediul unui element flexibil, fără sfârșit, numit curea.

Transmiterea mișcării se poate realiza cu alunecare (la transmisiiile prin curele late sau trapezoidale) sau fără alunecare (la transmisiiile prin curele dințate).

Transmiterea sarcinii se realizează prin intermediul frecării care ia naștere între suprafețele în contact ale curelei și roților de curea (în cazul transmisiiilor cu alunecare) sau prin contactul direct dintre dinții curelei și cei ai roții (în cazul transmisiiilor fără alunecare).

O transmisie prin curele se compune din roțile de curea – conducătoare 1 și condusă 2 – elementul de legătură (cureaua) 3 (fig.1.1), sistemul de întindere și aparatori de protecție.

Forța necesară de apăsare a curelei pe roțile de curea se realizează la montaj, prin întinderea (deformarea elastică) curelei.

Comparativ cu celelalte transmisii mecanice, transmisiiile prin curele cu alunecare prezintă o serie de *avantaje*: se montează și se întrețin ușor; funcționează fără zgomot; amortizează șocurile și

vibrațiile; necesită precizie de execuție și montaj relativ reduse; costurile de fabricație sunt reduse; transmit sarcina la distanțe relativ mari între arbori; permit antrenarea simultană a mai multor arbori; funcționează la viteze mari; asigură protecția împotriva suprasarcinilor.

Dintre *dezavantajele* acestor transmisii se pot menționa: capacitate de încărcare limitată; dimensiuni de gabarit mari, comparativ cu transmisiiile prin roți dințate; forțe de pretensionare mari, care solicită arborii și reazemele; raport de transmitere variabil, ca urmare a alunecării curelei pe roți; sensibilitate mărită la căldură și umiditate; durabilitate limitată; necesitatea utilizării unor dispozitive de întindere a curelei.

Unele dintre *dezavantajele* transmisiiilor cu alunecare sunt anulate de transmisiiile prin curele dințate. Astfel: mișcarea se transmite sincron, vitezele unghiulare ale roților fiind constante și ridicate; randamentul mecanic este mai ridicat; pretensionare mai mică la montaj, deci o solicitare redusă a arborilor și lagărelor.

Principalele *dezavantaje* ale transmisiiilor prin curele dințate sunt legate atât de tehnologia de execuție, mai pretențioasă, atât a roților de curea dințate cât și a curelelor, cât și de costurile montajului.

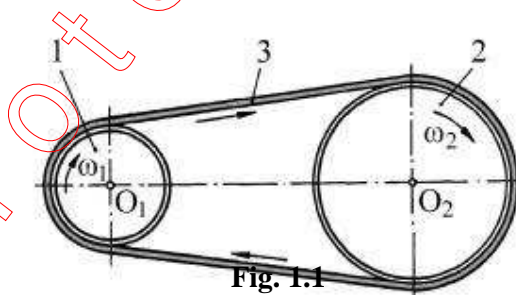


Fig. 1.1

## Transmisii prin curele

Clasificarea curelelor se face în funcție de forma secțiunii curelei (fig. 1.2), iar clasificarea transmisiilor prin curele se face în funcție de poziția relativă a axelor arborilor, a numărului de arbori antrenati (conduși) și a raportului de transmitere realizat.

După forma secțiunii, curelele pot fi: late – fig. 1.2/a, politriunghiulare – fig. 1.2/b, dințate – fig. 1.2/c, trapezoidale -fig. 1.2/d, rotunde -fig. 1.2/e.



**Fig. 1.2**

Transmisiile prin curele late pot transmite puteri până la  $P = 2000$  kW, la viteze periferice  $v < 12$  m/s și rapoarte de transmitere  $i < 6$  (maxim 10). Utilizarea curelelor moderne, de tip compound, a dus la ridicarea performanțelor acestora, domeniul lor de utilizare fiind:  $P < 5000$  kW;  $v < 100$  m/s;  $i < 10$  (maxim 20).

Transmisiile prin curele late politriunghiulare (Poly-V) transmit puteri  $P < 2500$  kW, la viteze periferice  $v < 50$  m/s.

Transmisiile prin curele late dințate pot transmite puteri până la  $P = 400$  kW, la viteze periferice  $v < 80$  m/s și rapoarte de transmitere  $i < 8$  (maxim 10).

