

UTILAJUL ȘI TEHNOLOGIA MESERIEI

CONSTRUCȚII DE MAȘINI

Manual pentru clasa a XI-a, licee industriale
cu profil de mecanică

ISBN 973-30-9540-0

Coordonator: ing. Ion Moraru, prof. gr. I

Contribuția autorilor:

ing. I. Moraru, cap. 2.11, 2.12, 5, 6,
ing. V. Mărginean, cap.: 1, 3, 4
ing. Tania Oghină, cap.: 21...2.10

Copyright © 1999 Toate drepturile asupra acestei ediții sunt rezervate Editurii Didactice și Pedagogice

Redactor: ing. Tincuța Anton
Tehnoredactor: Anca Peța
Grafician: Dumitru Șmalenic

Capitolul 1

NOȚIUNI GENERALE PRIVIND EXECUȚIA ȘI MONTAJUL MAȘINILOR-UNELTE

1.1. DEFINIȚIE, CLASIFICARE

Mașina-unealtă este o mașină de lucru, echipată cu sculele necesare efectuării unor operații tehnologice de obținere a unor piese din materiale metalice sau nemetalice.

Parcul de *mașini-unelte*, aflat în dotarea societăților comerciale constructoare de mașini, cuprinde o varietate foarte largă de tipuri și dimensiuni de mașini, impusă de varietatea mare a formelor constructive, dimensiunilor și materialelor pieselor de prelucrat prin *așchiere*, a preciziilor dimensionale, a calității suprafețelor prelucrate, a tipurilor și materialelor sculelor *așchietoare* etc.

Mașinile-unelte pentru prelucrarea prin *așchiere* constituie cea mai răspândită grupă de mașini-unelte. Denumirea acestor mașini derivă din denumirea operațiilor tehnologice pe care le execută: *strunjire-strung*, *frezare-mașină de frezat*, *găurire* – mașină de găurit, *rabotare* – mașină de rabotat etc.

Deși foarte diferite, *mașinile-unelte pentru prelucrarea prin așchiere* au totuși multe elemente comune la care se adaugă elementele specifice fiecărei mașini în parte.

Pentru analiza constructivă și cinematică a mașinilor-unelte este necesară clasificarea și gruparea lor după diferite criterii, astfel:

- după *procedeul de prelucrare* folosit: mașini de strunjit (*strunguri*), mașini de frezat, mașini de găurit, mașini de rectificat, mașini de mortezat, mașini de rabotat;
 - după *felul operației tehnologice* ce se execută pe mașina-unealtă se deosebesc: mașini de filetat, mașini de prelucrat canale de pană, mașini de prelucrat roți dințate, mașini de danturat;
 - după *gradul de mecanizare* se grupează în: mașini-unelte cu comandă normală, mașini-unelte cu comandă semiautomată, mașini-unelte cu comandă automată;
 - după *dimensiunea de gabarit* există: mașini-unelte mici, mijlocii, grele, foarte grele. Dimensiunile sau greutatea care determină includerea unei mașini-unelte într-una din grupele de mai sus depinde de felul mașinii respective;
 - după *precizia de lucru* mașinile-unelte se pot grupa în: mașini-unelte cu precizie normală, mașini-unelte cu precizie ridicată;
 - după *gradul de universalitate și destinație*: mașini-unelte universale, mașini-unelte specializate, mașini-unelte speciale.
- Grupele de mașini-unelte pot fi subdivizate, prin luarea în considerare a unor parametri sau caracteristici constructive.

1.2. CONDIȚII TEHNICE IMPUSE MAȘINILOR-UNELTE

Principalele condiții impuse mașinilor-unelte sunt:

- să realizeze mișcările relative dintre scule și piese conform schemei de principiu a prelucrării respective;
- să aibă posibilități de reglare a parametrilor regimului de *așchiere* pentru a se adapta oricărui caz concret de prelucrare a unei piese;

- să dezvolte o putere suficientă pentru învingerea rezistenței la aşchiere a materialului supus prelucrării mecanice și frecărilor ce apar în timpul funcționării;
- să fie suficient de rigidă pentru a asigura precizia cerută prelucrării;
- să consume cât mai puțină energie;
- să permită manevrarea și comanda ușoară, solicitând din partea muncitorului un consum minim de energie;
- să aibă o durată de viață cât mai mare și fiabilitate (siguranță în funcționare) cât mai bună.

1.3. PRINCIPALELE PĂRȚI COMPONENTE ALE MAȘINILOR-UNELTE

Principalele părți componente constructive ce se regăsesc la majoritatea mașinilor-unelte pentru prelucrarea prin aşchiere sunt următoarele:

a) *Batiul mașinii* (fig. 1.1) are rolul de a susține toate celelalte părți componente ale mașinii-unelte.

Principala condiție pe care trebuie să o îndeplinească un batiu este ca suprafețele de bază pe care se montează subansamblurile (fixe sau mobile) mașinii să rămână neschimbate unele în raport cu celelalte în timp și la toate regimurile de aşchiere.

Fiind de o construcție specială, batiul trebuie să nu se deformeze, să nu vibreze în timpul lucrului și să reziste un timp îndelungat solicitărilor mecanice. Pentru asigurarea rigidității necesare, a stabilității în ansamblu, batiul se alcătuește din piese masive, nervurate, obținute prin turnare, mai rar prin sudare.

Pentru batiuri există numeroase soluții constructive, acestea fiind încadrate în două mari grupe și anume: *batiuri grinzi* (fig. 1.1, a) și *batiuri cadru* (fig. 1.1, b). În figura 1.2 sunt reprezentate diferite forme de secțiuni transversale prin batiuri, iar în figura 1.3 diferite tipuri de nervuri pentru consolidarea batiurilor (secțiuni orizontale).

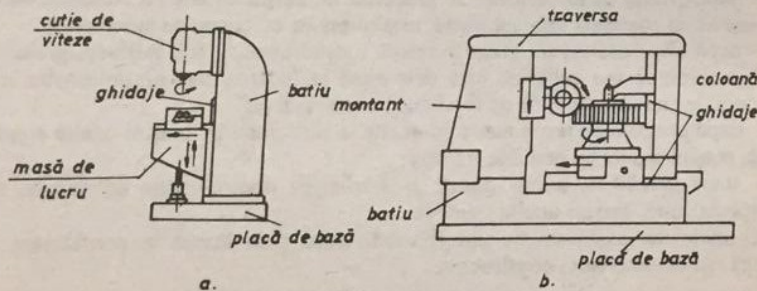


Fig. 1.1. Batiuri pentru mașini-unelte.

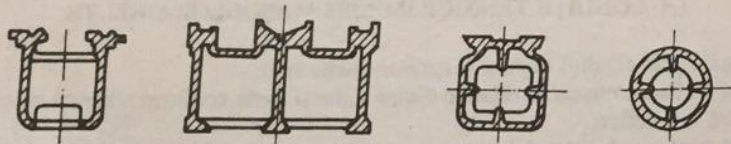


Fig. 1.2. Diferite forme de secțiuni transversale prin batiuri.

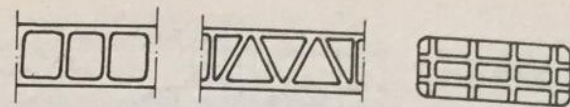


Fig. 1.3. Diferite tipuri de nervuri pentru consolidarea batiurilor (secțiuni orizontale).

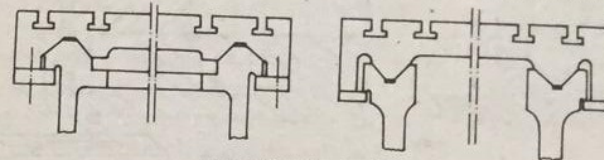


Fig. 1.4. Ghidaje de alunecare.

b) *Ghidajele* sunt elemente componente ale mașinilor-unelte fixate pe batiu sau elemente atașate acestuia (fig. 1.4). Ele asigură deplasarea ușoară a elementelor mobile ale mașinii (săni, traverse mobile etc.) în scopul executării diferitelor mișcări necesare în procesul de reglare a mașinii și în timpul prelucrării pieselor. O serie de mașini-unelte moderne sunt prevăzute cu ghidaje de rostogolire.

Ținând seama de complexitatea mașinii-unelte se disting unul sau mai multe sisteme de ghidare. Din punct de vedere constructiv, ghidajele acestor mașini pot fi prismatice, dreptunghiulare, cilindrice.

Funcționarea normală a ghidajelor impune o serie de condiții privind ungerea abundentă și protejarea împotriva pătrunderii prafului și murdăriei.

c) *Săniile* sunt elemente mobile ale mașinilor-unelte care se deplasează în lungul ghidajelor. Ele pot imprima deplasări atât sculelor cât și pieselor. În general, mașinile-unelte au mai multe săni, fiecare dintre acestea având o anumită posibilitate de deplasare, iar prin combinarea mișcărilor diferitelor săni se pot imprima sculei sau piesei deplasări pe traiectorii foarte variate și complicate. Spre exemplificare, strungul normal are trei săni care pot imprima cuțitului cele mai variate deplasări: *sania longitudinală*, *sania transversală* și *sania portcuțit*.

d) *Mesele* sunt elemente componente ale mașinilor-unelte având drept scop susținerea piesei sau a dispozitivului port-piesă în timpul prelucrării. În mod obișnuit mesele mașinilor-unelte (mașini de frezat, mașini de găurit, mașini de rabotat) sunt mobile, fiind fixate pe o sanie. Fixarea pieselor sau a dispozitivelor se face pe masa mașinii prin intermediul unor canale T practicate în masa mașinii și în care se introduc șuruburi speciale (fig. 1.5) pentru fixarea directă a piesei sau fixarea indirectă prin intermediul unui dispozitiv în care se află piesa.

e) *Cutiile de viteze cu roți dințate* sunt foarte răspândite în construcția mașinilor-unelte în scopul acționării mișcării principale. Folosind cutiile de viteze cu roți dințate se realizează un larg domeniu de reglare a turațiilor cu posibilități de a transmite puteri mari (fig. 1.6, a, b).

Unul dintre dezavantajele lor este acela că nu au posibilitatea de a realiza o reglare continuă a turațiilor în cazul când nu sunt echipate cu mecanisme speciale cu variație continuă. Turațiile se schimbă, de obicei, la oprirea axului principal al mașinii-unelte. Cutiile de viteze pot fi cu roți dințate mobile, cu roți dințate fixe și cuplaje.

Părțile principale ale unei cutii de viteze sunt: carcasa, mecanismele cu roți dințate, axele, cuplajele, sistemele de comandă, sistemele de ungere etc.

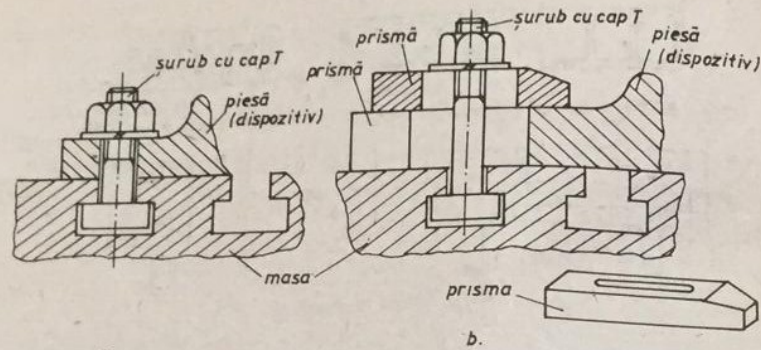


Fig. 1.5. Prinderea pieselor și dispozitivelor pe mesele mașinilor-unelte: a - directă; b - indirectă.

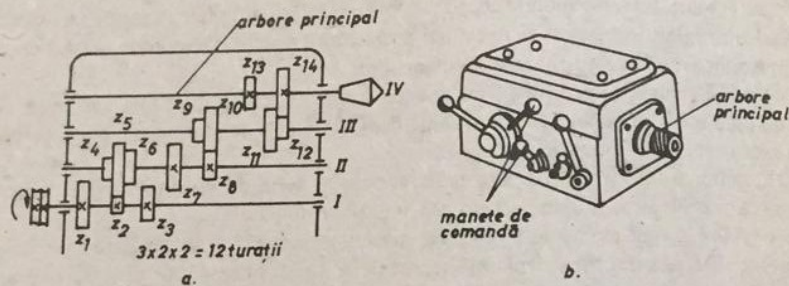


Fig. 1.6. Cutie de viteze: a - schemă cinematică; b - vedere exterioră.

Construcția carcasei cutiei de viteze poate fi comună cu batiul (construcție bloc) sau poate să fie separată. În cazul construcției separate aceasta se execută în mod obișnuit din fontă cenușie (Fc21 sau Fc24). Grosimea pereților depinde de dimensiunile cutiei de viteze, fiind de 8-12 mm la gabarite de 500x500x30 mm și de 12-20 mm, la gabarite mai mari.

În scopul rigidizării carcasei, aceasta se întărește cu nervuri, în special în zonele mai solicitate din punctul de vedere al acționării forțelor mecanice, în direcția axului principal și în zona lagărelor.

Carcasele, în general, sunt piese de formă complicată, mai mult sau mai puțin paralelipipedică, cu pereții exteriori sau interiori relativ subțiri. Suprafețele supuse prelucrării sunt, de regulă, suprafețe plane și suprafețe de rotație interioare. Acestea din urmă pot avea axele paralele, perpendiculare sau înclinate. În cadrul operației de control a unei carcase se are în vedere:

- verificarea alezajelor (diametru, ovalitate, conicitate etc.);
- determinarea abaterii de la coaxialitatea alezajelor;
- determinarea abaterii de la paralelismul, perpendicularitatea sau intersecția axelor alezajelor;
- verificarea perpendicularității dintre axele alezajelor și suprafețele plane;
- verificarea paralelismului sau perpendicularității diferitelor suprafețe plane.

Pentru a se putea efectua controlul în alezajele carcaselor se introduc dornuri de control (fig. 1.7).

Construcția carcaselor poate fi demontabilă (fig. 1.8.) sau nedemontabilă.

Carcasele nedemontabile sunt mai rigide, dar prezintă dificultăți la montajul mecanismelor și la întreținere. Carcasele demontabile sunt soluții comode, întrucât permit o montare mult mai ușoară a axelor, angrenajelor și lagărelor.

Transmișiile cu roți dințate sunt folosite la mașinile-unelte, atât la cutiile de viteze, cutiile de avans cât și pentru transmișiile mișcărilor auxiliare.

Mecanismele cu roți dințate au posibilitatea realizării unei mari game de rapoarte de transmitere, funcționare sigură, rigiditate ridicată chiar și la transmișiile de putere mare. Mecanismele cu roți dințate nu pot realiza variația continuă a turațiilor. Mecanismele cu roți dințate există într-o mare varietate de tipuri constructive.

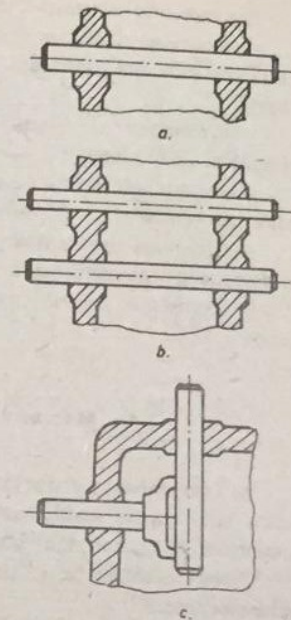


Fig. 1.7. Dornuri montate în pereții carcasei în vederea măsurării abaterilor: a - de la coaxialitate; b - de la paralelism; c - de la perpendicularitate a axelor a două alezaje aflate în același plan.

