

2. TRANSMISII PRIN LANȚ

2.1. CARACTERIZARE. DOMENII DE FOLOSIRE

Transmisiiile prin lanț fac parte din categoria transmisiilor mecanice indirecte și servesc la transmiterea mișcării și a momentului de torsiune între doi sau mai mulți arbori paraleli.

O transmisie prin lanț se compune din *roțile de lanț*, *lanțul* – care înfășoară roțile de lanț și angrenează cu dinții acestora (fig. 2.1) – *dispozitive de întindere*, *dispozitive de ungere și carcase sau apărători de protecție*.

Lanțul este format din zale, articulate între ele, care îi asigură flexibilitatea necesară pentru înfășurarea pe roțile de lanț.

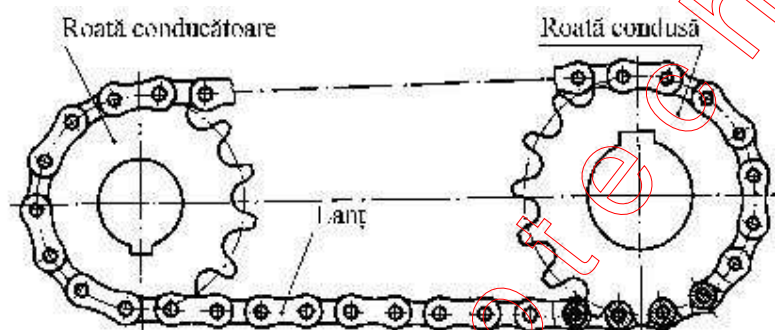


Fig. 2.1

Avantajele transmisiilor prin lanț sunt: posibilitatea folosirii într-un domeniu larg de distanțe între axe; posibilitatea transmiterii unor momente de torsiune mari; realizarea unor rapoarte de transmitere medii constante; randament ridicat ($\eta = 0,96 \dots 0,98$); încărcări relativ reduse pe arbori; posibilitatea înlocuirii ușoare a lanțului; posibilitatea transmiterii mișcării la mai mulți arbori conduși; posibilitatea funcționării în condiții grele de exploatare (praf, umiditate, temperaturi ridicate).

Dintre dezavantajele transmisiilor prin lanț, cele mai importante sunt: neuniformitatea mișcării roții (roților) conduse – ca urmare a înfășurării lanțului pe roțile de lanț după un contur poligonal – care produce sarcini dinamice suplimentare, vibrații și zgomot în funcționare; uzura inevitabilă în articulații, care duce la mărirea pasului, impunându-se folosirea dispozitivelor de întindere; necesită o precizie mai ridicată de montare și o întreținere pretențioasă, comparativ cu transmisiile prin curele.

Transmisiile prin lanț se utilizează când se impun distanțe medii între axe, care nu se pot realiza prin angrenaje și când nu este permisă alunecarea, situație în care nu pot fi folosite transmisiile prin curele. Se folosesc în construcția mașinilor agricole, de transport (biciclete, motorete, motociclete) și la unele utilaje (în siderurgie, în construcții etc.).

2.2. CLASIFICAREA ȘI CARACTERIZAREA LANȚURILOR DE TRANSMISIE

Lanțurile de transmisie se execută cu pași mici, pentru reducerea sarcinilor dinamice și cu articulații rezistente la uzură, pentru mărirea duratei de funcționare.

Lanțurile cu bolțuri (de tip Gall) se execută din eclise și bolțuri (fig. 2.2). Eclisele exterioare 1 se presează pe bolțurile 3, formând cu acestea un cadru, iar eclisele interioare 2 formează articulații cu bolțurile 3 (fig. 2.2, c); capetele bolțurilor se nituiesc. Deoarece suprafața de contact în articulații este redusă, ceea ce duce la o uzură accentuată, aceste lanțuri se recomandă la sarcini mici

Transmisii prin lanț

și viteze reduse ($v < 0,3$ m/s – pentru lanțurile cu zale scurte, construcție grea; $v < 0,2$ m/s – pentru lanțurile cu zale lungi, construcție ușoară). Se execută cu joc între eclise, în variantele cu eclise simple (fig. 2.2, a) sau multiple (fig. 2.2, b).