Transmisiile prin curele trapezoidale pot transmite puteri până la  $P = 1200$  kW, la viteze periferice  $v < 50$  m/s, atunci când distanța dintre axe  $A < 3$  m, iar raportul de transmitere maxim  $i < 8$  (maxim 10).

Pentru aceste curele, în tabelul 1.1 sunt prezentate, în funcție de diverși parametri (economici, funcționali etc.), câteva performanțe ale transmisiilor echipate cu aceste curele.

Tabelul 1.1

Performanțe ale transmisiilor prin curele

Parametrul	Curele late	Curele politriunghiulare	Curele dințate	Curele trapezoidale		Curele rotunde
				Clasice	Înguste	
Indicele costului instalării	1,1	1,2	1,4	1,4	1,0	ND <sup>*)</sup>
Întreținere	Da	Da	Nu	Da	Da	Da
Raport putere/volum (kW/cm <sup>3</sup> )	0,8	1,7	1,9	0,7	1,8	ND <sup>*)</sup>
Frecvența maximă a îndoirilor	200	100	200	40	80	40
Încărcarea arborilor <sup>*)</sup>	(2...3)F <sub>u</sub>	(2...2,5) F <sub>u</sub>	F <sub>u</sub>	(2...2,5) F <sub>u</sub>		(2...3) F <sub>u</sub>
Randament %	97...98	97	98	95	96	95
Raportul F <sub>u</sub> /F <sub>0</sub> <sup>*)</sup>	0,3...0,4	0,4...0,5	1	0,5...0,6		0,4

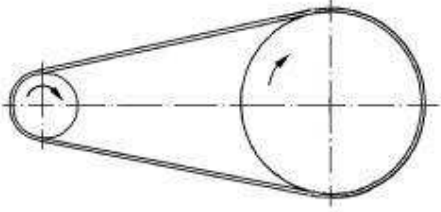
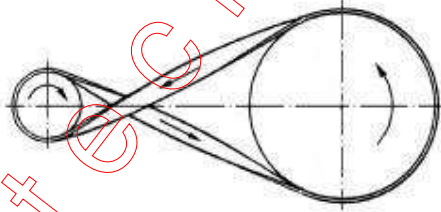
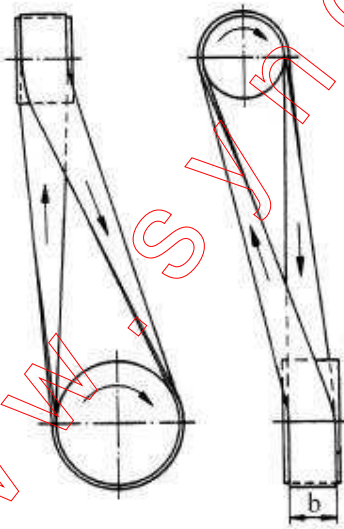
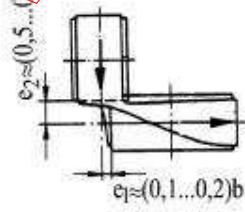
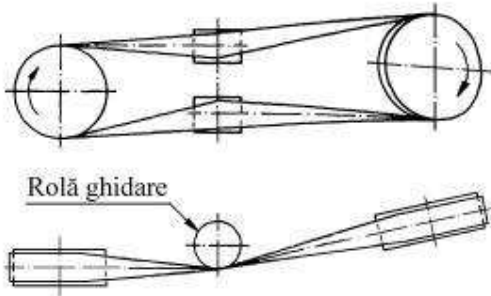
<sup>\*)</sup> ND – nu sunt date; F<sub>u</sub> – forța utilă; F<sub>0</sub> – forța de pretensionare.

## Transmisii prin curele

Clasificarea transmisiilor prin curele, în funcție de criteriile mai înainte prezentate, este dată în tabelul 1.2.