1.4. PRINCIPALELE MECANISME FOLOSITE LA CONSTRUCȚIA MAȘINILOR-UNELTE

Condițiile tehnologice de prelucrare a pieselor prin așchiere au condus la realizarea unui mare număr de tipuri de mașini-unelte cu mișcarea principală de rotație.

În general, mașinile-unelte sunt acționate de motoare electrice care asigură mișcarea de rotație la intrarea în cutia de viteze, turația mișcării putând fi variată în limite foarte strânse (unu, doi, trei și rar patru turații). Așadar, apare necesară existența în schema cinematică a mecanismelor pentru transmiterea mișcării de la motorul electric la axul principal și pentru schimbarea turațiilor în scopul lărgirii domeniului de utilizare a turațiilor la axul principal al mașinilor-unelte.

Utilizarea unui anumit tip de mecanism, în construcția mașinilor-unelte, este influențată de o seamă de factori care țin de utilitatea mașinii-unelte, de economicitatea soluției, de avantajele și dezavantajele pe care le prezintă fiecare tip de mecanism în parte.

În afara mecanismelor mecanice, la mașinile-unelte moderne, se extinde tot mai mult folosirea mecanismelor electrice, electronice, hidraulice și pneumatice care prezintă unele avantaje ca: randament îmbunătățit, posibilități largi de automatizare, eliminarea zgomotului, manevrare ușoară etc. Mecanismele pneumatice au o utilizare mai redusă, în special, la mașinile-unelte portabile.

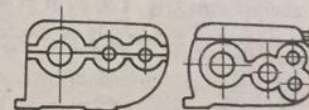


Fig. 1.8. Carcase de cutii de viteze.

Din categoria mecanismelor destinate mașinilor-unelte se disting:

- mecanisme de transmitere a mișcării de rotație de la arborele de ieșire al motorului la axul principal (realizează legătura dintre sursa de energie folosită și mecanismul de lucru);
- mecanisme de transformare a mișcării de rotație în mișcare de translație (continuă sau intermitentă);
- mecanisme pentru transformarea mișcării de rotație continuă în mișcare de rotație intermitentă;
- mecanisme pentru variația continuă a turațiilor (mecanisme variatoare de turații folosite la construcția cutiilor de viteze și a cutiilor de avans);
- mecanisme pentru inversarea sensului de mișcare (inversarea mișcării de rotație).

1.4.1. Mecanisme de transmitere a mișcării de rotație

a. **Transmisii cu conuri în trepte.** Prezintă următoarele avantaje: posibilitatea realizării unui raport multiplicator sau demultiplicator mare, simplitate constructivă, funcționarea fără șocuri, întreținerea ușoară, cost redus etc.

Aceste avantaje fac ca transmisiile cu curele să fie larg utilizate și la mașinile-unelte moderne.

În prezent în locul curelelor late din piele, se folosesc curele trapezoidale sau rotunde din cauciuc cu inserție textilă, sau curele din mătase.

Totuși, posibilitatea utilizării pe scară largă a acestor mecanisme este limitată din cauza raportului de reglare mic și impreciziei de transmitere a mișcării, din cauza alunecării.

Mecanismele cu conuri în trepte se folosesc pentru transmiterea mișcării de rotație în același sens (fig. 1.9, a) și în sens opus (fig. 1.9, b). Pentru întinderea curelei se folosesc dispozitive cu o rolă de întindere (fig. 1.10, b) sau cu două role (fig. 1.10, a),

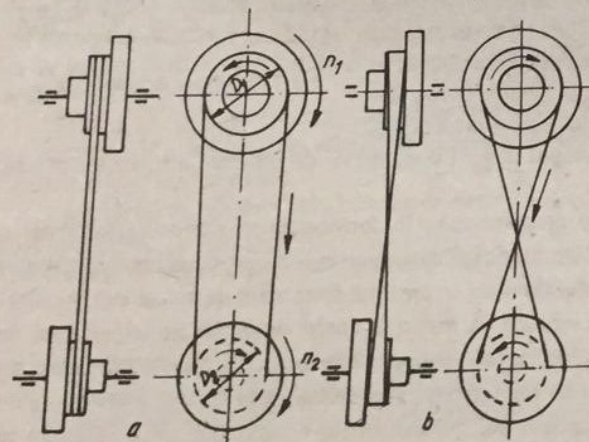


Fig. 1.9. Mecanisme cu conuri în trepte:
a - cu rotația în același sens;
b - cu rotația în sensuri opuse.

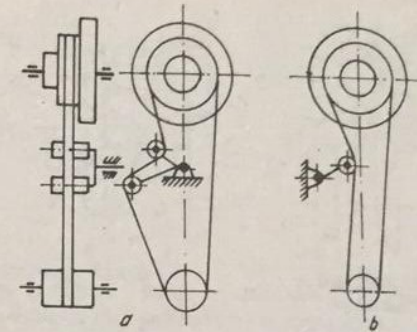


Fig. 1.10. Sistemele de întindere a curelei:
a - cu două role; b - cu o rolă.

Raportul de transmitere al unei trepte oarecare se determină cu relația:

$$i = \frac{D_2}{D_1} = \frac{n_1}{n_2},$$

unde:

D_1 și n_1 este diametrul, respectiv turația roții conduse;

D_2 și n_2 - diametrul, respectiv turația roții conducătoare.

Raportul de reglare al unei transmisii cu curele este condiționat de parametri funcționali (puterea transmisă, viteza tangențială, materialul curelei și roții de curea, frecvența îndoirii curelei), în cazul determinării diametrului minim al roții de curea.

b. **Mecanisme cu roți dințate de schimb.** Utilizarea roților de schimb este justificată la mașinile-unelte din fabricația de serie și de masă, la care schimbarea turațiilor se face rar, datorită prelucrării de piese identice, pe perioade lungi, ceea ce face ca timpul auxiliar consumat la schimbarea roților să fie repartizat pe un număr mare de piese prelucrate. Prin roțile de schimb se asigură o construcție simplă, deci economică, datorită reducerii de axe, lagăre și roți dințate.

Mecanismele cu roți dințate de schimb sunt compuse din două sau mai multe perechi de roți dințate al căror raport de transmitere se poate modifica prin schimbarea unora dintre roți cu respectarea condițiilor de angrenare. Sunt mecanisme simple și permit realizarea ușoară a unui număr foarte mare de turații.

În figura 1.11 este reprezentat un mecanism cu roți de schimb care permite montarea a două perechi de roți de schimb Z_1 și Z_2 . Aceste mecanisme au o largă utilizare la mecanismele de avans sau în lanțurile cinematice ale mașinilor-unelte cu caracter special.

c. **Mecanisme cu roți dințate baladoare.** Au o largă utilizare în construcția cutiilor de viteze ale mașinilor-unelte. Ele sunt sigure în exploatare, au pierderi minime prin frecare și se pot manevra ușor. La aceste mecanisme se pot folosi numai roți dințate cu dinți drepți.

Aceste mecanisme se construiesc în mai multe variante, după numărul roților dințate care formează grupul balador, cât și după numărul arborilor mecanismului pe care se află grupurile

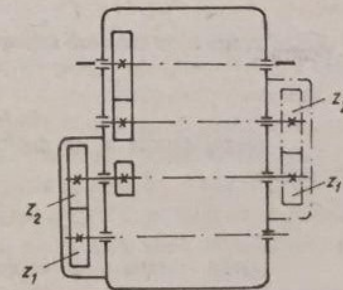


Fig. 1.11. Mecanism cu roți de schimb.

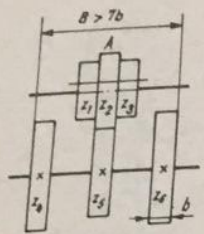


Fig. 1.12. Mecanism cu roți baladoare.

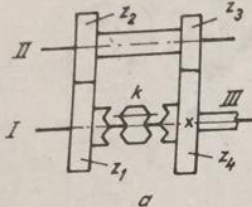
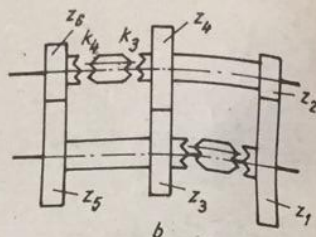


Fig. 1.13. Mecanisme cu roți dințate și cuplaje.



baladoare. În figura 1.12 este reprezentat un mecanism compus din doi arbori, un grup balador cu trei roți dințate (A cu Z_1 , Z_2 și Z_3) și trei roți dințate fixe (Z_4 , Z_5 și Z_6).

În figura 1.13 sunt reprezentate două mecanisme care asigură schimbarea turațiilor în ordinea mărimii lor. Aceste mecanisme de bază cuprind atât blocuri baladoare cât și blocuri fixe.

d. Mecanisme cu roți dințate și cuplaje. Permit schimbarea turației prin scoaterea din fluxul cinematic a unui angrenaj și introducerea în flux a unui alt angrenaj. Prezintă avantajul că ocupă spații relativ mici și permit ca turațiile să se poată schimba din mers. Aceste mecanisme pot fi cu roți și cuplaje sau cu roți baladoare și cuplaje.

În figura 1.13 sunt reprezentate schemele a două mecanisme cu roți dințate și cuplaje. Astfel, mecanismul din figura 1.13, a este format din două perechi de roți dințate montate pe trei arbori I, II, III, arborele I fiind în prelungirea arborelui III. Roțile dințate Z_1 , Z_2 și Z_3 sunt montate liber pe cei doi arbori, cuplajul K fiind montat fix pe arborele I, însă având posibilitatea să gliseze. Roata Z_4 face corp comun cu arborele III, care este gol în interior pentru a se putea roti pe arborele I. Prin cuplarea spre stânga, mișcarea se va transmite prin roțile Z_1 , Z_2 , Z_3 , Z_4 , iar prin cuplarea spre dreapta, mișcarea se va transmite direct de la arborele I la arborele III.

Mecanismul din figura 1-13, b este un mecanism cu cuplaje cu întoarceri și are posibilitatea de a transmite patru trepte de turații astfel:

– pentru turația n_1 se cuplează cuplajele K_4 și K_1 și se obține raportul de transmitere:

$$i_1 = \frac{z_5}{z_6} \cdot \frac{z_3}{z_4} \cdot \frac{z_1}{z_2}$$

– pentru turația n_2 se cuplează cuplajele K_3 și K_1 și se obține raportul de transmitere:

$$i_2 = \frac{z_1}{z_2}$$

– pentru turația n_3 se cuplează cuplajele K_4 și K_2 și se obține raportul de transmitere:

$$i_3 = \frac{z_5}{z_6}$$

– pentru turația n_4 se cuplează cuplajele K_3 și K_2 și se obține raportul de transmitere:

$$i_4 = \frac{z_1}{z_2}$$

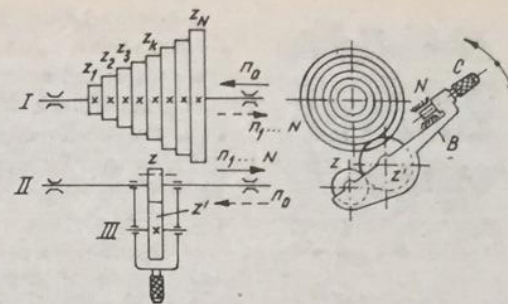


Fig. 1.14. Mecanisme cu roți dințate în trepte (mecanismul Norton).

Acoperirea unor domenii largi de reglare a turațiilor, solicitate de mașinile-unelte universale, poate fi realizată prin combinarea mai multor tipuri de mecanisme.

e. Mecanisme cu roți dințate în trepte (mecanismul NORTON). Se compun dintr-o grupă de roți dințate dispuse în trepte z_1, z_2, \dots, z_n (fig. 1.14) fixată pe axul I, antrenor, dar poate fi antrenată printr-un braț (levier) rabatabil B, care poate fi deplasat în lungul axului II. Cele două grade de libertate ale brațului B (rotire și glisare) asigură posibilitatea ca roata intermediară Z' , aflată în angrenare tot timpul cu roata Z de pe axul II, să poată fi adusă în angrenare cu oricare roată Z_k a conului de roți de pe axul I. Brațul B poate fi fixat într-o anumită poziție, impusă de poziția și dimensiunea roții z_3 și se realizează cu ajutorul cuiului (indexorului) C, care intră într-una din găurile I, 2, ..., N executate pe capacul cutiei de avansuri. Turația n_0 , de intrare în mecanism, poate fi transmisă atât de axul I, când turațiile n_1, \dots, n_N se obțin la axul II, cât și la axul II, când turațiile n_1, \dots, n_N se obțin la axul I.

Pentru primul caz, rapoartele de transmitere vor fi:

$$i_k = \frac{z_k}{z'} \cdot \frac{z'}{z} = \frac{z_k}{z}$$

iar, pentru al II-lea caz raportul i_k devine:

$$i_k = \frac{z}{z'} \cdot \frac{z'}{z_k} = \frac{z}{z_k}$$

Rezultă că rapoartele de transmitere sunt direct proporționale sau invers proporționale cu numerele de dinți ale roților dințate în trepte după cum axul roților dințate în trepte este conducător sau condus. La acest tip de mecanism suma numerelor de dinți ai roților în angrenare, deci numărul roților z_k al conului în trepte, nu este supusă restricțiilor cunoscute și rezultă: $z_k + z' = \text{const}$.

Această situație apare deoarece, în funcție de mărimea roților z_k , axa III a roții z' ocupă diferite poziții față de cele două axe I și II având poziții precis determinate. Mecanismul NORTON nu poate realiza un număr de trepte mai mare de limita $N \leq 13$. Raportul de reglare al turațiilor poate varia între valorile 2 și 4, insuficient pentru necesitățile cutiei de avansuri, motiv pentru care mecanismul NORTON se combină cu alte mecanisme.

f. Mecanisme cu meandre. Se compun din mai multe blocuri de roți dințate angrenate permanent și o roată dințată baladoare montată pe arborele III (fig. 1.15).

Blocurile de roți dințate se rotesc liber pe arborele I și II. Mișcarea este primită prin intermediul unui cuplaj care face corp comun, fie cu prima roată de pe arborele I, fie cu prima roată de pe arborele II.

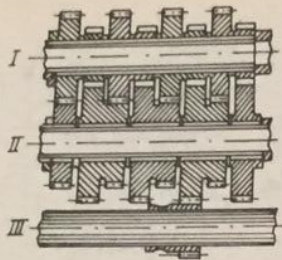


Fig. 1.15. Mecanism cu meandre.

Mișcarea arborelui III se realizează prin cuplarea pinionului balador, montat pe acest arbore, cu una din roțile mari montate pe arborele II.

Numărul de trepte de turații dat de aceste mecanisme este de 4-6. Aceste transmisii se folosesc pentru demultiplificare, dar uneori și pentru multiplicarea turației. Mecanismele cu meandre se folosesc la cutiile de avans ale strungurilor universale.

g. **Mecanisme planetare și diferențiale.** Sunt mecanisme cu roți dințate care se caracterizează prin mișcările de rotație pe care le execută arborii unor roți dințate, numite **SATELIȚI**, o dată cu **brațul suportsateliți**.