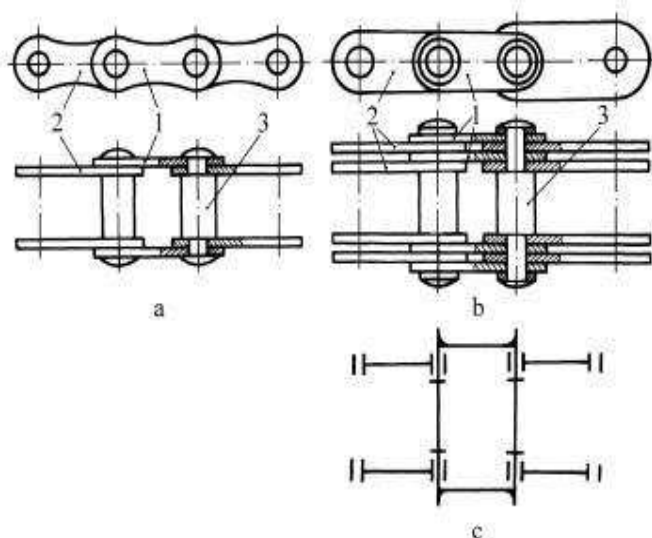


Fig. 2.2

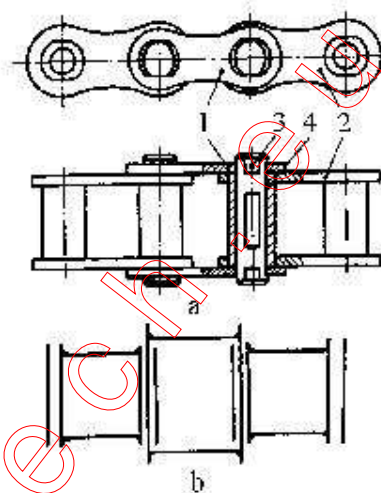


Fig. 2.3

Lanțurile cu bușe (fig. 2.3) se compun din eclise, bolțuri și bușe, eclisele exterioare 1 fiind presate pe bolțurile 3, iar cele interioare 2 pe bușele 4. Din punct de vedere funcțional, eclisele exterioare și bolțurile, respectiv eclisele interioare și bușele, formează elemente cinematice distincte, articulate între ele (fig. 2.3, b). Datorită suprafeței de contact mai mare dintre bolțuri și bușe, aceste lanțuri se recomandă la sarcini medii și viteze sub 3 m/s.

Lanțurile cu role (fig. 2.4) se deosebesc de lanțurile cu bușe datorită roților 5, montate liber pe bușe. Schema funcțională din fig. 2.3, b este completată cu role și este prezentată în fig. 2.4, b.

La aceste transmisii, angrenarea lanțului cu dinții roților de lanț se realizează prin rostogolirea roților pe flancurile dinților, frecarea de alunecare, caracteristică lanțurilor cu bușe, fiind înlocuită cu frecarea de rostogolire, caracterizată prin pierderi

energetice mult mai mici (randamentul transmisiei crește). Lanțurile cu role se folosesc la viteze mai mari, cu uzuri mai reduse ale dinților roților de lanț, decât în cazul lanțurilor cu bușe.

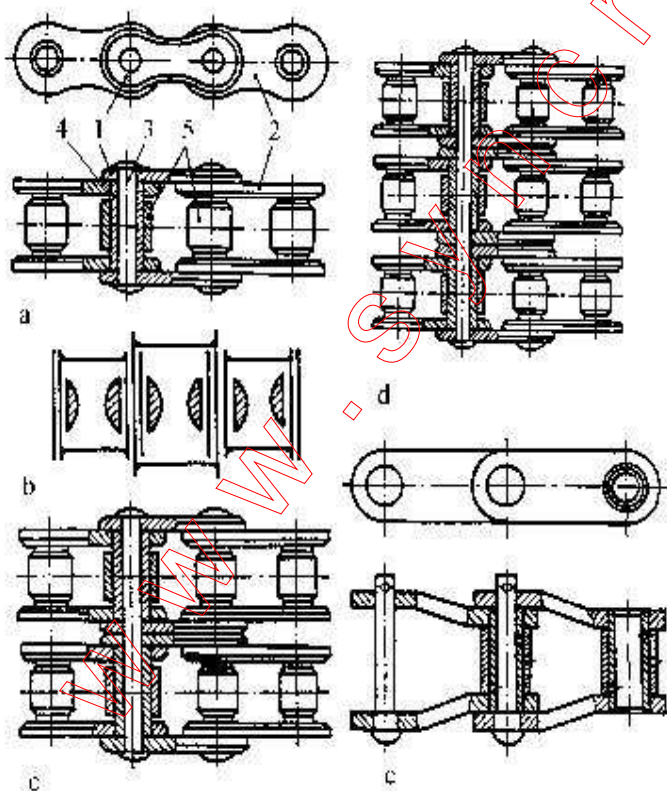


Fig. 2.4

Transmisii prin lanț

Se execută într-o mare varietate de forme și dimensiuni, pentru a putea fi folosite într-un domeniu larg de sarcini de transmis și viteze de funcționare. Lanțurile de uz general cu role și zale scurte cu un rând de zale (fig. 2.4, a), cu două rânduri de zale (fig. 2.4, c) și cu trei rânduri de zale (fig. 2.4, d) se utilizează la sarcini mari și viteze $v < 15\text{m/s}$; pentru biciclete, motorete și motocicletate, se folosesc lanțurile cu role și zale scurte cu $p = 12,70\text{ mm}$. La sarcini mari, cu șocuri frecvente și viteze mici sau medii se folosesc lanțurile de tip Rotary, cu eclise cotate (fig. 2.4, e), iar la sarcini și viteze medii, lanțurile cu role și zale lungi.

Pentru realizarea unei mișcări cât mai uniforme a roții (roților) conduse, se evită folosirea lanțurilor cu pași mari, preferându-se lanțurile cu două rânduri (lanțuri duble) sau cu trei rânduri (lanțuri triple), cu pași mici (v. fig. 2.4, c și d).

La formarea sau la scurtarea lanțului, se folosesc zalele de legătură, asigurate axial prin presarea eclisei pe bolț (fig. 2.5, a), utilizarea unui sistem elastic de siguranță (fig. 2.5, b) sau prin utilizarea cuielor spintecate (fig. 2.5, c). La un număr impar de zale, la lanțurile cu bușe și cu role, se folosesc eclise speciale de legătură (fig. 2.5, d), fapt pentru care se recomandă, pentru aceste lanțuri, folosirea unui număr par de zale. La lanțurile Rotary nu se impune această recomandare, datorită formei ecliselor.