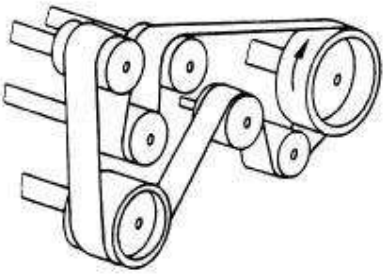
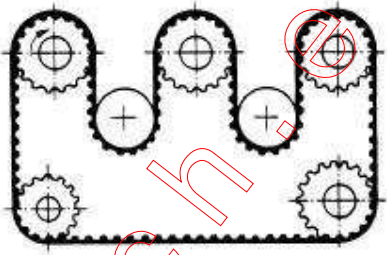
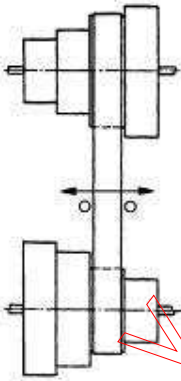
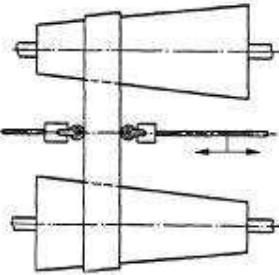
Tabelul 1.2

Clasificarea transmisiilor prin curele

Criteriul de clasificare	Tipul transmisiei	
Poziția relativă a axelor arborilor	Cu axe paralele	
	Cu ramuri deschise	Cu ramuri încrucișate
		
	Cu axe încrucișate	
	Fără role de ghidare	Cu role de ghidare
	 	

## Transmisii prin curele

Tabelul 1.2(continuare)

Criteriul de clasificare	Tipul transmisiei	
Numărul arborilor conduși	Cu un arbore condus (v. figurile de mai sus)	
	Cu mai mulți arbori antrenati (conduși)	
		
Raportul de transmitere	Cu raport de transmitere constant (v. figurile de mai sus)	
	Cu raport de transmitere variabil	
	În trepte (cutie de viteze)	Continuu (variator – v. cap. 4)
		

### 1.2. TIPURI DE CURELE. MATERIALE. ELEMENTE CONSTRUCTIVE

Materialele din care se confecționează curelele trebuie să îndeplinească următoarele condiții de bază: să fie foarte elastice, pentru a se putea înfășura pe roți cu diametre mici, fără ca tensiunile de încovoiere, care iau naștere, să aibă valori însemnate; coeficientul de frecare a elementului curelei în contact cu roata de cureauă să fie cât mai mare (pentru transmisiile prin curele cu alunecare); elementul curelei care preia sarcina principală de întindere să aibă o rezistență ridicată; elementul curelei, în contact cu roata, să fie rezistent la uzură și oboseală și să fie rezistent și la acțiunea agenților externi; să fie ieftine.

#### 1.2.1. Curele late netede (lise)

Materialele pentru aceste curele pot fi: pielea, țesăturile textile, pânza cauciucată, materialele plastice, benzile metalice.

## Transmisii prin curele

**Curelele din piele.** Sunt confecționate din piele de bovine, utilizându-se, de preferință, zona spinării animalului (crupon). Se execută dintr-un singur strat (simple) sau în mai multe straturi (multiple), lipite între ele, pe toată lungimea. Pielea se tăbăcește cu tananți vegetali și, în cazuri speciale, cu tananți minerali, obținându-se, în acest caz, o flexibilitate mai mare.

Deși pielea satisface multe din condițiile impuse materialelor pentru transmisiile prin curele – rezistență la uzură, coeficient de frecare mare, rezistență la acțiunea unor agenți exteriori (ulei, unsori, apă) – unele deficiențe – rezistență redusă la curgere a materialului (care duce la deformări plastice importante, respectiv la demontări frecvente pentru scurtarea și reîmbinarea capetelor), rezistență redusă la oboseală și faptul că este un material deficitar – au făcut ca, în ultimul timp, aceste curele să fie din ce în ce mai puțin folosite, fiind înlocuite de curelele țesute sau compound.

**Curelele din țesături textile.** Sunt confecționate din țesături textile și pot fi într-un singur strat sau în mai multe straturi. În cazul în care sunt executate din mai multe straturi, îmbinarea capetelor se poate realiza prin coasere, printr-o contextură specială sau prin lipire.

Materialul din care se execută cureaua poate fi un material textil natural (bumbac, celofibră, lână, păr de cămilă sau capră, cânepă, in, mătase naturală etc.) sau fibre sintetice (vâscoză, poliamide, poliesteri).