Prezintă avantajul că pot realiza rapoarte de transmitere mari, cu gabarite reduse, pot transmite puteri relativ mari și pot realiza rapoarte de transmitere diferite, prin schimbarea elementului blocat.

Mecanismele planetare simple au trei arbori, dintre care doi sunt în prelungire. În toate cazurile, unul dintre arbori este blocat împreună cu pinionul fixat pe el, iar celălalt arbore se rotește în jurul celui de al treilea arbore. Roțile dințate montate pe arborele care se rotește sunt sateliți.

Dacă arborele portsatelit se blochează, mecanismul funcționează ca un mecanism obișnuit cu roți dințate. Mecanismele planetare simple pot fi combinate cu alte mecanisme. La mecanismul din figura 1.16 mișcarea se transmite de la roata dințată z_1 fixată pe arborele I la roata satelit z_2 și de la aceasta la roata z_3 fixată pe arborele III. Fixându-se roata z_1 , roata z_3 sau brațul portsatelit A, se disting mai multe situații, astfel:

- brațul A rotindu-se antrenează prin satelitul z_2 roata z_3 , roata z_1 fiind fixă;
- brațul A antrenează prin intermediul satelitului z_2 roata z_1 , roata z_3 fiind fixă;
- roata z_1 antrenează brațul A, prin intermediul satelitului z_2 , roata z_3 fiind fixă;

Mecanismele diferențiale (fig. 1.17) sunt mecanisme planetare cu două mișcări de antrenare și una antrenată, și pot fi cu roți dințate cilindrice sau cu roți dințate conice.

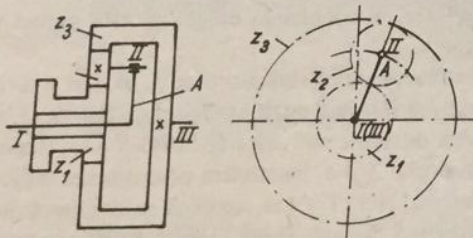
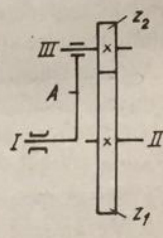


Fig. 1.16. Mecanism planetar cu trei elemente de bază satelit simplu și angrenare interioară.



1.17. Mecanism diferențial.

1.4.2. Mecanisme de transformare a mișcării de rotație în mișcare de translație

Mișcarea principală a mașinilor-unelte este, în majoritatea cazurilor, o mișcare de rotație, iar mișcarea de avans o mișcare rectilinie. După sistemul constructiv se deosebesc mecanisme mecanice și hidraulice.

După modul cum se face inversarea sensului de mișcare, mecanismele pentru obținerea mișcării rectilinii se clasifică în: **mecanisme cu autoinversare** (bielă-manivelă și **culisă oscilantă**); **mecanisme fără autoinversare** (șurub-piuliță, **roată dințată-cremalieră**).

În cele ce urmează se vor prezenta câteva din mecanismele cele mai des întâlnite.

a. **Mecanismul roată dințată – cremalieră.** Se compune dintr-o roată dințată și o cremalieră (fig. 1.18) cursa cremalierii fiind limitată. Se folosește mai ales la mecanismele de avans, acționate mecanic sau manual. El poate fi cu dantură dreaptă sau înclinată.

b. **Mecanismul melc – cremalieră.** Este format dintr-un melc și o cremalieră (fig. 1.19) și asigură o rigiditate mare a transmisiei chiar la curse lungi de lucru ale mașinii. Viteza v de deplasare a cremalierii se determină cu relația:

$$v = p \cdot n \cdot \cos \delta \text{ (mm/min)},$$

în care:

p este pasul elicei melcului, în mm;

n - turația melcului, în rot/min;

δ - unghiul de înclinare a melcului față de direcția de deplasare a cremalierii.

Când axa melcului este paralelă cu direcția de deplasare a cremalierii $\delta = 0$, viteza este dată de relația:

$$v = p \cdot n.$$

Mecanismul melc-cremalieră este folosit pentru antrenarea meselor la mașinile-unelte grele.

c. **Mecanismul șurub conducător – piuliță** (fig. 1.20). Are ca element conducător șurubul, care execută o mișcare de rotație, iar piulița, neputându-se roti, se deplasează executând o mișcare de translație în direcția axei șurubului.

Mecanismul prezintă o precizie ridicată, motiv pentru care se întrebuințează ca mecanism de avans al mașinilor-unelte, fiind un mecanism clasic pentru realizarea avansului căruciorului la filetarea pe strunguri universale. Viteza de deplasare a piuliței, în funcție de pasul șurubului p și de turația n , este dată de relația:

$$v = p \cdot n \text{ (mm/min)}.$$

d. **Mecanismul camă – tchet.** Transformă mișcarea de rotație în mișcare de translație alternativă; pentru fiecare rotație a elementului conducător corespunde câte un ciclu de mișcări alternative.

Spre deosebire de mecanismele prezentate mai înainte acesta permite, în cadrul unui ciclu, transformarea mișcării de rotație continuă, într-o mișcare rectilinie-alternativă a cărei viteză poate fi variată după forma geometric-constructivă a camei.

Acest mecanism se poate construi cu **camă-disc** (fig. 1.21, a), cu **camă cilindrică** (fig. 1.21, b) și cu **camă plană**.

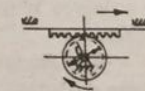


Fig. 1.18. Mecanism roată dințată-cremalieră.

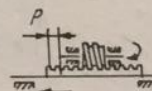


Fig. 1.19. Mecanism melc-cremalieră.

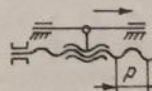


Fig. 1.20. Mecanism conducător șurub-piuliță.

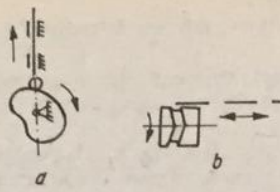


Fig. 1.21. Mecanism cu camă.

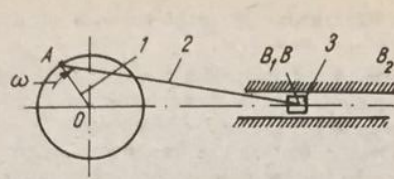


Fig. 1.22. Mecanism bielă-manivelă.

Cama plană are forma unei pene și în timpul lucrului execută o mișcare rectilinie-alternativă. Tachetul poate fi montat radial sau pe un braț oscilant.

e. **Mecanismul bielă-manivelă.** Este folosit la ferăstraie mecanice, mașini de rabotat roți conice și în lanțurile cinematice ale mișcării de avans. Mecanismul bielă-manivelă (fig. 1.22) se compune din manivela 1, biela 2 și culisa 3, care are o mișcare rectilinie-alternativă.

Prin rotirea manivelei cu o viteză unghiulară constantă punctul B al culisei se va deplasa între cele două puncte B_1 și B_2 . Mecanismul bielă-manivelă realizează inversarea sensului de mișcare fără alte mecanisme suplimentare.

f. **Mecanismul cu culisă.** Este folosit frecvent în construcția mașinilor de rabotat transversal și a mașinilor de mortezat.

Mecanismul cu culisă (fig. 1.23) se compune din manivela 1, piatra de culisă 2 și culisa 3. După felul în care se montează culisa, mecanismul poate fi cu *culisă de translație* (fig. 1.23, a), cu *culisă oscilantă* (fig. 1.23, b) și cu *culisă rotativă* (fig. 1.23, c).

Mecanismul cu culisă de translație (fig. 1.23, a) are culisa deplasabilă pe ghidajele de translație 4. Prin rotirea manivelei 1, culisa 3 execută o mișcare de translație alternativă, centrul B al pietrei deplasându-se între cele două puncte B_1 și B_2 , descriind cursa C.

Mecanismul cu culisă oscilantă (fig. 1.23, b) are culisa 3 articulată într-un punct C, exterior cercului descris de piatra de culisă 2. Punctele extreme A_1 și A_2 , în acest caz, sunt determinate de punctul A al culisei situat la distanța R față de articulație. Poziția punctului A în timpul mișcării de rotație alternativă este determinată de mărimea lui R și de valoarea unghiului φ dintre axa culisei și linia centrelor de rotire a manivelei și culisei.

Mecanismul cu culisă rotativă (fig. 1.23, c) este un mecanism cu culisă oscilantă la care articulația C a culisei se găsește în interiorul arcului descris de piatra de culisă 2.

Dintre mecanismele cu mișcări în plan se menționează pantograful care are două grade de libertate în plan pentru elementul condus.

1.4.3. Mecanisme pentru transformarea mișcării de rotație continuă în mișcarea de rotație intermitentă

Mișcarea periodică sau intermitentă este utilizată la unele mașini-unelte ca mișcare de avans, de poziționare sau de divizare. Mișcarea poate fi executată de sculă sau de piesa de prelucrat. Ea poate fi o *mișcare periodică rectilinie* executată pe o anumită lungime sau o *mișcare periodică circulară*, executată pe o anumită porțiune din circumferință.

Mișcarea periodică rectilinie se utilizează ca mișcare de avans la mașinile de rabotat, de mortezat și la unele strunguri frontale sau, ca mișcare de avans în direcția adâncimii de așchiere la unele mașini de rectificat.

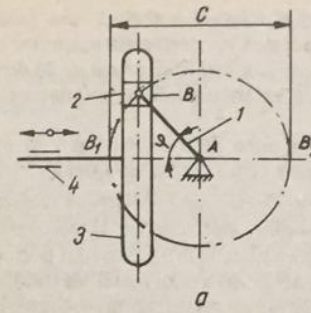


Fig. 1.23. Mecanism cu culisă.

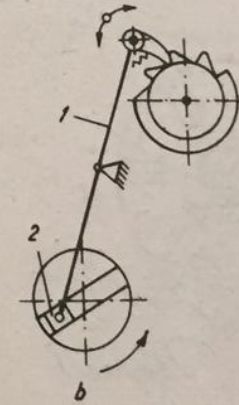
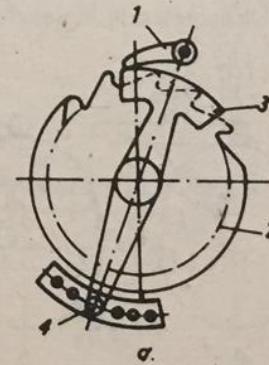
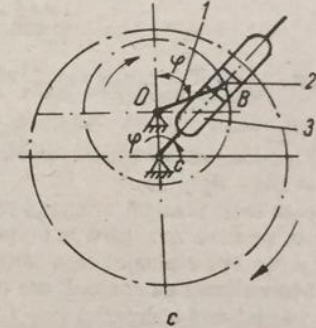
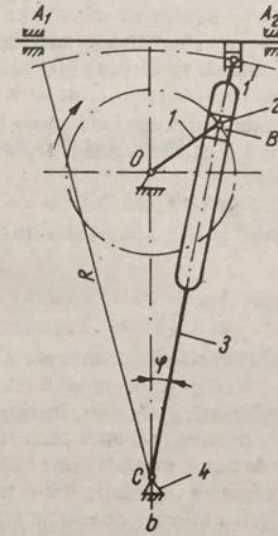


Fig. 1.24. Mecanism cu clichet.

Mișcarea periodică poate fi obținută printr-o mișcare circulară sau rectilinie, utilizându-se în acest scop mașini adecvate. Dintre acestea în construcția mașinilor-unelte mai frecvent se utilizează *mecanismele cu clichet și mecanismele cu cruce de Malta*.

a. Mecanismul cu clichet. Transformă mișcarea alternativă într-o mișcare circulară intermitentă.

Un mecanism cu clichet (fig. 1.24, a) se compune dintr-un clichet 1 și o roată dințată 2, care este antrenată de acesta. Roata antrenată poate fi cu *dinți exteriori*, cu *dinți interiori* sau cu *dinți frontali* având un număr de 12-250 de dinți. Mișcarea realizată cu acest mecanism depinde de unghiul de rotire al pârghiei port-clichet. Dacă construcția mecanismului cu clichet nu permite schimbarea unghiului de rotire a pârghiei port-clichet, mișcarea elementului condus poate fi schimbată prin acoperirea unui număr de dinți ai roții de clichet 2 cu un scut 3 care poate fi blocat într-o anumită poziție cu știftul 4. O altă soluție constructivă permite ca unghiul de rotire al pârghiei port-clichet 1 să se modifice prin schimbarea excentricului 2 (fig. 1.24, b).

b. Mecanismul cu cruce de Malta. Servește la transformarea mișcării continue de rotație în mișcare de rotație intermitentă. Se menționează, spre exemplificare, utilizarea acestui mecanism la rotirea diverselor dispozitive-port-piesă sau port-scule de la mașinile-unelte automate sau speciale. Astfel, elementul antrenor 1 al acestui mecanism (fig. 1.25) acționează asupra discului 2, care este prevăzut cu 3-8 canale radiale. Raportul de intermitență al unui astfel de mecanism este dat de relația:

$$i = \frac{2\pi}{2\beta} = \frac{\pi}{\frac{\pi}{2}-\alpha} = \frac{\pi}{\frac{\pi}{2}-\frac{\pi}{2}} = \frac{2\pi}{\pi-2}$$

unde:

z este numărul de canale radiale ale discului;

$$2\alpha = \frac{2\pi}{z}$$

De remarcat că la o rotație completă a discului (2π) elementul antrenor 1 se rotește cu unghiul 2β (v. fig. 1.25).

Mecanismul prezintă avantajul că viteza unghiulară a discului în timpul rotirii crește de la valoarea zero până la o viteză maximă, descrescând apoi până la valoarea zero. Acest fapt este avantajos când mecanismul are de pus în mișcare mase mari.

c. Mecanismul cu came. Poate transforma mișcarea de rotație într-o mișcare de translație intermitentă alternativă (fig. 1.26, a) sau într-o mișcare de rotație intermitentă alternativă (fig. 1.26, b). Raportul de intermitență al acestui mecanism depinde de forma camei.

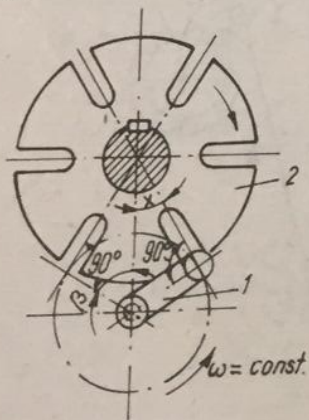


Fig. 1.25. Mecanism cu cruce de Malta.

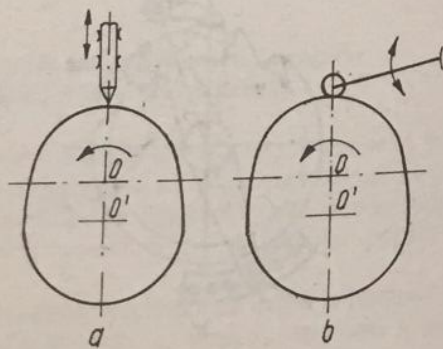


Fig. 1.26. Mecanism cu came pentru mișcări intermitente.