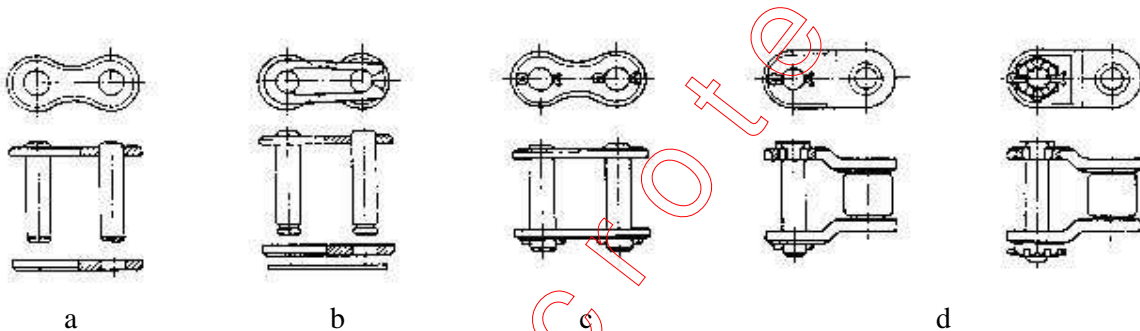


Fig. 2.5

Formarea și tehnologia de execuție a elementelor componente ale lanțului sunt simple, bolțurile, bușele, eclisele și rolele executându-se pe mașini de precizie și productivitate ridicate.

Bolțurile se execută cilindric, iar la lanțurile cu pași mari, pentru a se evita rotirea ecliselor exterioare, se execută, în zona de capăt (la îmbinarea bolțului cu eclisa), aplatizări (v. fig. 2.3, a).

Bușele se execută din țevă sau în construcție sudată, pentru lanțurile de dimensiuni mari, se vor prevedea și aplatizări pentru evitarea rotirii ecliselor interioare față de bușe; și rolele se execută din țevă.

Eclisele, executate prin ștanțare, au un contur în formă de 8, pentru a se apropia de un corp de egală rezistență la tracțiune.

Lanțuri cu eclise dințate (fig. 2.6...2.8) sunt formate din mai multe rânduri de eclise, care au la capete dinți și sunt articulate prin bolțuri. Dinții ecliselor angrenează cu dinții roților de lanț. Cel mai frecvent, atât dinții roților de lanț cât și dinții ecliselor au profilul trapezoidal, flancurile acestora fiind rectilinii, dar există și construcții la care profilul dinților roților de lanț este în arc de cerc sau în evolventă.

Îmbinarea capetelor lanțului se realizează cu ajutorul bolțurilor de legătură, care realizează fixarea axială a ecliselor cu ajutorul cuielor spintecate.

Pentru a se evita alunecarea laterală a lanțului (de-a lungul dinților roților de lanț), acesta se ghidează axial față de roată (roți) cu ajutorul unor eclise centrale, executate sub forma unor plăcuțe (fig. 2.6, a), care intră într-un canal central executat la mijlocul roții de lanț (fig. 2.6, c) sau cu ajutorul unor eclise laterale de ghidare (fig. 2.6, b), pentru care nu sunt necesare canale de ghidare (fig. 2.6, d).

Transmisii prin lanț

Ca și la celelalte tipuri de lanțuri, durabilitatea depinde de rezistența la uzură a articulațiilor lanțului.

Posibilitățile de obținere a articulațiilor bolț-eclise sunt următoarele:

- bolțurile și eclisele formează articulații, prin contact direct sau prin contactul dintre bușe presate la capete pentru grupuri de două (fig. 2.6, a și b) sau trei eclise. Suprafața de contact, în acest caz, este relativ mică, asemănătoare cu cea realizată la lanțurile Gall (v. fig. 2.2), fapt pentru care soluția nu este agreată tehnic, din cauza uzurilor pronunțate, frecarea în zona de contact fiind de alunecare;

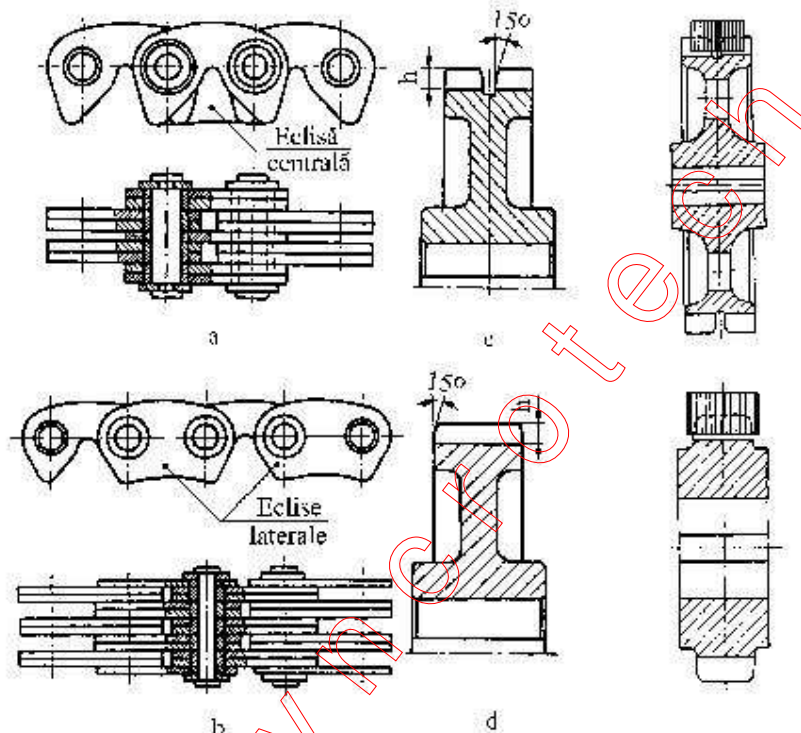


Fig. 2.6

- articulațiile realizate cu ajutorul bolțurilor cilindrice și a unor bușe segmentate (fig. 2.7), care asigură o suprafață de contact mai mare între piesele aflate în mișcare relativă, mărind capacitatea de încărcare a transmisiei; bușă segmentată 1 este presată în locașul executat în eclisa 3, iar bușă segmentată 2 este presată în locașul executat în eclisa 4; pentru ca zalele să se poată roti relativ – la intrarea și ieșirea lanțului în și din contact