Curelele din țesături textile prezintă unele avantaje: pot fi țesute fără fine, ceea ce asigură transmisiei un mers liniștit; pot funcționa la viteze mari  $v < 60$  m/s; pot funcționa pe roți de diametre mici, datorită flexibilității ridicate. Ca dezavantaje, se pot menționa: durabilitate scăzută, datorită rezistenței reduse a marginilor curelei; alungire în timp; sensibilitate la acțiunea căldurii, umezelii, acizilor etc.

**Curelele din țesături impregnate cu cauciuc.** Sunt confecționate din mai multe straturi de țesături textile, solidarizate între ele prin cauciuc vulcanizat. Țesăturile textile (insertii) reprezintă elementul de rezistență al curelei. Insertia se poate realiza sub forma unor straturi paralele (fig.1.3, a), prin înfășurare în mai multe straturi sub formă de spirală (fig.1.3, b) sau în straturi concentrice (fig.1.3, c).

Aceste curele au între straturi și la exterior cauciuc vulcanizat (fig. 1.3, d), fiind rezistente la umezeală și la medii umede, acide sau bazice. Curelele înfășurate sunt mai rigide decât cele stratificate, în schimb marginile sunt mai rezistente, putând fi utilizate la transmisiile cu ramuri sau axe încrucișate.

Dacă în loc de țesătura textilă se folosesc insertii sub formă de șnur (fig. 1.4), se obțin curele cu flexibilitate mărită.

**Curelele din materiale plastice.** Se folosesc două tipuri de curele, în care apare materialul plastic: curele numai din material plastic și curele din material plastic și alte materiale (compound =

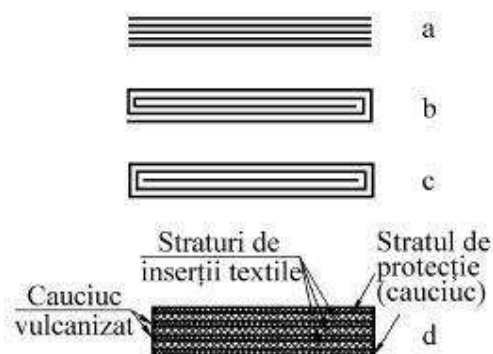


Fig. 1.3

## Transmisii prin curele

compușe). Materialele plastice folosite sunt materialele poliamidice și poliesterice, utilizate sub formă de folii de grosimi diferite sau sub formă de fire împletite sau cablate.

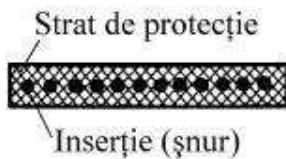


Fig. 1.4

Curelele compound (fig. 1.5) sunt realizate dintr-o folie sau dintr-un strat de șnururi din poliamidă sau poliester, ca element de rezistență, căptușit la interior cu un strat subțire din piele de înaltă calitate (cromată special) și dintr-un strat de protecție, dispus pe partea exterioară. Stratul din material plastic este elementul de rezistență al curelei (nilon, cu  $f_r = 400$  MPa; poliester, cu  $f_r = 850$  MPa), iar stratul din piele este cel care asigură o aderență bună (frecare mare) între curea și roți ( $\mu = 0,45 \dots 0,6$ , la  $v = 20 \dots 30$  m/s).

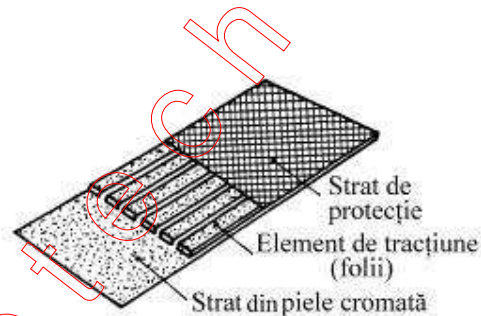


Fig. 1.5

Prin construcția lor, curelele compound însumează proprietățile de rezistență ale materialelor plastice cu cele de fricțiune ale pielii. Curelele compound sunt rezistente la produse petroliere, sunt foarte flexibile – putându-se înfășura pe roți de diametre foarte mici ( $D/h \geq 10$ ) – sunt antielectrostatice, funcționează bine la temperaturi până la  $120^\circ\text{C}$ , permit viteze periferice foarte mari ( $v > 100$  m/s), suportă frecvențe de îndoiri mari (până la 100 Hz), au o durabilitate mare și sunt, practic, insensibile la umiditate.