1.4.4. Mecanisme pentru variația continuă a turațiilor

Mecanismele analizate în paragrafele precedente, utilizate la schimbarea în trepte (discontinuu) a turațiilor, funcționează cu o pierdere de viteză de așchiere, deci cu pierdere de productivitate, chiar și în cazul când numărul de trepte de turații, pentru un anumit domeniu stabilit, ar fi suficient de mare.

Rezultă că, deși din punct de vedere constructiv sunt mai complicate decât mecanismele cu schimbare în trepte apare necesitatea utilizării *variatoarelor continui de turație* care este pe deplin justificată și datorită productivității ridicate. Variatoarele de turație pot fi *mechanice, hidraulice și electrice*.

Variatoarele mecanice se bazează pe transmiterea mișcării prin fricțiune.

a. Variatorul cu roată plană și roată deplasabilă. Se folosește când mișcarea transmisă este în plan perpendicular pe mișcarea de antrenare. Raportul de transmitere, în acest caz, este:

$$i = \frac{r_2}{r_1} \cdot \mu,$$

în care:

r_1 este raza roții plane;

r_2 - raza de lucru a roții deplasabile (conducătoare);

μ - coeficientul de frecare ($\mu \leq 0,97$).

Valorile lui i sunt cuprinse între $\frac{1}{1}$ și $\frac{1}{4}$, iar puterea transmisă poate ajunge la maximum 4 kW.

b. Variatorul cu două roți plane și roată deplasabilă (fig. 1.27). Este asemănător cu cel descris anterior. Mișcarea de la arborele I se transmite, prin intermediul roții plane 1 și al roții deplasabile 2, la arborele II, solidar cu roata plană 3, cele două mișcări fiind în același plan.

Raportul de transmitere al acestui variator este:

$$i = \frac{r_1}{r_3} \cdot \mu.$$

Valorile lui i sunt cuprinse între $\frac{1}{1}$ și $\frac{1}{10}$, iar puterea maximă transmisă este de 4 kW.

c. Variatorul cu con interior și exterior (fig. 1.28). Transmite mișcarea de la arborele I la arborele II, prin intermediul conurilor 1 și 2.

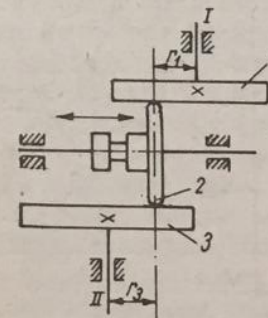


Fig. 1.27. Variator cu două roți plane și roată deplasabilă.

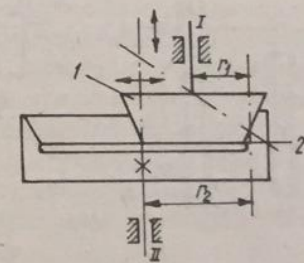


Fig. 1.28. Variator cu con interior și exterior.

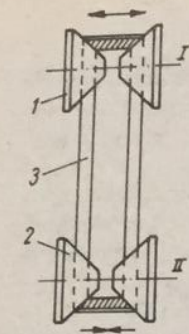


Fig. 1.29. Variator cu roți conice duble.

Raportul de transmitere este:

$$i = \frac{r_1}{r_2} \cdot \mu.$$

Valorile lui i sunt cuprinse între $\frac{1}{4}$ și $\frac{1}{1}$, iar puterea maximă ce poate fi transmisă este de 7 kW.

d. Variatorul cu roți conice duble (fig. 1.29). Transmite mișcarea de la arborele I la arborele II printr-o curea trapezoidală de construcție specială 3. Variația raportului de transmitere se realizează prin distanțarea roții dințate conice I, în același timp cu apropierea roților conice 2.

Raportul de transmitere $i = \frac{r_1}{r_2} \cdot \mu$ are valori cuprinse între $\frac{1}{12}$ și $\frac{1}{2}$, iar puterea maximă transmisă este de 15 kW. În același scop se utilizează variatorul mecanic cu discuri rabatabile și variatoarele hidraulice și electrice.

1.4.5. Mecanisme pentru inversarea sensului de mișcare

Schimbarea sensului mișcării de rotație la mașinile-unelte se realizează cu mecanisme speciale numite *mecanisme inversoare*.

Inversoarele pot fi *mechanice, hidraulice și electrice*. Mecanismele *inversoare mecanice* pot fi cu *roți dințate cilindrice, cu roți dințate conice și cu roți de curea*.

a. Mecanismul inversor cu transmisii cu curele sau cu lanțuri.

Mișcarea de rotație a arborelui I (fig. 1.30) de sens unic, se transmite la arborele condus II printr-o *curea dreaptă sau încrucișată* (fig. 1.30, a). Prin cuplarea cuplajului K la dreapta sau la stânga, se obține la arborele II o micșorare de un sens primită prin cureaua dreaptă și respectiv, de celălalt sens, pentru cureaua din stânga încrucișată. În același scop se utilizează sistemul de inversare intermediar I' (fig. 1.30, b). Din cauza spațiului relativ mare pe care-l ocupă aceste inversoare utilizarea lor este restrânsă în construcția mașinilor-unelte.

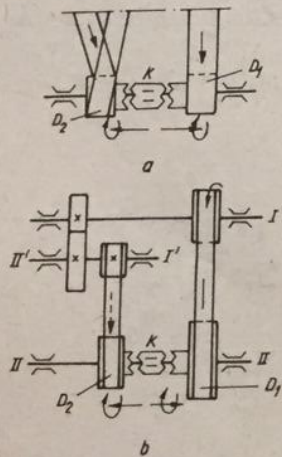


Fig. 1.30. Mecanisme inversare cu curele.

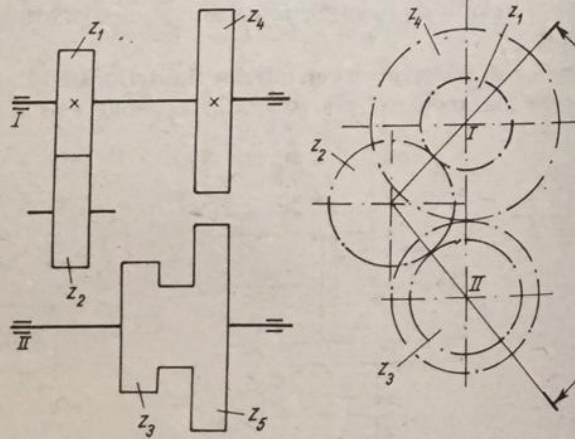


Fig. 1.31. Mecanism inversor cu bloc dublu balador.

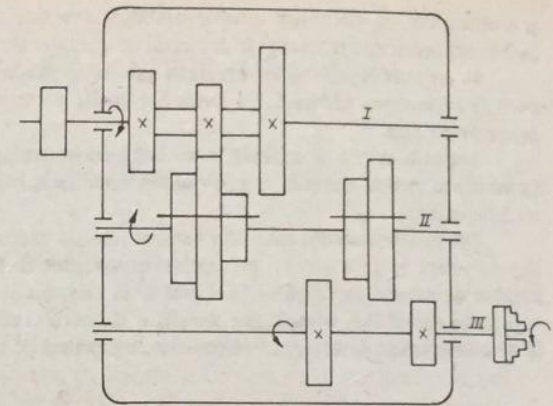


Fig. 1.32. Schema cinematică a unei cutii de viteze.

Inversoarele cu lanțuri funcționează pe același principiu ca și inversoarele cu curea dreaptă.

b. Mecanism inversor cu bloc dublu balador. La acest mecanism (fig. 1.31) folosit, în general, la cutiile de viteze, inversarea sensului de rotație la arborele condus II se realizează prin deplasarea blocului balador $z_3 - z_5$. Unul din sensurile de rotație se obține prin angrenarea roților dințate z_1, z_2 și z_3 , iar al doilea sens de rotație se obține prin deplasarea blocului balador $z_3 - z_5$ în poziția „dreaptă”, angrenând astfel roțile dințate z_4 și z_5 . În figura 1.32 este reprezentată schema cinematică a unei cutii de viteze cu roți baladoare.

1.5. CONSIDERAȚII PRIVIND EXECUȚIA ȘI MONTAJUL MAȘINILOR-UNELTE

Așa cum s-a arătat la subcapitolul 1.3 mașinile-unelte au în componența lor o serie de repere (piese mecanice), diverse organe de mașini și mecanisme care asigură buna funcționare a acestora.

Piesele componente și organele de mașini ale mașinilor-unelte se constituie apoi în *subansambluri* având roluri funcționale bine definite. Mașinile-unelte se obțin prin asamblarea generală a subansamblurilor, etapele de asamblare fiind indicate în fișele tehnologice, desenele de montaj, cartea mașinii, ținând seama și de condițiile și caracteristicile tehnice impuse bunei funcționări a mașinii, condiții de montaj, toleranțe și abateri, rugozități, abateri de formă și de poziție precizate în faza de montaj general etc. Etapele asamblării generale sunt bine precizate în documentația tehnologică întocmită în acest scop. În orice caz, tehnologia de execuție și asamblare a pieselor componente ale mașinilor-unelte indicată în proiectele de execuție, și montaj, cuprind, în general, operații tehnologice de îndreptare, trasare, debitare (manuală, mecanică, termică etc.), prelucrare prin așchiere, finisare, prelucrări neconvenționale etc. Fără îndoială, ținând seama de materialele din care se execută anumite piese sau subansambluri, se întâlnesc operații tehnologice de turnare, forjare, sudare, finalizate prin eventuale tratamente termice și termochimice. Spre exemplificare, batiul mașinii-unelte și carcasa cutiei de viteze se execută, în general, în construcție turnată din fontă. Ordinea cronologică a operațiilor tehnologice

și a operațiilor de asamblare a subansamblurilor, a mașinii-unelte, în general, este indicată în documentația tehnică și în proiectul de execuție și montaj general.

În cartea mașinii se fac precizări privind acționarea mecanică, acționarea electrică și acționarea hidraulică a mașinilor-unelte precum și reglarea mașinilor-unelte, probe, rodaje etc.

Mașinile-unelte se execută în societăți constructoare de mașini, dotate cu linii de fabricație și montaj complet mecanizate, automatizate, robotizate, cu un personal muncitor bine calificat.

Din aceste considerente s-au realizat linii de execuție și montaj a batiurilor, cutiilor de viteze și de avansuri, ghidajelor, a păpușilor fixă și mobilă etc. Lăcătușul constructor de mașini participă în mod efectiv la execuția și montajul mașinilor-unelte prin realizarea operațiilor tehnologice specifice lăcătușului din domeniul mecanic, dacă activitatea zilnică se desfășoară într-o societate profilată pe construcția mașinilor-unelte.

2.1. STRUNGURI

2.1.1. Clasificarea strungurilor

Din totalul mașinilor-unelte existente în societățile comerciale constructoare de mașini, strungurile reprezintă 25%, strunjirea fiind operația de bază pentru obținerea corpurilor de rotație, prin combinarea, în general, a două mișcări și anume: a mișcării principale de așchiere și a mișcării de avans. Mișcarea principală de așchiere este o mișcare de rotație, executată de semifabricat, iar mișcarea de avans rectilinie este executată de sculă (cuțitul de strunjit). Operația se numește *strunjire*. Dar, utilizând alte scule, se pot executa și alte operații (găuriri cu burghiul, adânciri cu adâncitorul, alezări cu alezorul, filetări cu tarodul sau filiera, rectificări și chiar frezări).

Clasificarea strungurilor se face luându-se în considerare criteriile:

- poziția axei arborelui principal: strunguri orizontale și strunguri verticale (carusel);
- gradul de automatizare: strunguri cu comandă manuală, strunguri semiautomate, strunguri automate;
- gradul de universalitate: strunguri universale, strunguri specializate, strunguri speciale;
- greutate și dimensiunile de gabarit: strunguri de banc (pentru mecanică fină), strunguri mici, strunguri mijlocii, strunguri grele, strunguri foarte grele;
- gradul de precizie: strunguri de precizie normală, strunguri de precizie;
- calitatea suprafeței și precizia dimensională: strunguri de eboșare, strunguri de finisare.

2.1.2. Strunguri normale universale

Se caracterizează prin poziția orizontală a arborelui principal și prin universalitatea lucrărilor ce le poate executa. Operațiile se pot realiza prin una sau mai multe prinderi. Semifabricatul se prinde între vârfuri când lungimea lui depășește mult diametrul și se fixează în universal când diametrul este mai mare decât lungimea.

Strungurile mici prelucrează piese cu diametrul maxim de strunjit deasupra patului d_p sub 250 mm și distanța între vârfuri L de 450–600 mm; strungurile mijlocii cu $d_p = 250...800$ mm și $L = 500...8\ 000$ mm; strungurile grele cu d_p peste 800 mm și L până la 12 000 mm sau peste.

Părțile componente principale și mișcările strungului reies din figura 2.1. Acestea sunt: batiul 1, păpușa fixă 2 (conține mecanismele mișcării principale), arborele 3, universalul 4, suportul portcuțit 5, sania longitudinală 6, sania transversală 7, căruciorul 8, păpușa mobilă 9, cutia lirei roților de schimb 10, cutia de filete și avansuri 11, care conține parțial mecanismele mișcării de avans, bara de legătură 12 a manetelor de pomire-

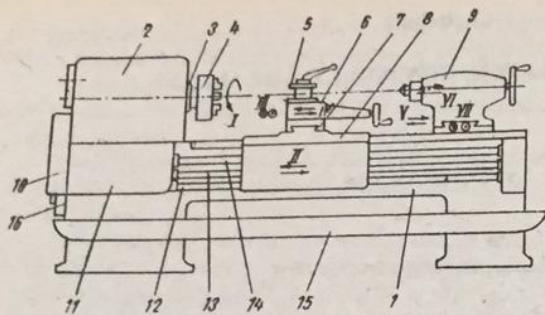


Fig. 2.1. Părțile componente principale ale strungului.

oprire, bara de avans 13, șurubul conducător 14, tava 15 (de colectare a așchiilor și lichidului de răcire) și motorul electric de antrenare 16. Cu I s-a notat mișcarea principală de așchiere pe care o execută semifabricatul, cu II mișcarea de avans longitudinală executată de cărucior, prin comandă manuală sau mecanică, cu III avansul transversal executat de sania transversală, cu IV mișcarea de avans manual, cu V mișcarea de apropiere a păpușii mobile în vederea prinderii pieselor între vârfuri sau în vederea executării de operații de prelucrare cu scule montate în pinolă, cu VI mișcarea de avans imprimată sculelor fixate în pinolă, iar cu VII deplasarea transversală a păpușii mobile pentru prelucrarea pe strung a suprafețelor conice exterioare la piesele care necesită fixarea între vârfuri. În afara părților principale expuse, strungul mai este prevăzut cu organe de comandă; roți de mână, manete, butoane pentru comanda funcționării mașinii.

Schema cinematică de principiu este redată în figura 2.2.