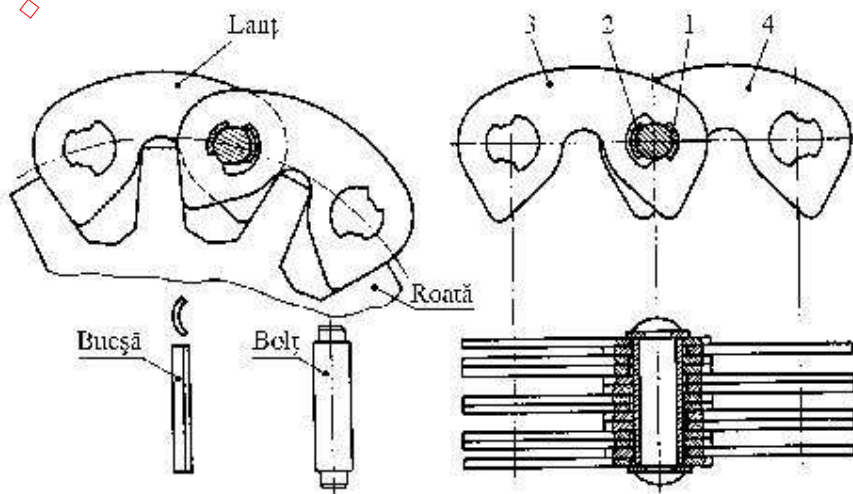


Fig. 2.7

Transmisii prin lanț

cu dinții roților de lanț – în eclise se execută niște locașuri mai mari, în zona diametral opusă celei în care este presat segmentul de bucășă;

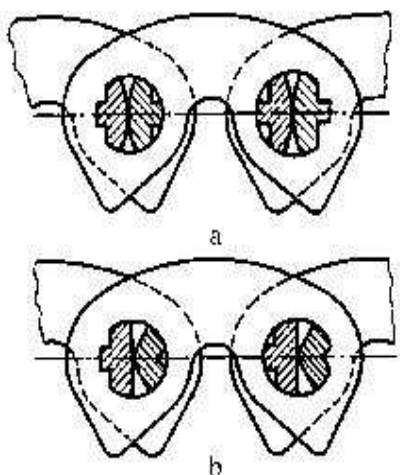


Fig. 2.8

- articulațiile formate din prisme (fig. 2.8, a) înlocuiesc frecarea de alunecare prin frecare cu rostogolire, reducându-se mult uzurile și deci mărindu-se durabilitatea transmisiei; articulațiile lanțului din fig. 2.8, b sunt de tip cântar; indiferent de forma celor două prisme care formează articulația, fiecare fiind solidară cu eclisele unei zale, este posibilă rotirea relativă dintre zale.

La transmisiile prin lanțuri cu eclise dințate, contactul dintre dinții roților de lanț și lanț se realizează pe fețele frontale ale dinților ecliselor, fapt pentru care sarcinile dinamice în transmisie sunt mai mici decât la lanțurile clasice (la care contactul se realizează între dinți și role sau bucășe), aceste lanțuri utilizându-se la viteze mai mari ($v_s < 30$ m/s).

Numerele de dinți ai roților de lanț. Numărul minim de dinți ai roții mici z_1 este limitat de uzura articulațiilor, de sarcinile dinamice și de zgomotul produs în funcționarea transmisiei; la numere mici de dinți crește neuniformitatea mișcării. Valorile minime ale lui z_1 se aleg în funcție de raportul de transmitere i , pentru lanțurile cu role și cele cu bucășe, respectiv în funcție de pas și turația maximă admisă la roata conducătoare, pentru lanțurile cu eclise dințate.

Numărul maxim de dinți ai roții conduse $z_2 = iz_1$ se limitează la 100...120 în cazul lanțurilor cu bucășe sau role și la 120...140 în cazul lanțurilor cu eclise dințate. La valori mari ale lui z_2 , chiar o alungire redusă a lanțului – apărută în urma uzării articulațiilor – duce la o deplasare a lanțului în lungul profilului dinților roții de lanț și la o angrenare incorectă.

Pasul lanțului reprezintă distanța dintre centrele a două articulații învecinate, valorile acestuia fiind standardizate; pasul reprezintă parametrul de bază al lanțului.

Pasul lanțului influențează gabaritul transmisiei, sarcinile dinamice, zgomotul în funcționare, neuniformitatea mișcării și turația limită a roții mici, micșorarea acestuia putându-se obține prin folosirea lanțurilor pe mai multe rânduri.

2.4. FORMELE ȘI CAUZELE DETERIORĂRII TRANSMISIILOR PRIN LANȚ

Identificarea formelor de deteriorare a transmisiilor prin lanț și stabilirea cauzelor care le provoacă permit proiectanților să evite sau să limiteze efectele acestora și astfel să fie respectate condițiile unei funcționări sigure, într-o perioadă de timp stabilită. Se vor evidenția atât forme de deteriorare ce pot fi evitate prin calcule de rezistență cât și prin măsuri tehnologice și funcționale (de întreținere).

Uzarea articulațiilor este principala formă de deteriorare a transmisiilor prin lanț, cauza fiind apariția, în timpul funcționării, a unor presiuni pe suprafețele în mișcare relativă (bolțuri-bucșe, bucșe-role). În urma uzării se produce o mărire a lungimii lanțului, ceea ce conduce la o angrenare incorectă a lanțului cu dinții roților de lanț. Pentru evitarea unor uzări pronunțate, între suprafețele în contact trebuie să existe o peliculă de lubrifianț rezistentă, presiunea efectivă în peliculă fiind limitată la o valoare admisibilă. Calculul principal va fi la strivire a peliculei de lubrifianț din zona de contact.