Performanțele ridicate ale acestor curele fac posibilă utilizarea lor la realizarea transmisiilor cu dimensiuni de gabarit mici și a celor care funcționează la viteze mari; diametrul minim al roții de curea poate ajunge la 25 mm, iar turația la 300.000 rot/min. Curelele având ca inserție folie de poliamidă se execută la orice lungimi și cu lățimi până la 1200 mm, atât cu fine cât și fără fine. Curelele cu inserție din șnur poliamidic se execută numai fără fine, la lungimi până la 10.000 mm și lățimi până la 500 mm.

**Curelele late politriunghiulare (Poly-V).** Au o construcție specială, suprafața exterioară fiind netedă, iar suprafața interioară este profilată. Suprafața interioară prezintă proeminențe,



Fig. 1.6

dispuse longitudinal, cu profil triunghiular. Elementul de rezistență este un șnur din material plastic (fig. 1.6), înglobat în masa de cauciuc a curelei. Cureaua este acoperită la exterior cu un strat protector, realizat din material plastic, care asigură aderența și rezistența la uzare a curelei. Porțiunea profilată, având înălțime mică în raport cu înălțimea totală a curelei, conferă acestor curele o

## Transmisii prin curele

flexibilitate mare, comparabilă cu cea a curelelor late obișnuite. Proeminențele triunghiulare – de contact ale curelei cu roata – asigură o aderență sporită și presiuni de contact mai mici decât în cazul curelelor late. Curelele politriunghiulare transmit puteri  $P < 1250$  kW, la viteze  $v < 50$  m/s.

**Benzile metalice.** Se prezintă sub forma unor benzi din oțel de mare rezistență ( $f_r = 1300 \dots 1600$  MPa), cu lățimi cuprinse între 20...250 mm și grosimi între 0,6...1,1 mm.

Transmisiile cu benzi metalice pot funcționa la viteze foarte mari (apropriate de viteza sunetului), asigurând transmiterea unor puteri mari. Necesită forțe de întindere, inițiale, foarte mari, o foarte ridicată precizie de execuție și montaj a roților și o rigiditate mare a arborilor. Se pot utiliza în locul curelelor din piele sau textile sau în locul angrenajelor, la locomotive, vapoare, termocentrale etc. În comparație cu angrenajele, transmisiile cu bandă funcționează cu zgomot mult mai redus. Pentru mărirea coeficientului de frecare dintre banda metalică și roțile transmisiei, roțile de curea se pot căptuși cu plută ( $\mu = 0,35$ ).

La transmisiile care funcționează cu viteză foarte mare, pentru ca pierderile prin frecarea dintre elementele în mișcare și atmosferă să fie cât mai reduse, se recomandă introducerea acestora în carcase cu un anumit grad de vid.

### 1.2.2. Curele late dințate (sincrone)

Cureaua dințată (fig. 1.7) se compune dintr-un element de înaltă rezistență 1, înglobat într-o masă compactă de cauciuc sau material plastic 2. Suprafața exterioară și zona danturată sunt protejate cu un strat 3, din țesături din fibre sintetice rezistente la uzură și la agenți chimici și termici. Elementul de rezistență 1 poate fi realizat din cabluri metalice, din fibre de poliester sau fibre de sticlă.