Mișcarea principală I se realizează prin lanțul cinematic 1-2-3-CV-4, având ca elemente extreme motorul electric M_1 și arborele principal al strungului, a cărui turație se reglează cu ajutorul cutiei de viteze CV. Mișcarea de avans longitudinal II este obținută prin lanțul cinematic 4-9 în care este intercalată cutia de avansuri CA. Elementele extreme ale acestui lanț cinematic sunt arborele principal AP și mecanismul pinion-cremalieră Z-Cr. Avansul poate fi reglat cu ajutorul cutiei de avansuri, legătura între cutia de avansuri și cărucior realizându-se prin bara de avans (arborele avansurilor A_s). În cazul

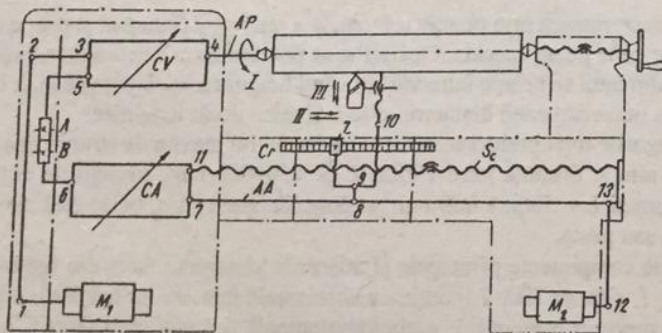


Fig. 2.2. Schema cinematică de principiu a strungului automat.

filetării, avansul longitudinal este transmis cușitului prin lanțul cinematic 4-CV-5-6-CA-11, elementele extreme fiind arborele principal și șurubul conducător S_c . Lira de roți de schimb A-B, intercalată în acest lanț cinematic, poate fi reglată pentru executarea filetelor metrice, modul și în țoli. Avansul transversal III al cușitului se realizează prin același lanț cinematic ca și la avansul longitudinal, până la elementul 9 de unde, prin ramura 9-10 se transmite la șurubul conducător al saniei transversale.

Unele strunguri mijlocii și majoritatea celor grele sunt prevăzute cu un motor electric suplimentar M_2 , pentru deplasarea rapidă a căruciorului. Este antrenată bara de avans printr-un lanț cinematic scurt 12-13.

2.1.3. Strunguri verticale (carusel)

Aceste strunguri se utilizează la prelucrarea prin strunjire a pieselor de dimensiuni mari, cu diametrul mai mare decât lungimea.

Axa platoului strungului vertical are poziție verticală, acest fapt îmbunătățind condițiile de lucru față de strungurile normale, deci prezentând avantajele:

- arborele principal este supus la compresiune (mult mai avantajos) față de cel al strungului frontal, supus la încovoiere;
- se pot utiliza platouri mult mai mari;
- se pot măsura mult mai ușor suprafețele prelucrate deoarece ele se află în plan orizontal;
- productivitate mai mare datorită echipării utilajului cu două până la patru cărucioare.

Operațiile ce se pot executa pe strungurile carusel sunt: strunjire exterioară sau interioară (pe suprafețe cilindrice sau conice, profilate sau plane), burghieri, adânciri, alezări, filetări etc.

Strungurile verticale se pot clasifica:

- după construcție: strunguri cu un montanț (pentru prelucrarea pieselor cu diametrul până la 1 800 mm), strunguri cu doi montanți (pentru diametre peste 1 800 mm), strunguri cu traversă mobilă (pentru prelucrarea pieselor cu înălțime peste 700 mm), strunguri cu traversă fixă (pentru piese cu o înălțime mai mică de 700 mm);
- după destinație: strunguri universale și strunguri speciale;
- după gradul de automatizare: strunguri mecanice (toate comenzile se execută manual) și semiautomate (multe faze ale procesului tehnologic se execută automat; aceste strunguri sunt prevăzute cu dispozitive de copiat sau de lucru după program).

Părțile componente principale ale strungului vertical cu un montanț precum și mișcările necesare prelucrării rezultă din figura 2.3.

Se disting: batiul 1, platoul 2 prevăzut cu canale radiale 3 pentru fixarea șuruburilor de prindere a semifabricatului și pentru ghidarea celor trei sau patru bacuri de strângere. Montanțul 4 poate fi dintr-o bucată cu batiul sau separat și fixat cu șuruburi pe acesta. Pe ghidajele montanțului 4 culisează, pe verticală, căruciorul lateral 5 și traversa mobilă 6. Pe ghidajele orizontale ale traversei se deplasează căruciorul 7 cu placa rotitoare 8, pe ale cărei ghidaje verticale culisează sania 9. La partea de jos a saniei este

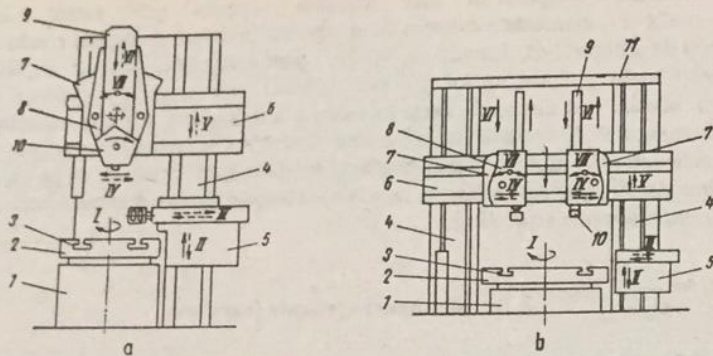


Fig. 2.3. Principalele părți componente ale strungului vertical cu un montat.

montat capul revolver 10 prevăzut cu cinci poziții. Prin rotirea saniei, cu ajutorul plăcii rotitoare, se pot prelucra suprafețe conice. Unele strunguri carusel au montate pe traversa mobilă două cărucioare, având deci productivitate mai mare.

Mișcările efectuate de subsansamblurile mobile sunt: mișcarea principală de aşchiere *I* executată de platoul strungului împreună cu semifabricatul; mișcarea de avans vertical *II* executată de căruciorul lateral împreună cu scula; mișcarea de avans orizontal *III* a saniei de pe căruciorul lateral; avansul orizontal *IV* executat de căruciorul vertical; avansul vertical *V* executat de căruciorul vertical împreună cu sania; mișcarea *VI* de potrivire se realizează prin deplasarea traversei mobile pe ghidajele montantului; mișcarea *VII* ce înclină cuțitul împreună cu sania de pe căruciorul vertical.

Schema cinematică de principiu a strungului vertical cu un montant este redată în figura 2.4.

Mișcarea principală *I* se realizează prin lanțul cinematic 1-2-AB-CV-3-4 având ca elemente extreme motorul electric *M*, și arborele principal (pe care este montat platoul). Turația se reglează cu ajutorul cutiei de viteze *CV* și al roților de schimb *AB*.

Mișcarea de avans vertical *II* se obține prin lanțul cinematic 3-5-CA₁-6-7-8, elementele extreme fiind arborele roții de antrenare al platoului și angrenajul pinion-cremalieră *C*_{r1}-*Z*₁. Mișcarea de avans orizontal *III* are același lanț cinematic până la elementul 7 la care se adaugă elementele 9 și cel final *C*_{r2}-*Z*₂. Mișcările de avans orizontal *IV* și vertical *V* se transmit prin elementele 3-10-CA₂-11-12, de unde se separă spre elementele 13 cu șurubul conducător orizontal și piuliță *S*_{o1}-*P*₁, obținându-se avansul orizontal *IV* și prin elementul 14-*C*_{r3}-*Z*₃, realizând avansul vertical *V*. Deplasarea de reglare *VI* pe direcția verticală se realizează prin lanțul cinematic 15-16, având ca elemente exterioare motorul electric *M*₂ și

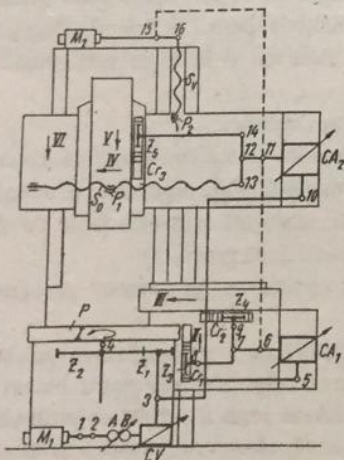


Fig. 2.4. Schema cinematică de principiu a unui strung carusel cu un montat.

mecanismul șurub conducător vertical-piuliță *S*_v-*P*_v. Deplasările rapide pe direcție orizontală și verticală se efectuează prin elementele 15-16 pentru căruciorul lateral și prin 15-11 pentru căruciorul vertical. Aceste elemente, când funcționează, scot din circuit mecanismele pentru avansuri de lucru.

2.1.4. Strunguri revolver

Aceste strunguri se utilizează la producția în serie a pieselor mici și mijlocii, care necesită mai multe operații efectuate dintr-o singură prindere a piesei. Se pot realiza: strunjiri, burghieri, alezări, filetări etc. Caracteristica acestor strunguri este prezența unui suport de scule, numit cap revolver, în care se pot fixa scule de tipuri și dimensiuni diferite și care, prin comutare, poate aduce în poziție de lucru scula următoare. Productivitatea este mult mai mare decât la strungurile universale.

Strungurile revolver pot fi: cu cap revolver orizontal și cu cap revolver vertical.

Părțile componente principale ale strungurilor revolver orizontale sunt prezentate în figura 2.5.

Lanțul cinematic al mișcării principale *I* este situat în cutia păpușii fixe 1, iar mecanismul schimbării avansurilor în cutia 2. Semifabricatul se fixează în universalul 3 sau într-o pensetă. Căruciorul 4 este prevăzut la partea superioară cu ghidaje transversale pe care glisează sania transversală 5, executând mișcarea de avans universal *II*. Discul 6 al capului revolver este montat în lagărele căruciorului 7 și se rotește o dată cu tamburul limitatoarelor de cursă 8. Avansul transversal poate fi obținut și din mișcarea de rotație a discului capului revolver, prin mișcarea *V*. Tot discul execută și mișcarea de divizare *III* pentru aducerea sculei în dreptul piesei de prelucrat. Avansul longitudinal *IV* este executat de căruciorul pe care se află discul și tamburul.

În figura 2.6 este reprezentat un strung revolver vertical.

Părțile componente principale și mișcările sunt notate ca la strungul revolver cu cap orizontal. Deosebirea constă în construcția capului revolver, ce are formă de ureauă (poziția 6) și se rotește în jurul unei axe verticale. Acest tip de cap revolver nu are posibilitatea executării avansului transversal și de aceea sunt prevăzute cu cărucior și sanie transversală.

Strungurile cu cap revolver orizontal sunt destinate prelucrării pieselor din bare, pe când cele cu cap vertical, prelucrării semifabricatelor turnate sau forjate.

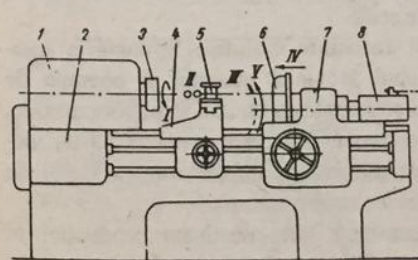


Fig. 2.5. Strung revolver cu cap orizontal.

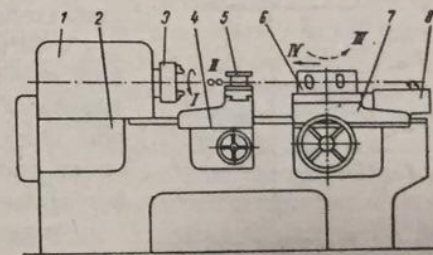


Fig. 2.6. Strung revolver cu cap vertical.

2.1.5. Strunguri semiautomate și automate

Aceste strunguri sunt caracterizate prin realizarea automată a ciclului de lucru și sunt destinate producției în serie mare și în masă.

Criteriile de clasificare ale strungurilor semiautomate și automate sunt:

- după gradul de automatizare există grupa strungurilor semiautomate, la care întreg ciclul de lucru este automatizat, cu excepția alimentării (înlocuirea piesei prelucrate cu un nou semifabricat se efectuează manual) și grupa strungurilor automate, la care și alimentarea se face automat;
- după felul semifabricatului, există strunguri care prelucrează din semifabricat în formă de bară și cele care prelucrează piese individuale (debitate, forjate, turnate);
- după poziția arborilor principali se deosebesc strunguri orizontale și verticale;
- după numărul arborilor principali, strungurile pot fi monoax și multiax.

a. Strunguri semiautomate monoax. Sunt destinate prelucrării semifabricatelor individuale fixate în universal, iar dacă au lungime mai mare, cu celălalt capăt piesa se sprijină în vârful păpușii mobile. Prelucrarea are loc cu mai multe scule simultan montate în suporturile de pe sania din față și din spate.

O largă răspândire o au și strungurile semiautomate monoax de copiat cu comandă după program. Regimul de așchiere la aceste strunguri, pentru fiecare fază de lucru, se înregistrează pe un anumit port-program, iar lungimile curselor și comenzile pentru cuplarea sau oprirea mișcării sunt comandate de la limitatoare de cursă.

b. Strunguri semiautomate multiax. Sunt destinate prelucrării semifabricatelor individuale turnate sau forjate cu diametre maxime cuprinse între 200 și 600 mm. Se construiesc în două variante: cu arbori orizontali și verticali.

O construcție specifică prezintă strungurile semiautomate multiax verticale, care după caracterul ciclului de lucru pot fi cu prelucrare succesivă și cu prelucrare continuă.

În figura 2.7 este prezentat un strung semiautomat multiax vertical cu prelucrare succesivă.

Aceste strunguri se compun dintr-o placă de bază 1 de care este fixată coloana centrală 2. La partea inferioară a coloanei se află masa 3 de formă inelară în care se află arborii principali cu mandrinele 4. Masa 3 execută mișcarea de rotație intermitentă III de divizare cu scopul aducerii semifabricatului în dreptul fiecărui post de lucru. În dreptul posturilor de lucru se află câte un suport de scule 5. La partea superioară a coloanei 2 se află cutia 6 conținând mecanismele pentru transmiterea mișcărilor. Numărul arborilor principali variază între 4 și 12. Cu I și II s-au notat mișcarea principală de așchiere executată de piesa de prelucrat și respectiv mișcarea de avans executată de sculă.

c. Strunguri automate monoax. Strungurile automate monoax includ în ciclul automat și operația de schimbare a piesei prelucrate cu un nou semifabricat. Deci orice strung semiautomat, dacă este prevăzut cu un mecanism automat de alimentare, sincronizat cu ciclul de lucru al mașinii, devine strung automat.

Strungurile automate sunt destinate producției în serie, ceea ce permite folosirea sistemelor de automatizare rigidă și în special a sistemelor cu came. Se numește

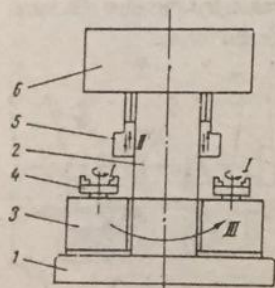


Fig. 2.7. Principalele părți componente ale unui strung semiautomat multiax vertical.

arbore de comandă, organul pe care sunt montate camele care comandă fazele ciclului de lucru. În timpul efectuării unui ciclu, arborele de comandă execută o rotație completă. Strungurile automate pot avea un singur arbore de comandă sau doi arbori de comandă, unul principal ce comandă mișcările de lucru și altul auxiliar care comandă mișcările auxiliare.

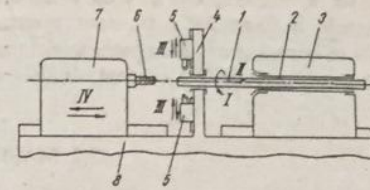


Fig. 2.8. Schema principală de funcționare a unui strung automat monoax.