Distrușgerea suprafețelor funcționale prin apariția de ciupituri (oboseala de contact), ca urmare a solicitării de contact, variabilă în timp, apare numai la transmisiile bine unse și bine etanșate, la care uzura abrazivă este neînsemnată. Se evită prin alegerea unor materiale cu durități superficiale mari.

Uzarea dinților roților de lanț poate fi micșorată prin alegerea corespunzătoare a materialului și tratamentului pentru acestea și prin îmbunătățirea condițiilor de ungere.

Ruperea ecliselor, în dreptul găurilor pentru bolțuri sau bucșe, în cazul lanțurilor clasice, sau în zona mediană a ecliselor dințate, apare la lanțuri puternic solicitate și care funcționează la viteze mari. Se impune limitarea vitezei de funcționare și efectuarea unui calcul de rupere statică prin tracțiune. Prin acest calcul se ține seama și de existența altor solicitări ale elementelor constitutive ale lanțului - de exemplu, forfecarea bolțului în zona de capăt a bucșelor și încovoierea acestuia, în limita jocului dintre bolț și bucșă.

Rotirea ecliselor față de bolțuri, respectiv față de bucșe, apare accidental, în cazul unei execuții și montaj necorespunzătoare a elementelor lanțului.

2.5. MATERIALE UTILIZATE LA EXECUȚIA LANȚURILOR ȘI A ROȚILOR DE LANȚ

Eclisele se execută din oțeluri carbon de calitate sau din oțeluri aliate de îmbunătățire, duritatea după îmbunătățire fiind cuprinsă între 275 și 360 HB. Ca semifabricat se folosește platbanda laminată la rece.

Bolțurile, bucșele și rolele se execută din oțeluri carbon de calitate sau oțeluri aliate de cementare, duritatea după tratament ajungând până la 60 HRC.

Roțile de lanț se execută din diverse materiale: din oțeluri cu conținut mediu de carbon, netratate termic - în cazul transmisiilor puțin solicitate - sau îmbunătățite - în cazul unor condiții

medii de solicitare; din oțeluri de cementare, având duritatea, după tratament, cuprinsă între 48 și 58 HRC – în cazul unor sarcini și viteze mari - sau din oțeluri de îmbunătățire, călite superficial, prin curenți de înaltă frecvență, până la durități cuprinse între 42 și 52 HRC; din fontă – în cazul regimurilor de funcționare ușoare și mediu de funcționare impur.

2.8. ELEMENTE CONSTRUCTIVE ȘI DE EXPLOATARE

2.8.1. Roțile de lanț

Roțile de lanț sunt constituite din discul roții, care are la periferie dinți dispuși echidistant, și butucul roții, care este montat pe arborele de la care sau la care se transmite momentul de torsiune.

În funcție de dimensiunile roților, pentru lanțurile cu bolțuri, bușe sau role, acestea se pot executa dintr-o bucată, pentru roți de dimensiuni mici (fig. 2.17, a) sau din două bucăți (disc, respectiv butuc), îmbinate prin sudură sau asamblate prin șuruburi (fig. 2.17, b).

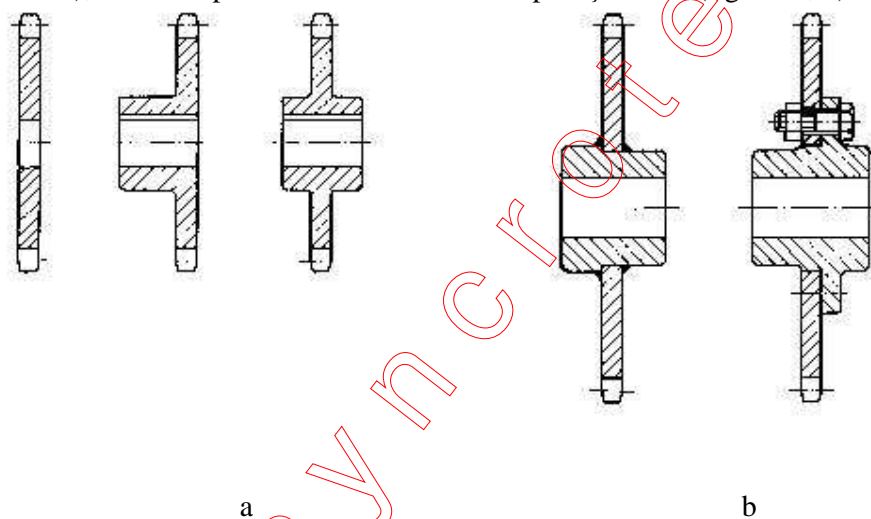


Fig. 2.17

Roțile pentru lanțurile cu eclise dințate sunt mai late decât cele pentru lanțurile clasice, lățimea lor fiind dată de numărul de eclise montate pe un bolț.

Profilul dinților roților de lanț este determinat de tipul lanțului. Geometria danturii este definită prin forma și mărimea profilelor dinților în planele frontal și axial.

Roțile pentru lanțurile cu bușe sau role au profilul frontal al dinților constituit din semiarcul locașului rolei, flancul activ al profilului și arcul capului dintelui (fig. 2.18, a). În fig. 2.18, b sunt prezentate profilele dinților în plan axial, pentru lanțul simplu, dublu și triplu.

Principalele elemente geometrice din cele două plane, pentru roțile lanțurilor cu bușe sau role, respectiv cu eclise dințate, sunt prezentate în fig. 2.18, respectiv 2.19, iar relațiile de calcul ale acestora în tabelul 2.2. Se precizează faptul că pentru lanțurile cu eclise dințate forma dintelui în secțiune axială este determinată de modul de amplasare a ecliselor de ghidare (fig. 2.19, b, roata de lanț este pentru eclisa de ghidare interioară). Pentru forma roților v și fig. 2.6, c și d.