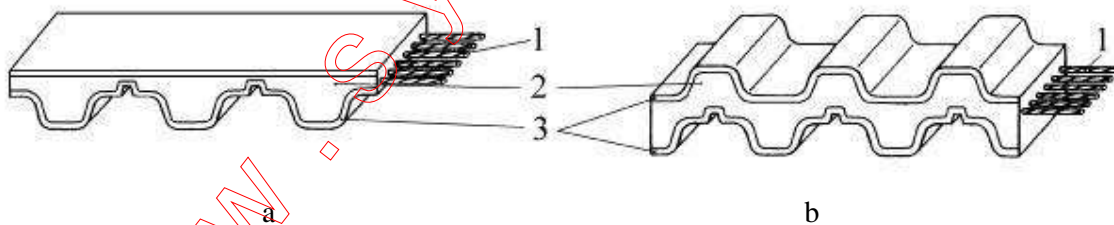


Fig. 1.7

Dantura poate fi dispusă pe o parte a curelei (fig. 1.7, a) sau pe ambele părți (fig. 1.7, b). Curelele cu dantură pe o singură parte se folosesc la transmisiile cu axe paralele și ramuri deschise, cu sau fără rolă de întindere (fig. 1.8, a și b), iar curelele cu dantură pe ambele părți se folosesc la transmisiile cu mai mulți arbori, dispuși de o parte și de alta a curelei (fig. 1.8, c).

Dinții curelelor pot fi trapezoidali, parabolici și semicirculari. Profilul clasic al dintelui este cel trapezoidal, în ultimul timp executându-se și profilele curbilinii, prin aceasta urmărindu-se reducerea zgomotului și îmbunătățirea modului de intrare și ieșire în și din angrenare. Profilul cu formă parabolică permite utilizarea dinților mai înalți în raport cu profilul tradițional. Această caracteristică, cumulată cu robustețea dintelui, permite o creștere a sarcinii transmise și o reducere a

interfeței create în timpul angrenării dintre dintele curelei și cel al roții. Forma parabolică determină următoarele avantaje: reducerea zgomotului în funcționare; sporirea puterii transmise; creșterea

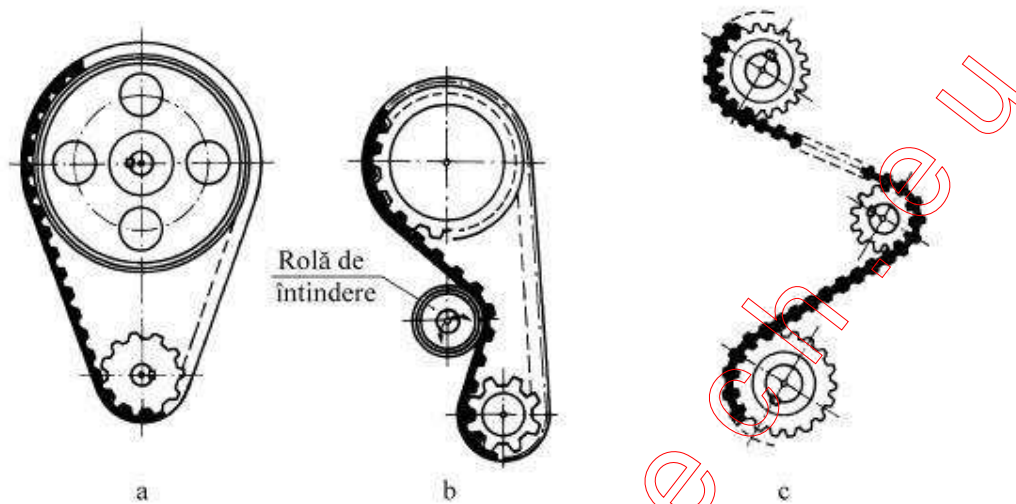


Fig. 1.8

rezistenței dintelui la oboseală.

Curelele sincrone cu dinți trapezoidali, considerate standard, se utilizează în transmisii de până la 150 CP și 16.000 rot/min. Dimensiunile standardizate sunt cele corespunzătoare pasului de (în țoli): 0,080 (2/25); 0,125 (1/8); 0,200 (1/5); 0,375 (3/8); 0,500 (1/2); 0,875 (7/8) și 1,25 (1 1/4), conform ISO 5294, 5295, 5296.

Curelele cu dinți curbilinii, cu profil parabolic și semicircular, pot prelua sarcini mai mari cu până la 200% față de cele cu dinți trapezoidali. Se regăsesc în gama de dimensiuni corespunzătoare pașilor de 3, 5, 8 și 14 mm.

Transmisiiile prin curele dinate realizează transmiterea mișcării fără alunecare, dinții curelei angrenând cu dantura roții de curea. Aceste transmisii cumulează avantajele transmisiilor prin curele late și ale transmisiilor prin lanț.