Aceste strunguri se deosebesc după felul și numărul mișcărilor pe care le execută: grupa strungurilor pentru profilat, grupa strungurilor pentru prelucrări longitudinale și grupa strungurilor cu cap revolver.

Schema principală de funcționare a unui strung automat monoax pentru prelucrări longitudinale destinate prelucrării pieselor cu raport mare între lungime și diametru este prezentată în figura 2.8.

Semifabricatul 1 fixat în pinola 2 a păpușii 3, în afară de mișcarea principală de rotație I, execută și mișcarea de avans longitudinal II, iar cuțitele fixate pe sâniile transversale 5 așezate în evantai pe suportul 4 realizează mișcările de avans radial III. Prelucrările pot fi executate și cu scule de tipul burghiului (adâncitor, alezor, tarod etc.) care sunt fixate în păpușa 7 împreună cu care execută și avansul longitudinal IV, deplasându-se pe ghidajele batiului 8.

d. Strunguri automate multiax. Aceste strunguri sunt destinate prelucrării simultane a mai multor piese prinse în mai mulți arbori principali. Ele au o productivitate mare, utilizându-se la producția în serie și în masă. Pot avea 4, 5, 6 sau 8 arbori și pot fi cu prelucrare succesivă sau cu prelucrare în paralel.

La strungurile cu prelucrare succesivă, în fiecare arbore principal se execută alte operații, prelucrarea completă a piesei obținându-se după ce a trecut prin fața tuturor posturilor de lucru. La prelucrarea în paralel, la fiecare arbore principal în dreptul fiecărui post de lucru se execută toate operațiile necesare prelucrării complete a unei piese. Astfel, în timpul unui ciclu se prelucrează complet și simultan atâtea piese câți arbori principali are strungul.

În figura 2.9 sunt prezentate părțile componente principale ale strungului automat orizontal multiax.

Pe corul batiului 8 se află montantul 1, în care este montat tamburul 2 cu arborii principali 4. Tot pe montantul 1 se află și suporturile radiale 3. În unele cazuri, suporturile transversale superioare sunt montate pe traversa de rigidizare 6. Pe batiul 8 se află și montantul 7 care conține majoritatea mecanismelor de transmitere a mișcărilor (de așchiere, avans și divizare) și lagărul din dreapta pentru sania longitudinală 5. Mișcarea principală de așchiere I este executată de arborii principali, iar mișcarea de divizare II de către tamburul 2. Mișcarea de avans longitudinal III (rapid și

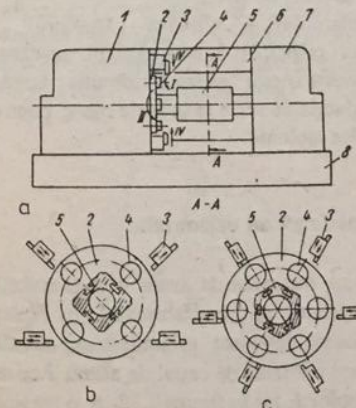


Fig. 2.9. Principalele părți componente ale strungului automat orizontal multiax.

de lucru) este executată de sania longitudinală, iar avansul radial *IV* de către săniile transversale. În figura 2.9, *b* și *c* sunt reprezentate două secțiuni după traseul *A-A* din figura 2.9, *a*, pentru strungul cu patru arbori principali (fig. 2.9, *b*) și respectiv pentru strungul cu șase arbori (fig. 2.9, *c*) menținându-se notațiile din figura 2.9, *a*).

2.2. MAȘINI DE ALEZAT

Mașinile de alezat sunt destinate prelucrării fine ale alezajelor.

După poziția arborelui principal și după destinație, aceste mașini pot fi: verticale (monoax și multiax), orizontale (care lucrează dintr-o parte numite unilaterale și care lucrează din două părți numite bilaterale), speciale, orizontale-universale și în coordonate.

2.2.1. Mașini de alezat verticale

a. Mașini de alezat verticale monoax (fig. 2.10). Mașina este prevăzută cu un montanț *I* pe care se deplasează în direcție verticală (mișcarea *II*) sania *2*, care susține arborele principal *3*. Masa *4* a mașinii se poate deplasa longitudinal (mișcarea *III*) și transversal (mișcarea *IV*) în vederea centrării semifabricatului pe sculă. Mișcarea principală de așchiere *I* imprimată sculei, se realizează mecanic, iar avansul *II* al saniei în direcție verticală este obținut printr-un sistem de acționare hidraulic.



Fig. 2.10. Mașina de alezat verticală monoax.

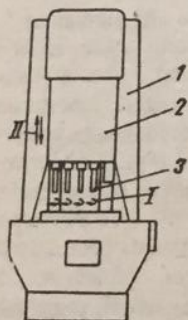


Fig. 2.11. Mașină de alezat verticală multiax.

Aceste mașini de alezat se utilizează la alezarea blocurilor-cilindru ale motoarelor și a cămășilor de cilindri la producția de serie și în atelierele de reparații.

Diametrul maxim al pieselor alezate este de 320-350 mm, iar lungimea alezajului de 550-600 mm.

b. Mașini de alezat verticale multiax. Se construiesc în două variante: mașini la care avansul se execută de sus în jos și mașini la care avansul se execută de jos în sus.

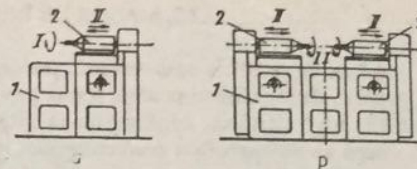
În figura 2.11 este prezentată o mașină de alezat verticală multiax la care avansul se execută de sus în jos.

Pe ghidajele montanțului *I* glisează căruciorul *2*, prevăzut cu mai mulți arbori principali *3*, care execută mișcarea principală *I*. Mișcarea de avans *II* este realizată hidraulic. Aceste mașini sunt folosite la producția de serie și în serie mare, pentru alezarea cilindrilor blocurilor motoare.

2.2.2. Mașini de alezat orizontale

La acest tip de mașini, mișcarea de avans este executată de către masa mașinii, împreună cu semifabricatul. În figura 2.12, *a* este prezentată o mașină de alezat orizontală unilaterală la care mișcarea de avans este realizată de capul de alezat *2* ce se deplasează pe ghidajele batiului *1*, iar în figura 2.12, *b*, o mașină bilaterală de același tip. Cu *I* s-a notat mișcarea principală de așchiere și cu *II* mișcarea de avans.

Fig. 2.12. Mașini de alezat orizontale



Mașinile de alezat, la care avansul este realizat de către capul de alezat, sunt folosite pentru alezarea unor piese de mărime mijlocie (exemplu: carcase din construcția de mașini-unelte, autovehicule etc.). Ciclul de lucru al mașinii este semiautomat, iar avansul capetelor de alezat este realizat hidraulic.

Mașinile de alezat unilaterale, cu mișcarea de avans executată de masă, pot avea unul sau mai mulți arbori principali. Ciclul de mișcări, format din apropiere rapidă, avans de lucru, retragere și oprire, este executat de masa mașinii, capetele de alezat executând numai mișcarea principală. Aceste mișcări servesc pentru alezarea unor piese ca: biele, pistoane, corpuri de pompe etc.

Mașinile de alezat bilaterale, cu avansul executat de masă, au două capete de alezat opuse, fiecare având unul sau mai mulți arbori principali. Masa împreună cu semifabricatul execută un ciclu de mișcări mai întâi către un cap de alezat și apoi către celălalt. Aceste mașini sunt folosite pentru alezarea de semifinisare și finală.

2.2.3. Mașini de alezat în coordonate

Aceste mașini au posibilitatea de stabilire în coordonate a poziției centrelor alezajelor în vederea prelucrării.

Se deosebesc două tipuri principale de mașini de alezat în coordonate:

a. Mașina de alezat cu un montanț (fig. 2.13). Arborele principal *2* execută mișcarea principală de așchiere *I* și mișcarea de avans *II*, iar masa mașinii se poate deplasa pe două direcții perpendiculare în plan orizontal, mișcarea *III* și mișcarea *IV*. Aceste mașini se construiesc cu suprafața mesei până la 400×650 mm;

b. Mașina de alezat cu doi montanți (fig. 2.14). Este de tip portal pe ghidajele acestora, se deplasează în direcția verticală (mișcarea *IV*) traversa mobilă *2* cu capul de alezat *3*. Capul de alezat se poate deplasa pe ghidajele traversei mobile pe direcția orizontală (mișcarea *V*). Construcția în formă de cadru mărește rigiditatea acestor mașini și precizia de prelucrare. Mașinile de acest tip au mese de dimensiuni mai mari, fiind adecvate prelucrării pieselor grele.

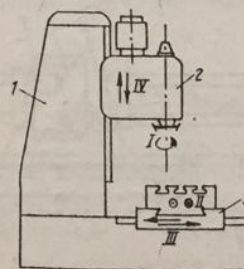


Fig. 2.13. Mașină de alezat în coordonate cu un montanț.

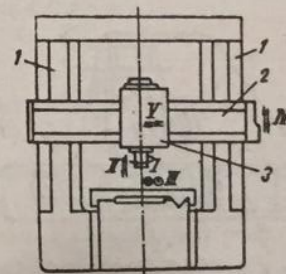


Fig. 2.14. Mașină de alezat în coordonate cu doi montanți (portal).

2.3. MAȘINI DE RECTIFICAT

Mașinile de rectificat sunt destinate prelucrării prin aşchiere a suprafețelor în vederea obținerii de dimensiuni precise, forme geometrice regulate și calitate de suprafață ridicată. Ele pot fi clasificate după mai multe criterii:

- după forma suprafeței prelucrate sunt mașini de rectificat rotund și mașini de rectificat plan;
- după gradul de universalitate pot exista mașini de rectificat universale și mașini de rectificat speciale (de rectificat filete, de rectificat roți dințate etc.);
- după modul de fixare a semifabricatului, mașinile de rectificat pot fi cu fixare rigidă în mandrină sau între vârfuri și mașini de rectificat fără vârfuri denumite și centerless.

2.3.1. Mașini de rectificat rotund exterior

Aceste mașini sunt cu fixarea piesei în mandrină sau între vârfuri și servesc la prelucrarea suprafețelor exterioare cilindrice, conice sau profilate. Pentru piesele lungi, prelucrarea are loc cu avans longitudinal, iar pentru piesele mai scurte decât lățimea pietrei de rectificat, prelucrarea se realizează cu avans transversal. La mașinile din prima categorie, avansul longitudinal poate fi executat de masa mașinii sau de păpușa portsculă în timp ce la mașinile din a doua categorie, avansul transversal este executat de păpușa portsculă.

În figura 2.15 este reprezentată schema simplificată a mașinii de rectificat rotund exterior. Mișcarea de avans longitudinal II o execută masa 4 deplasându-se pe ghidajele batiului 1, împreună cu piesa. Discul abraziv 9 execută mișcarea principală de aşchiere 1, primită de la un motor electric independent, prin lanțul cinematic principal aflat în păpușa portsculă 2.

Scula execută și avansul transversal III , păpușa portsculă deplasându-se în acest scop pe ghidajele 3; semifabricatul fiind fixat între vârfurile păpușilor 6 și 8, a căror poziție poate fi de regulă de-a lungul ghidajelor longitudinale 5 ale mesei. Mișcarea de avans circular IV a piesei este primită de la un motor electric independent, prin lanțul cinematic aflat în păpușa 6.

În figura 2.16 este redată în vedere simplificată de sus, forma constructivă, la care avansul longitudinal II este executat de păpușa portsculă 2. Aceste mașini se utilizează la rectificarea pieselor lungi și grele.

Notațiile mișcărilor și ale părților componente sunt identice cu cele din figura 2.15, exceptând ghidajul păpușii portsculă 4 pentru avansul longitudinal.

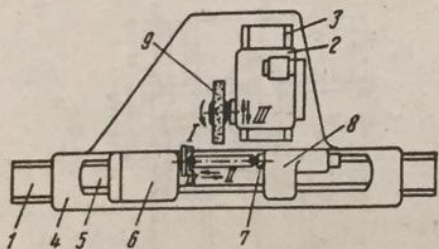


Fig. 2.15. Mașină de rectificat rotund exterior la care avansul longitudinal este executat de piesă.

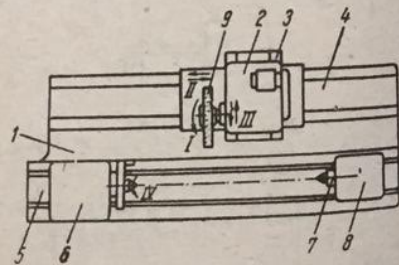


Fig. 2.16. Mașină de rectificat rotund exterior la care avansul longitudinal este executat de sculă.

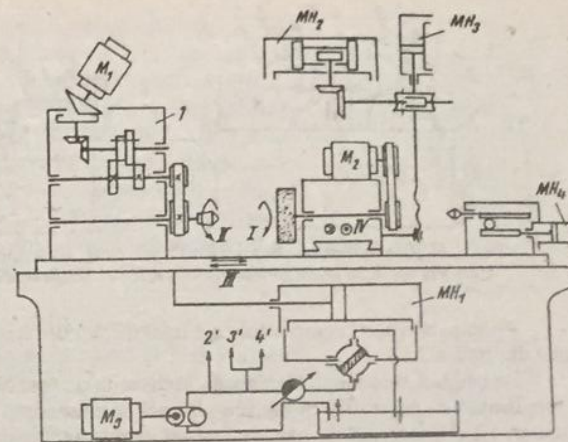


Fig. 2.17. Structura cinematică a mașinii de rectificat exterior, cu antrenare hidrodynamică.

Se deosebesc mașini la care antrenarea și transmiterea mișcărilor de avans se fac mecanic, hidrolic sau printr-o combinație dintre acestea, dar acționările hidraulice sunt cele mai avantajoase.

În figura 2.17 este prezentată schema cinematică simplificată a unei mașini de rectificat rotund cu fixarea piesei între vârfuri, la care acționarea mecanică este combinată cu cea hidrolică.

Avansul circular II al piesei de prelucrat este obținut de la motorul electric M_1 printr-un variator continuu de turații și un bloc de roți baladoare montat în păpușa fixă 1. Avansul longitudinal III , transversal IV și comanda pinolei păpușii mobile se realizează pe cale hidrolică. Avansul longitudinal este obținut de la motorul hidrolic M_{H1} . Pentru realizarea avansului transversal, motorul hidrolic M_{H2} este legat la conducta 2' iar pentru avansul transversal rapid motorul hidrolic M_{H3} este legat de conducta 3'.

Păpușa mobilă este antrenată cu motorul hidrolic M_{H4} , legat la conducta 4'. Mișcarea principală de aşchiere 1 se obține prin acționarea individuală cu motorul electric M_2 .

Mașinile de rectificat rotund exterior sunt dotate cu accesorii: dispozitiv cu diamant pentru reascuțirea discului abraziv, dispozitiv pentru echilibrarea discului abraziv, lunetă pentru sprijinirea pieselor lungi, vârfuri de centrare pentru păpușa portpiesă și păpușa mobilă, scule pentru montarea și demontarea discului abraziv.