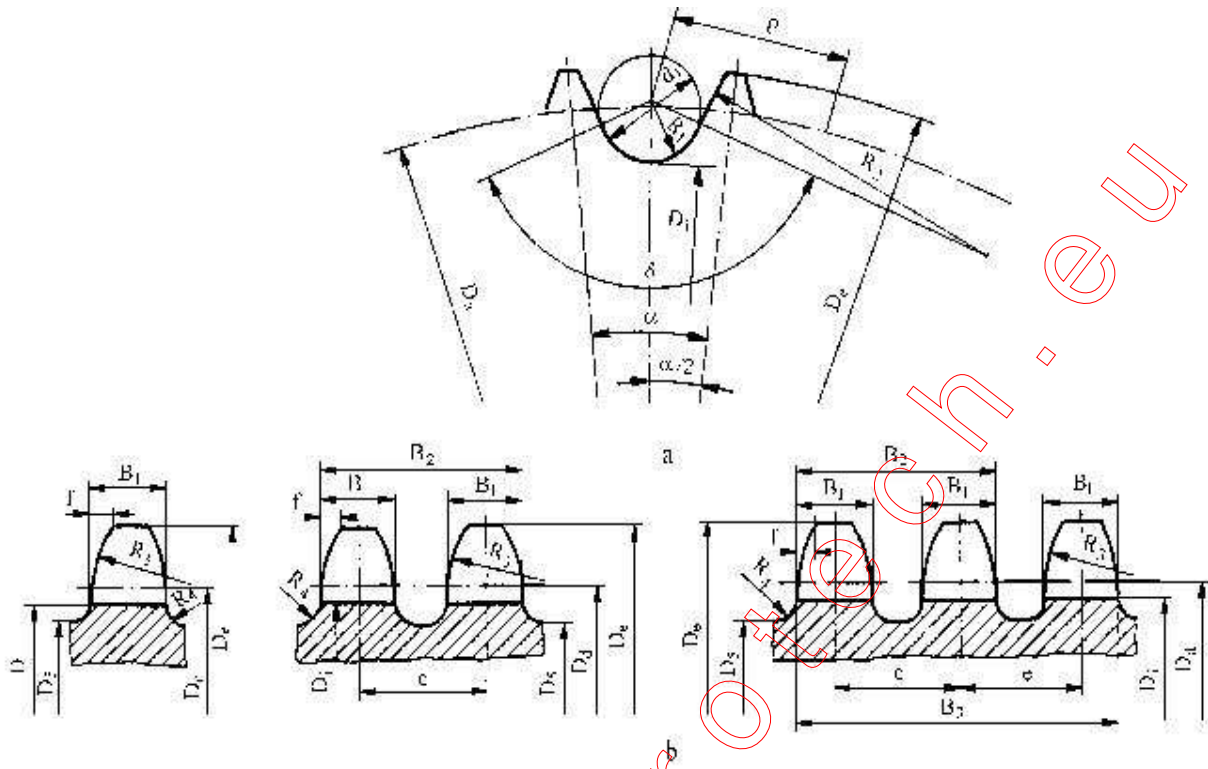


Fig. 2.18

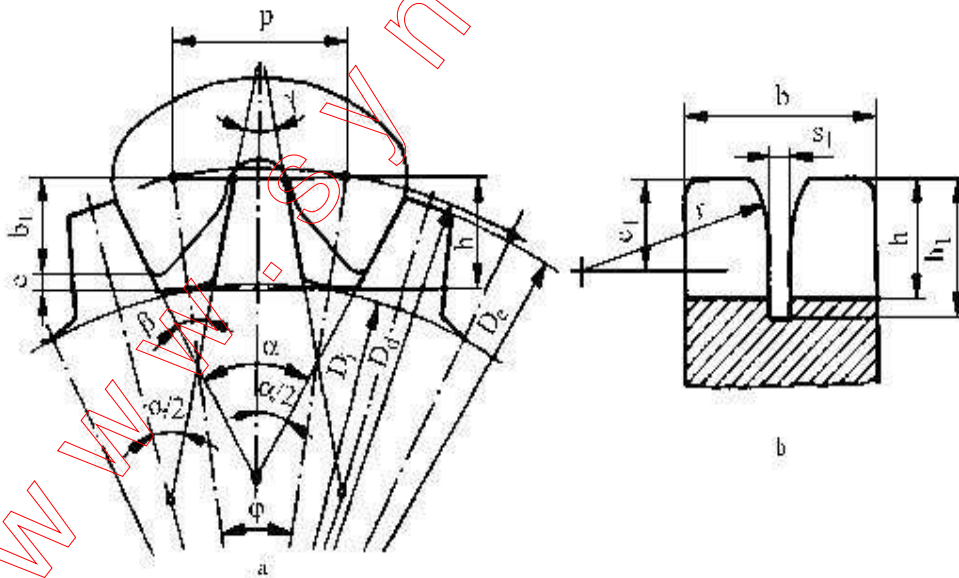


Fig. 2.19

2.8.2. Amplasarea transmisiilor prin lanț

Transmisiiile prin lanț se amplasează astfel ca lanțul să funcționeze în plan vertical, poziția optimă a liniei centrelor fiind cea orizontală sau înclinată față de orizontală cu un unghi $\delta = 30^\circ \dots 60^\circ$, când încă oscilațiile ramurilor lanțului – activă și pasivă – nu sunt determinante în funcționarea transmisiei (fig. 2.20, a și b).