Datorită avantajelor pe care le prezintă, aceste transmisii s-au impus, fiind utilizate în multe domenii, cum ar fi: construcția de autovehicule (la sistemul de distribuție); construcția mașinilor-unelte, construcția mașinilor textile, birotică, computere, proiectoare, mașini de scris etc.

### 1.2.3. Îmbinarea capetelor curelelor late

Curelele late se pot realiza: fără fine, sub forma unor benzi lungi, îmbinate la capete prin diverse metode. O transmisie prin curele, îmbinată la capete, poate utiliza întreaga capacitate portantă a curelei numai atunci când îmbinarea capetelor acestora este făcută corespunzător. Problema îmbinării corespunzătoare a capetelor curelelor se pune, în special, la transmisiile cu viteze ridicate și la transmisiile cu roți de diametre mici. O îmbinare trebuie să prezinte următoarele calități: să nu micșoreze durabilitatea curelei; să nu reducă flexibilitatea curelei; să nu producă



vibrații sau o funcționare neregulată a curelei; să fie rezistentă la umiditate, la ulei și unsoare; să reziste la temperatura de funcționare a curelei; să se execute ușor și repede.

Îmbinarea capetelor curelelor late se poate realiza prin lipire, respectiv vulcanizare, prin coasere sau cu elemente metalice speciale.

**Lipirea** este procedeul de îmbinare care se folosește la curelele din piele, materiale plastice și la cele de tip compound. Se folosesc adezivi sintetici, care asigură rezistență ridicată la tracțiune ( $f \geq 17$  MPa). Datorită acestor adezivi, lipirea a devenit cea mai rațională metodă de îmbinare a capetelor curelelor. Înainte de lipire, capetele curelei se subțiază sub formă de pană (fig. 1.9, a), pe anumite lungimi. În cazul curelelor din piele formate din două straturi, lipirea se execută sub formă de pană, ca în fig. 1.9, b. Viteza de lucru a curelei  $v < 30$  m/s, iar la curelele foarte flexibile  $v < 50$  m/s.

La curelele din țesături impregnate cu cauciuc, care se îmbină prin vulcanizare, capetele curelei se subțiază în trepte (fig. 1.9, c), ținând seama de structura stratificată a acestora.

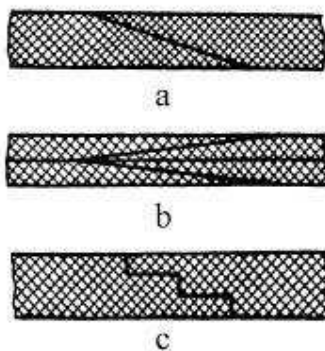


Fig. 1.9

să fie limitată la  $v < 5...10$  m/s.

#### 1.2.4. Curele trapezoidale

Cureaua trapezoidală are în secțiune transversală forma unui trapez isoscel și este formată din mai multe zone. Zona 1 reprezintă elementul de rezistență al curelei, care poate fi realizat din țesătură de bumbac (fig. 1.11, a), din șnur (fig. 1.11, b) sau din cablu (fig. 1.11, c). Elementul de rezistență este învelit într-o masă de cauciuc sintetic, care cuprinde zona de compresiune 2 (duritate

#### Îmbinarea prin coasere sau cu elemente metalice

speciale se utilizează, în special, în cazul curelelor din țesături textile, putându-se utiliza și la curelele din piele. Îmbinarea mecanică se poate realiza cu agrafe din oțel (fig.1.10) sau cu elemente suplimentare metalice, fixate cu șuruburi; acestea din urmă nu sunt recomandate, întrucât produc șocuri și vibrații în transmisie, ceea ce face ca viteza maximă

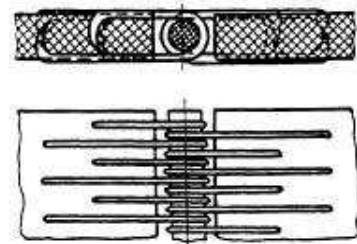


Fig. 1.10

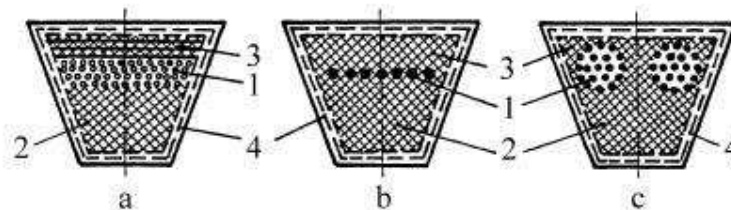


Fig. 1.11

## Transmisii prin curele

70...80° Sh) și zona de întindere 3 (duritate 60...70° Sh). La exterior, cureaua este protejată prin învelișul de protecție 4, format din unul sau mai multe straturi de pânză cauciucată.