2.3.2. Mașini de rectificat rotund fără vârfuri

Aceste mașini se caracterizează prin lipsa păpușilor portpiesă și prin existența a două discuri montate față în față, între care se află piesa de prelucrat. Se pot rectifica, cu mare productivitate (datorită reducerii la minimum a timpilor auxiliari), piese lungi și de diametre foarte mici. Dezavantajul este dat de posibilitatea apariției unor erori de formă: abateri de la circularitate, de la cilindricitate, ca urmare a reglării imprecise a mașinii.

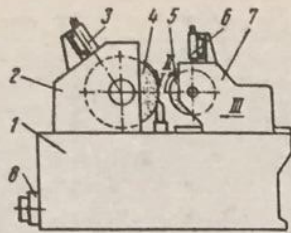


Fig. 2.18. Părțile componente principale ale mașinii de rectificat fără centre.

Principalele părți componente ale unei mașini de rectificat exterior fără vârfuri rezultă din figura 2.18.

Pe batiul 1 este montată păpușa 2 a discului de rectificat 4, iar pe păpușa 2 se află mecanismul pentru profilarea discului. Discul de conducere 5 execută mișcarea de avans circular. El se montează în păpușa 7 și împreună cu aceasta execută și mișcarea de reglare III. Discul de conducere este profilat cu vârful de diamant montat în mecanismul 6. Mișcărilor sunt transmise pe cale mecanică la un motor central 8 sau de la motoare independente. Se folosesc variatoare de turații în trepte sau continue.

2.3.3. Mașini de rectificat rotund interior

Aceste mașini sunt destinate rectificării alezajelor cilindrice și conice, a suprafețelor interioare sferice, precum și a suprafețelor frontale perpendiculare pe axa alezajului, dintr-o singură prindere. Deosebirea dintre aceste mașini și mașinile de rectificat rotund exterior, constă în construcția păpușii portsculă, care, în cazul alezajelor adânci trebuie să asigure pătrunderea pietrei la dimensiunea necesară.

După cum semifabricatul execută sau nu mișcarea de avans circular, mașinile de rectificat interior pot fi mașini de rectificat interior obișnuite și planetare.

În figura 2.19 este prezentată schema de rectificat la care piesa de prelucrat execută mișcarea de avans circular.

Principalele părți componente sunt: păpușa portpiesă 2 ce conține lanțul cinematic pentru transmiterea mișcării de la motorul electric 1 la dispozitivul de prindere a piesei căreia i se imprimă avansul circular II; păpușa portsculă 4 care conține lanțul cinematic pentru transmiterea mișcării principale I de la motorul 6 la scula 3. Pentru realizarea avansului longitudinal III, sania 5 și păpușa portsculă se vor deplasa pe ghidajele batiului 7, iar pentru obținerea avansului transversal IV păpușa portpiatră 4 se va deplasa pe ghidajele saniei 5. Pentru obținerea avansului longitudinal, se folosesc sisteme de acționare hidraulică.

2.3.4. Mașini de rectificat plan

Mașinile de rectificat plan sunt destinate prelucrării suprafețelor plane. Mai rar, pe aceste mașini se pot rectifica și suprafețe conice interioare sau exterioare cu unghi de vârf foarte mare la piese de dimensiuni mari și folosind masa rotativă rabatabilă.

După poziția arborelui principal, aceste mașini pot fi orizontale și verticale.

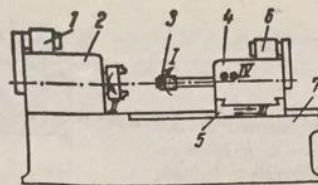


Fig. 2.19. Schema simplificată a unei mașini de rectificat interior.

a. **Mașina de rectificat plan orizontală** (fig. 2.20). Scula 1, care execută mișcarea principală I, prelucrează suprafața cilindrică (periferică). Arborele portsculă este sprijinit în lagărele păpușii portpiatră 2 împreună cu care execută avansul transversal III în ghidajul căruciorului 3. Adâncimea de așchiere este reglată de mișcarea IV executată de cărucior pe ghidajele verticale ale montantului, iar avansul longitudinal II este realizat de masa mașinii 4. Piese mici se fixează pe o masă magnetică fixată la rândul ei pe masa mașinii în timp ce piesele mari se fixează cu ajutorul unor dispozitive speciale.

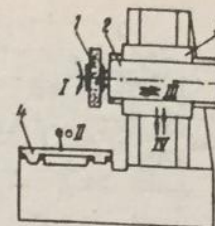


Fig. 2.20. Mașină de rectificat plan cu arborele principal orizontal.

b. **Mașina de rectificat plan verticală** (fig. 2.21). Scula 1 este montată în păpușa portsculă 2 și împreună cu aceasta execută avansul de pătrundere III, deplasându-se pe ghidajele batiurilor. Piesa de prelucrat este fixată pe masa mașinii 3 și execută avansul longitudinal II. Scula este în formă de oală monobloc sau din segmente abrazivi. Scula are diametrul mai mare decât lățimea maximă a suprafeței ce se poate rectifica, astfel că la aceste mașini nu există avans transversal.

Aceste mașini sunt utilizate larg în producția în serie pentru prelucrări de degroșare.

Pe principiul mașinilor de rectificat plan este construită o gamă de mașini de specialitate (exemplu: mașina de rectificat ghidaje rectilinii ale mașinilor-unelte).

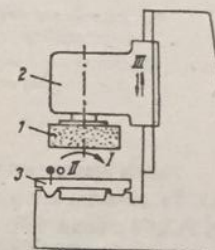


Fig. 2.21. Mașină de rectificat plan cu arborele principal vertical.

2.4. MAȘINI DE FREZAT

Mașinile de frezat fac parte din cele mai productive mașini-unelte și, după grupa strungurilor, sunt cele mai răspândite în industria construcțiilor de mașini. Ele prelucrează prin așchiere, folosind scule speciale, cu mai multe tăișuri, numite *freze*. Mișcarea principală de așchiere este de rotație, iar mișcărilor de avans pot fi atât rectilinii cât și circulare. Prin frezare se prelucrează suprafețe plane simple sau compuse, suprafețe de rotație având generatoarea dreaptă sau o curbă plană oarecare și suprafețe spațiale (pe mașini de frezat prin copiere sau cu comandă după program).

2.4.1. Clasificarea mașinilor de frezat

Clasificarea mașinilor de frezat se poate face:

- din *punct de vedere constructiv*, se deosebesc mașini de frezat cu consolă plane, portal cu masă rotativă, verticale, orizontale etc.;
- după *felul operației ce se execută* se deosebesc: mașini de frezat universale, de frezat filete, de frezat roți dințate, de frezat caneluri și canale de pană etc.;
- după *sistemul de comandă al ciclului de lucru*, se deosebesc: mașini cu comandă manuală și mașini cu comandă după program.

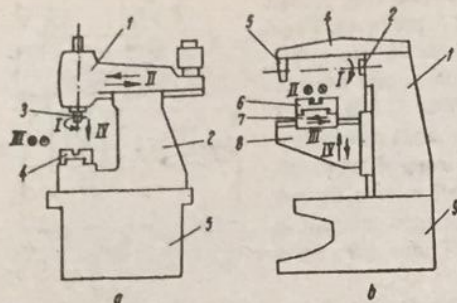


Fig. 2.22. Mașină de frezat de banc:
a - verticală; b - orizontală.

Într-o clasificare generală însă, se deosebesc:

- mașini de frezat de banc (orizontale, verticale)
- mașini de frezat cu consolă (verticale, orizontale, universale);
- mașini de frezat plane;
- mașini de frezat longitudinale (tip portal);
- mașini de frezat prin copiere;
- mașini de frezat speciale (cu tambur, carusel, agregat);
- mașini de frezat specializate (de danturat, de filetat etc.).

2.4.2. Mașini de frezat de banc

Aceste mașini sunt utilizate în mecanica fină la prelucrarea pieselor de dimensiuni mici. Se construiesc cu axa arborelui principal verticală (fig. 2.22, a) și orizontală (fig. 2.22, b). Scula se montează în arborele principal 3 și împreună cu acesta execută mișcarea principală de așchiere I. Suportul capului de frezare 1 execută mișcarea de avans transversal II pe ghidajele batiului 2, iar cu masa 4 se realizează mișcarea de avans longitudinal III. Ambele mișcări de avans (II și III) se execută manual.

La mașinile de frezat de banc, cu arborele principal orizontal, scula, care execută mișcarea principală I, se montează pe domul portfreză 3, care se fixează cu un capăt în arborele principal 2, iar cu celălalt capăt se reazemă în lagărul mobil 5 de pe traversa de rigidizare 4. Mișcările de avans longitudinal II și transversal III se obțin prin deplasarea mesei 6 și respectiv a saniei 7. Avansul IV pe verticală se realizează prin deplasarea consolei 8 pe ghidajele batiului 1. Lățimea mesei nu depășește 150 mm. Deoarece greutatea și dimensiunile de gabarit sunt mici, aceste mașini se deplasează și se fixează pe bancul de lucru 5, respectiv 9, astfel ca suprafața de lucru a mesei să se afle la o înălțime potrivită.

2.4.3. Mașini de frezat cu consolă

După poziția axei arborelui principal, mașinile de frezat cu consolă pot fi *verticale* (fig. 2.23.), *orizontale* (fig. 2.24.) și *universale*.

La ambele tipuri de mașini, mișcarea principală I este executată de arborele principal 2 și este transmisă de lanțul cinematic care conține cutia de viteze CV aflat în batiul 1 (montantul) mașinii. Mișcările de avans se execută de către masa 4 a mașinii în trei direcții rectangulare (longitudinal II, transversal III și vertical IV). Viteza mișcării de avans poate fi reglată de la cutia de avansuri CA, montată în consola 3 a mașinii. Deplasările rapide sunt comandate prin lanțul cinematic care ocolește cutia de avansuri CA. Mișcările de avans se pot obține manual sau mecanic sau ciclul de lucru se poate parțial automatiza.

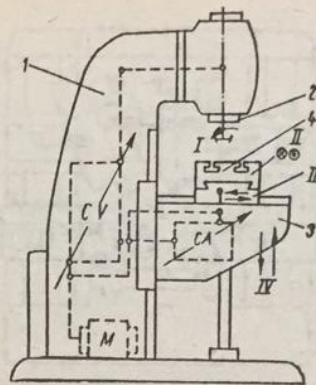


Fig. 2.23. Mașină de frezat cu consolă
cu arborele principal vertical.

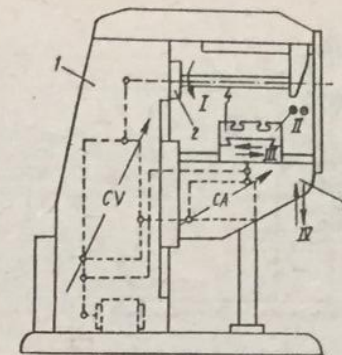


Fig. 2.24. Mașină de frezat cu consolă cu
arborele principal orizontal.

2.4.4. Mașini de frezat plan

Aceste mașini se caracterizează prin productivitate și rigiditate mari, ceea ce permite utilizarea lor la prelucrarea pieselor la dimensiuni mari, în serie mare.

În funcție de poziția arborelui principal, se deosebesc mașini de frezat plan orizontale și mașini de frezat plan verticale.

a. Mașini de frezat plan orizontale. Pot fi cu un montanț (fig. 2.25) sau cu doi montanți (fig. 2.26), cu unul și respectiv două capete de frezat. Mișcările necesare realizării prelucrării sunt: mișcarea principală de rotație I executată de sculă; mișcarea de avans longitudinal II a mesei 3 a mașinii; mișcarea de avans transversal III executată cu ajutorul capului de frezat 2; mișcarea de avans vertical IV obținută prin deplasarea capului de frezat pe ghidajele montantului 1.

La unele tipuri de mașini de frezat plan orizontale masa se poate deplasa atât longitudinal cât și transversal.

Mașinile cu doi montanți se construiesc cu sau fără traversă de rigidizare.

b. Mașini de frezat plan verticale. Se execută în două variante: cu avansul mesei în două direcții, longitudinal II și transversal III (fig. 2.27) și numai cu avansul mesei longitudinal (fig. 2.28), avansul transversal fiind realizat de către capul de frezat.

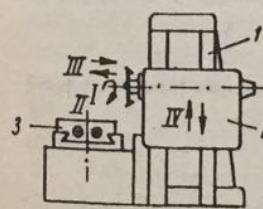


Fig. 2.25. Mașină de frezat
plan orizontală cu un montanț.

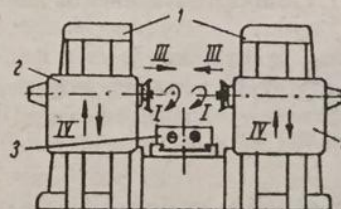


Fig. 2.26. Mașină de frezat plan
orizontală cu doi montanți.

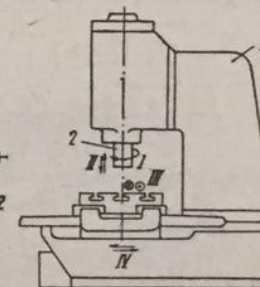


Fig. 2.27. Mașină de frezat
plan verticală cu avansul mesei
în două direcții.

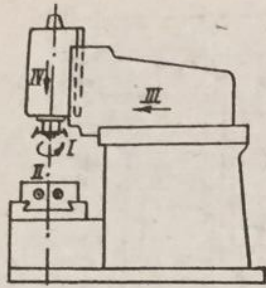


Fig. 2.28. Mașină de frezat plan verticală cu avansul transversal executat de capul de frezat.

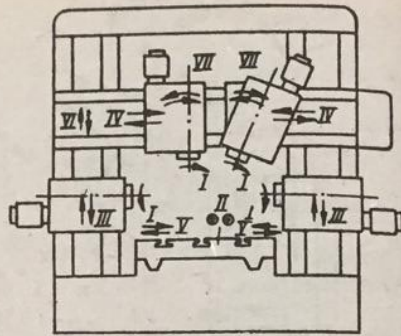


Fig. 2.29. Mașină de frezat portal.

2.4.5. Mașini de frezat longitudinal

Aceste mașini sunt folosite la prelucrarea pieselor mari și grele, având cea mai rigidă construcție dintre toate mașinile de frezat. Productivitatea lor este foarte mare, fiind dotate cu 2, 3 și chiar 4 capete de frezat, ce pot lucra în același timp. Din punct de vedere constructiv, aceste mașini pot fi cu unul sau cu doi montanți, precum și cu masă mobilă și cu masă fixă. Cele mai răspândite sunt mașinile de frezat longitudinale cu doi montanți, masă mobilă și patru capete de frezat (fig. 2.29).

În afara mișcării de avans longitudinal II executate de semifabricat împreună cu masa mașinii, toate celelalte mișcări (principală I, avans vertical III și avans transversal IV și V) sunt executate de sculă.

2.5. MAȘINI DE RABOTAT

Mașinile de rabotat sunt destinate prelucrării suprafețelor plane și uneori profilate, pentru piese mijlocii și mari, la producția de unicat și serie. Aceste mașini pot efectua operații de degroșare și finisare în condiții de precizie mai bune decât mașinile de frezat longitudinale, de aceea se utilizează la prelucrarea pieselor lungi și înguste (ghidaje).