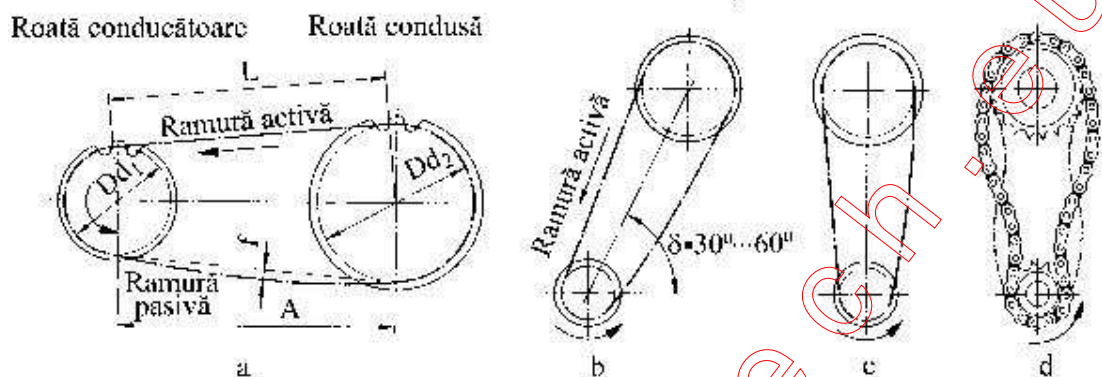


Fig. 2.20

Transmisiiile amplasate vertical (fig. 2.20, c și d) necesită o reglare minuțioasă a întinderii lanțului, deoarece oscilația ramurii lanțului și săgeata ce ia naștere, în urma încărcărilor ramurilor, tinde să scoată zalele lanțului din angrenarea cu dinții roții; se impune evitarea amplasării verticale a transmisiilor prin lanț.

2.8.3. Întinderea lanțurilor

La transmisiile prin lanț trebuie prevăzută posibilitatea reglării întinderii lanțului, deoarece în urma uzării inevitabile a articulațiilor lanțul se alungește. Dispozitivul de întindere trebuie să poată compensa alungiri în limitele a doi pași, după o astfel de alungire urmând să se îndepărteze două zale ale lanțului.

Reglarea întinderii se poate realiza prin deplasarea uneia din roțile de lanț sau folosind roți dințate sau role netede de reglare. Reglarea întinderii prin deplasarea uneia din roțile de lanț constituie soluția cea mai simplă. Roțile dințate sau rolele netede de întindere se amplasează pe ramura antrenată, mai aproape de roata mare, cu excepția cazului când acestea se montează în exterior și când se amplasează în apropierea roții mici, cu scopul măririi unghiului de înfășurare.

În fig. 2.21 sunt prezentate soluțiile pentru întinderea lanțului, în diverse situații funcționale, după cum urmează: a – cu roți de întindere; b - cu roată de întindere plasată în exterior; c – cu roată de întindere și arc, respectiv contragreutate; d – cu roată de întindere plasată în interior; e – cu patină; f – cu inel rotitor oval; g – cu patine și roată acționată hidraulic.

În cazul transmisiilor rapide și de puteri mici, care funcționează cu o ungere abundentă, se utilizează patine sau saboți de întindere (fig. 2.22). În fig. 2.23 se prezintă transmisiile prin lanț de

Transmisii prin lanț

la mecanismele de distribuție a două motoare cu ardere internă. În fig. 2.23, a, sistemul de întindere este cu roată de lanț, amplasată pe ramura antrenată, la exterior, pe ramura motoare fiind plasată o

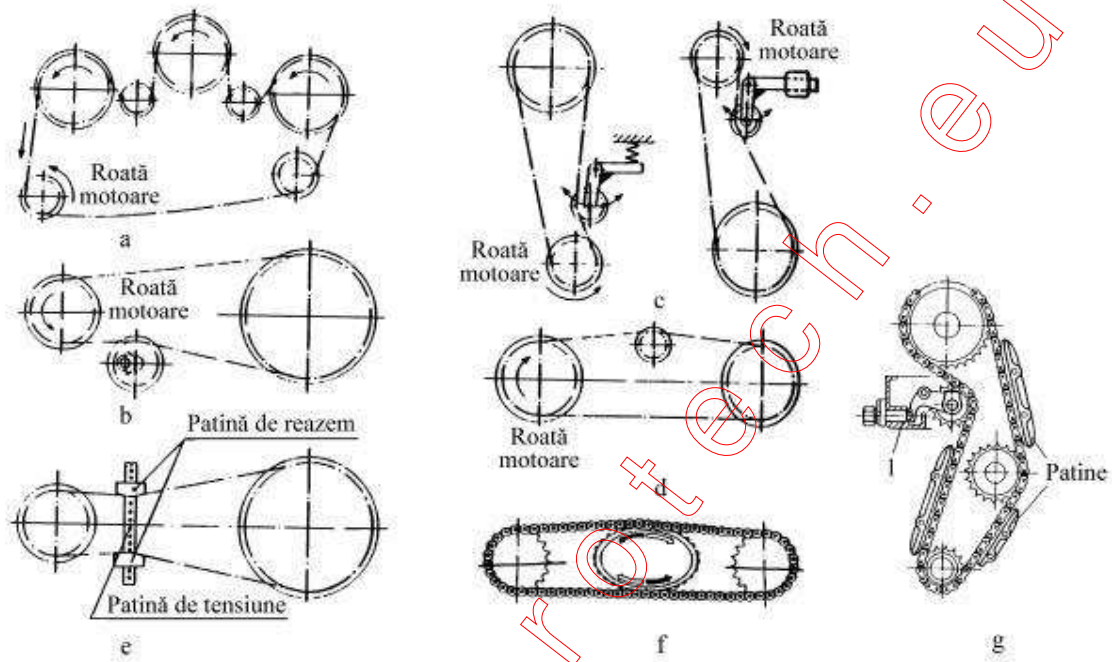


Fig. 2.21

patină de ghidare, cu rolul de a limita vibrațiile acestei ramuri. În fig. 2.23, b, sistemul de întindere este cu sabot.