Curelele trapezoidale sunt standardizate, în funcție de dimensiunile secțiunii, în două tipuri: curele trapezoidale clasice și curele trapezoidale înguste. La aceste curele, flancul în stare liberă este rectiliniu.

Se mai folosesc și alte tipuri de curele trapezoidale, cum ar fi: curele speciale, curele dublu Trapezoidale (hexagonale) sau curele trapezoidale multiple. Curelele trapezoidale speciale (fig. 1.12, a) au

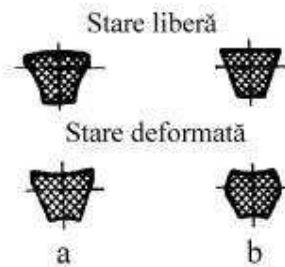


Fig. 1.12

funcționării. În stare deformată, atunci când cureaua se înfășoară pe roată, flancul curelei devine rectiliniu, ca și flancul canalului de pe roata de curea (la curelele clasice, în stare deformată flancul curelei nu mai rămâne rectiliniu (fig. 1.12, b)). Curelele dublu trapezoidale (hexagonale)

(fig. 1.13, a) se folosesc în cazul transmisiilor cu mai multe roți conduse,

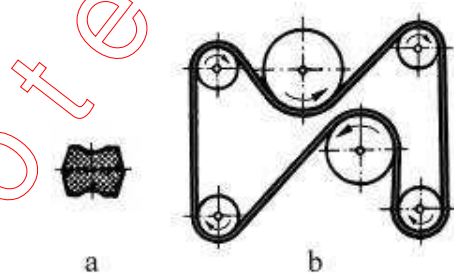


Fig. 1.13

dispuse pe ambele părți ale curelei (fig. 1.13, b).

Curelele trapezoidale multiple (fig. 1.14) înlocuiesc curelele trapezoidale simple montate în paralel, prezentând avantajul că evită alungirile inegale ale elementelor componente.

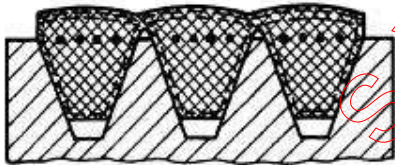


Fig. 1.14

În comparație cu transmisiile prin curele late clasice, transmisiile prin curele trapezoidale se caracterizează prin capacitate portantă mai mare și o încărcare mai mică a arborilor. Aceste avantaje sunt determinate de frecarea mărită dintre curea și roți, coeficientul de frecare redus  $\mu'$  fiind de aproximativ trei ori mai mare decât coeficientul de frecare de alunecare  $\mu$ . Cureaua trapezoidală prezintă avantaje, în special, la transmisiile cu distanțe mici între axe și cu rapoarte mari de transmitere.

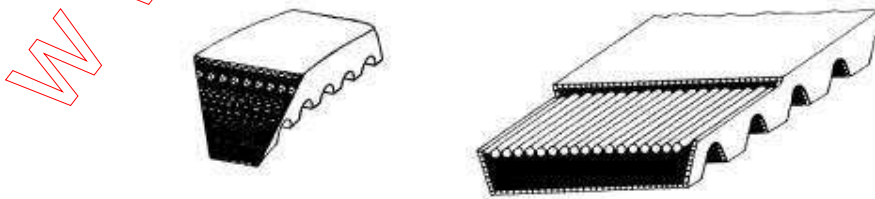


Fig. 1.15

## Transmisii prin curele

---

Curelele trapezoidale cu striații transversale, care conduc la mărirea elasticității curelei la înfășurarea pe roți, realizează micșorarea tensiunii de încovoiere și mărirea suprafeței de contact a flancurilor curelei cu roata (fig. 1.15).

www.syncrotech.eu