Apăsarea roților, rolor, saboților sau patinelor pe lanț se realizează permanent - prin intermediul unor arcuri sau hidraulic - sau intermitent - prin deplasarea roților sau prin intermediul șuruburilor.

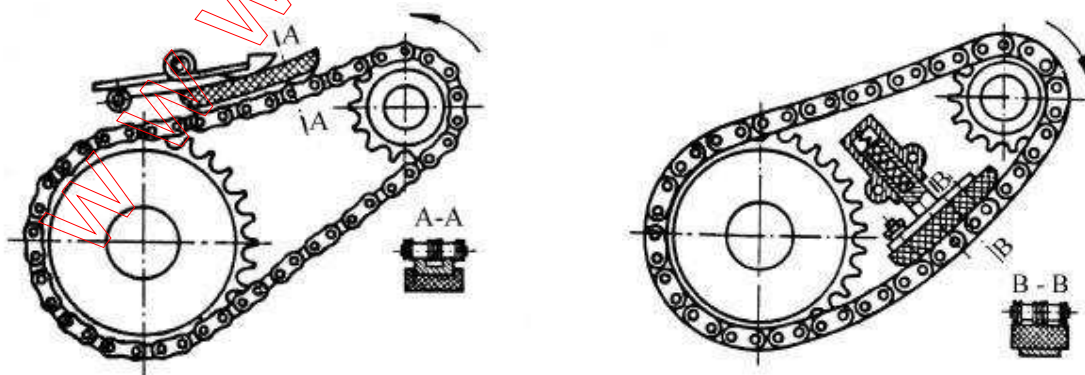


Fig. 2.22

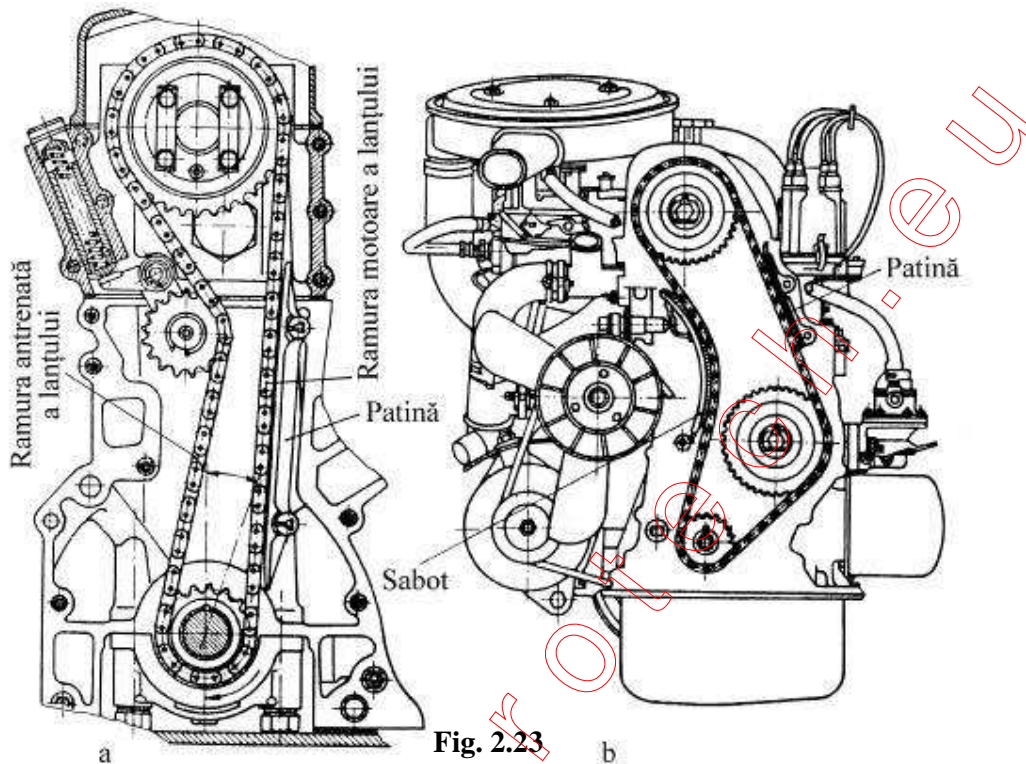


Fig. 2.23

2.8.4. Ungerea transmisiilor prin lanț

Pentru transmisiile puternic solicitate, se folosesc următoarele sisteme de ungere: prin cufundarea lanțului în baia de ulei ($v < 7$ m/s); prin antrenarea uleiului cu ajutorul unor discuri cu palete (când nivelul uleiului din baie nu poate fi ridicat până în dreptul lanțului și/sau $v > 10$ m/s); cu circulație de ulei (la sarcini mari și viteze foarte mari).

La transmisiile cu viteze medii, care nu funcționează în carcase închise, se pot folosi următoarele sisteme de ungere: prin picurare; prin introducerea unsorii consistente în interiorul articulațiilor lanțului, prin cufundarea periodică a acestuia în unsoare încălzită până la lichefiere.

Transmisiile care funcționează la viteze sub 1 m/s și care nu au o funcționare continuă, se pot unge periodic, prin turnarea uleiului pe ramura inferioară a lanțului, la intrarea acestuia în angrenare cu roata de lanț conducătoare.

2.8.5. Carcase și apărători de protecție

Transmisiile care funcționează în carcase închise constituie soluția cea mai bună, acestea asemănându-se cu reductoarele cu roți dințate. Pentru cele care nu funcționează în carcase închise, se prevăd apărători de protecție.