2.5.1. Clasificarea mașinilor de rabotat

Se pot stabili două criterii de clasificare:

- după felul în care se realizează mișcarea principală: mașini de rabotat cu masă mobilă (raboteze) și mașini de rabotat cu masă fixă (șepinguri);
- după felul construcției: cu unul și doi montanți (portal).

2.5.2. Mașini de rabotat cu masă mobilă

Aceste mașini se mai numesc și raboteze și servesc la prelucrarea suprafețelor plane sau profilate, de lungimi mari, ca de exemplu: ghidajele batiurilor mașinilor-unelte, blocuri și chiułase de motoare, longeroane etc.

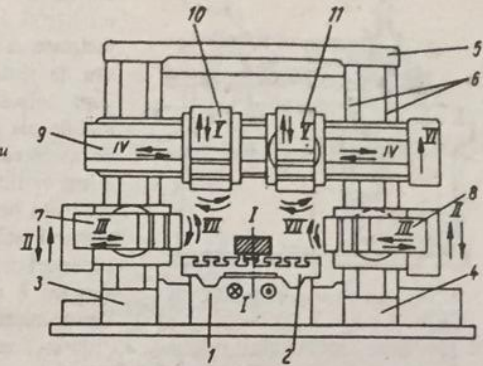


Fig. 2.30. Schema mașinii de rabotat cu masă mobilă cu două coloane.

Mașinile sunt caracterizate prin dimensiuni mari, cursa mesei mobile putând atinge valori de 15 m, având în același timp posibilitatea prelucrării simultane a mai multor suprafețe datorită faptului că sunt înzestrate cu mai multe suporturi portcuțit.

a. Mașini de rabotat longitudinal cu doi montanți (fig. 2.30). Aceste mașini au următoarele părți componente: batiul I, pe ghidajele cărui se deplasează masa 2, executând mișcarea principală de așchiere I; montanții verticali 3 și 4 asamblați prin traversa fixă 5 formând astfel un cadru foarte rigid; traversa mobilă 9 pe care se deplasează suporturile portcuțit centrale 10 și 11, precum și suporturile 7 și 8 ce se deplasează pe ghidajele 6 verticale ale montanților.

În vederea prelucrării pe aceste mașini, în afară de mișcarea principală, mai sunt necesare: mișcarea de avans vertical II a suporturilor centrale; mișcarea de avans orizontal III a săniilor suporturilor laterale; mișcarea de avans orizontal IV a suporturilor centrale de pe traversă; mișcarea de avans vertical V a săniilor suporturilor centrale; deplasarea pe verticală VI a traversei mobile; mișcarea VII de înclinare a suporturilor portsculă pentru prelucrarea suprafețelor înclinate. Mașinile de rabotat pot fi acționate mecanic, hidraulic sau hidromecanic.

Mișcarea de avans, realizată de sculă, este corelată cu mișcarea principală efectuată, de obicei, de masa mașinii; avansul are loc numai la sfârșitul cursei de întoarcere a mesei, adică la începutul unei noi curse de lucru, când scula nu se mai află în contact cu piesa.

b. Mașini de rabotat longitudinal cu un montanț. Necesitatea rabotării unor piese cu lățimea mai mare decât lățimea mesei, precum și a pieselor care au părți ce nu ar putea trece pe sub traversă, a impus construirea tipului de mașină de rabotat longitudinal cu un montanț (fig. 2.31).

Rigiditatea acestei mașini este inferioară celei cu doi montanți, datorită sistemului de fixare în consolă a traversei. Părțile componente ale mașinii sunt: batiul I, masa mobilă 3, montanțul 2, ghidajele 4, suportul pentru rabotarea laterală 5, traversa mobilă 6,

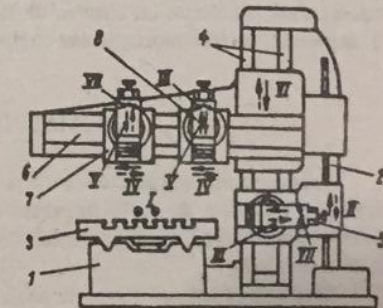


Fig. 2.31. Schema mașinii de rabotat longitudinal cu o singură coloană.

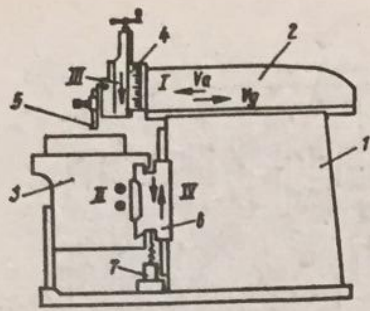


Fig. 2.32. Schema șepingului.

se pe ghidajele montantului; mișcarea VII de înclinare a suporturilor portsculă pentru prelucrarea suprafețelor înclinate, realizată manual.

2.5.3. Mașini de rabotat cu masă fixă

Mașinile de rabotat cu masă fixă (șepinguri) sunt destinate prelucrării prin rabotare a suprafețelor plane orizontale, verticale sau înclinate, precum și a suprafețelor de diferite forme (canale dreptunghiulare, în T, în coadă de rândunică etc.), pieselor ce nu depășesc în lungime 900 mm. Prin adaptarea la dispozitive speciale, se pot tăia danturi la cremaliere și roți dințate cu precizie mică. Aceste mașini au o construcție simplă și sunt folosite la producția de unicat și de serie mică.

În figura 2.32. sunt prezentate principalele părți componente și mișcările de lucru ale mașinii de rabotat cu masă fixă.

Batiul I conține în interior cutia de viteze și pompa de ulei de ungere. La partea superioară și laterală față, batiul este prevăzut cu ghidaje pe care se deplasează orizontal berbecul 2 și respectiv orizontal și vertical masa mașinii 3. Pe partea din față a berbecului se montează capul portsculă 4 în care se fixează scula 5. Deplasarea mesei pe verticală se face cu șurubul de ridicare 7 prin intermediul traversei 6. Mișcările mașinii sunt: mișcarea principală de așchiere I rectilinie-alternativă a sculei; mișcarea de avans transversal II executată de piesa de prelucrat; mișcarea de avans vertical III executată de sculă; mișcarea de reglare IV a mesei în sens vertical. Pe lângă aceste mișcări există și o mișcare de rotire a capului portsculă în vederea executării suprafețelor înclinate. Mașinile moderne sunt prevăzute cu sisteme de ridicare automată a cuțitului la cursa de mers în gol, acționate electric, hidraulic sau cu dispozitiv cu electromagnet.

2.6. MAȘINI DE MORTEZAT

Aceste mașini se caracterizează prin faptul că mișcarea principală rectilinie-alternativă este efectuată de sculă, în planul vertical, și sunt destinate prelucrării diferitelor suprafețe plane, circulare și profilate, interioare sau exterioare, la producția de unicat sau de serie mică.

Clasificarea acestor mașini se poate face:

- după lungimea cursei L a berbecului, mașinile de mortezat pot fi: mici, cu $L < 250$ mm, mijlocii, cu $L = 250 \dots 800$ mm și mari, cu $L > 800$ mm.

suporturile centrale de rabotare 7 și 8. Suportul lateral 5 permite prelucrarea suprafețelor înclinate cu un anumit unghi față de orizontală sau de verticală prin înclinarea saniei portcuțit. Mișcările efectuate de subansamblurile mobile ale mașinii sunt: mișcarea principală de așchiere I a mesei mașinii; mișcarea de avans vertical II a suportului lateral; mișcarea de avans orizontal III a saniei portcuțit a suportului lateral; mișcarea de avans lateral IV a suporturilor de pe traversă; mișcarea de avans vertical V a săniilor suporturilor de pe traversă; mișcarea de avans vertical VI a traversei;

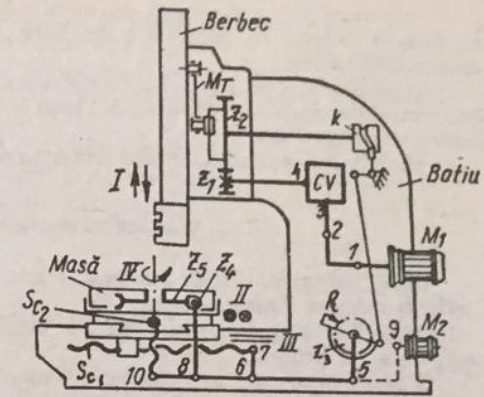


Fig. 2.33. Schema cinematică a mașinii de mortezat acționată mecanic.

- după tipul lor, se deosebesc: mașini de mortezat obișnuite, transportabile și speciale.

- după modul de acționare a mișcării principale, mașinile de mortezat pot fi: cu acționare mecanică sau hidraulică.

Mașinile de mortezat transportabile se folosesc la prelucrarea pieselor de dimensiuni mari ce nu pot fi așezate pe masa unei mașini de mortezat obișnuite sau pentru care este mai ușor să se transporte mașina la locul unde se află semifabricatul.

Mașinile de mortezat speciale sunt caracterizate printr-o robustețe și putere mare, fiind destinate lucrărilor de mortezat cu regim greu de lucru aplicat pieselor cu dimensiuni mari.

În figura 2.33. sunt prezentate principalele părți componente, mișcările de lucru și cinematica mașinii de mortezat cu acționare mecanică.

Lanțul cinematic al mișcării principale este compus din elementele 1-2-CV-Z₁-Z₂-M₁, având ca elemente extreme motorul electric M₁ și berbecul care execută o mișcare rectilinie-alternativă I pe ghidajele verticale ale batiului; M₁ reprezintă mecanismul de transformare a mișcării de rotație în mișcare rectilinie-alternativă a berbecului.

Mișcările de avans transversal II, longitudinal III și circular IV sunt intermitente și independente de mișcarea principală, executându-se la capătul fiecărei curse în gol. Mișcarea este preluată de la axul discului de antrenare a berbecului prin intermediul camei K și transmisă mai departe printr-un sistem de pârghii la mecanismul cu clichet K/Z, și elementul de lanț cinematic 5-6. De aici, prin elementul 7, la șurubul conducător longitudinal S₁ (avans longitudinal), prin elementele 6-8, la mecanismul melc-roată melcată Z₄-Z₅ (avans circular) sau prin elementul 8-13 la șurubul conducător transversal S₂ (avansul transversal).

2.7. MAȘINI DE BROȘAT

Avantajele mașinilor de broșat sunt numeroase: productivitate ridicată, precizie dimensională mare, obținerea concomitentă a degroșării și finisării, calitatea bună a suprafețelor prelucrate, posibilitatea de prelucrare a alezajelor cu secțiuni diferite (circulare, poligonale, canelate, profilate etc.), de canale drepte și elicoidale, prelucrarea dinților roților dințate interioare și exterioare, a suprafețelor exterioare plane și fasonate etc.

Alte avantaje față de mașinile de rabotat și frezat: timpi neproductivi foarte mici, nu necesită personal cu calificare înaltă, unele operații fiind semiautomatizate sau complet automatizate.

Dezavantajul major îl reprezintă costul ridicat și durabilitatea redusă a broșei, care face rentabilă operația de broșare numai pentru producția în serie mare sau pentru prelucrări care se repetă des.

Mașinile de broșat au construcție simplă, iar deservirea lor este ușoară.

2.7.1. Clasificarea mașinilor de broșat

După felul prelucrării, se deosebesc: mașini de broșat interior, mașini de broșat exterior și mașini de broșat universale.

După direcția de deplasare a sculei, se deosebesc: mașini de broșat universale și mașini de broșat verticale.

După modul de lucru, se deosebesc: mașini de broșat cu acțiune discontinuă și mașini de broșat cu acțiune continuă.

După sistemul de acționare, mașinile de broșat pot fi cu acțiune hidraulică și mecanică.

Acționarea mecanică cu șurub conducător-piuliță sau roată dințată-cremalieră este întâlnită numai la mașinile vechi.

2.7.2. Mașini de broșat cu acțiune discontinuă

Aceste mașini sunt cele mai frecvent întâlnite și se caracterizează prin aceea că în cursa inactivă de întoarcere, scula nu prelucrează.

a. **Mașini de broșat orizontale** (fig. 2.34). Au ca părți principale: batiul 1 prevăzut la partea superioară cu ghidajele 2, pe care se deplasează căruciorul 3 acționat de motorul hidraulic 4. La unele tipuri de mașini de broșat, căruciorul 3 este prevăzut la partea interioară cu o sanie de care este fixată mandrina 5 pentru prinderea broșei. Mișcarea principală I este executată de către sculă în timp ce semifabricatul sprijinit de placa 6, este apăsat pe acesta de însăși forța de așchiere. Broșele cu lungime mare sunt susținute de luneta 8, deplasabilă pe ghidajele orizontale 7, în vederea poziționării față de piesă.

b. **Mașini de broșat verticale** (fig. 2.35). Au batiul 1 astfel construit încât căruciorul 2 are o mișcare rectilinie-alternativă I într-un plan vertical. Pe masa mașinii 3 se montează dispozitivul portpiesă 4. Mișcarea principală este realizată hidraulic.

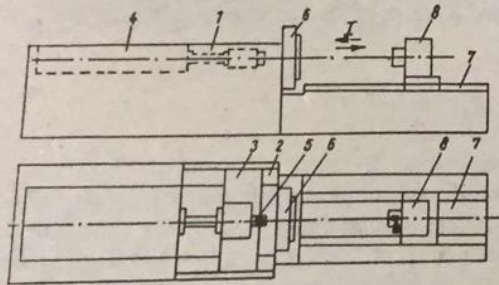


Fig. 2.34. Schema mașinii de broșat orizontale.

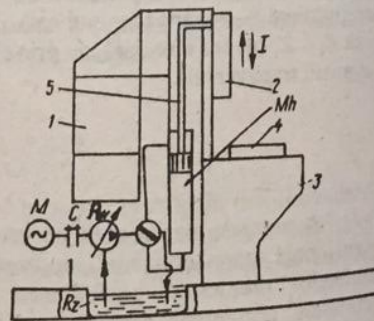


Fig. 2.35. Schema mașinii de broșat verticale.

Motorul electric M acționează pompa hidraulică cu debit variabil $P_{\Delta v}$ care trimite spre distribuitorul 1 și de aici în motorul hidraulic cu piston M_H ulei sub presiune. Pistonul este legat prin tija 7 de căruciorul mașinii, căruia îi imprimă mișcarea rectilinie.

Mașinile de broșat verticale servesc pentru prelucrarea suprafețelor exterioare și interioare. Lungimea cursei broșei la mașinile de broșat verticale poate ajunge la 1 600 mm iar la mașinile de broșat orizontale până la 2 000 mm.

2.7.3. Mașini de broșat cu acțiune continuă

Mașinile de broșat cu acțiune continuă se caracterizează prin așchiera neîntreruptă – fără curse în gol – a mașinii și se pretează la prelucrarea pieselor mici la producția în serie mare și în masă.

În figura 2.36. este prezentată mașina de broșat cu acțiune continuă, cu mișcare circulară I ; aceasta are batiul 1, de formă circulară, fixat pe o placă 2. Masa 3 se rotește pe ghidajele superioare ale batiului, fiind pusă în mișcare de motorul electric 4. Tot pe batiul mașinii se fixează traversa 5 pe care se află broșa fixă 6. Piesele se fixează pe masa mașinii care execută mișcarea principală de așchiere I prin intermediul dispozitivelor cu prindere rapidă care permit muncitorului să prindă și să desprindă piesele aflate în fața traversei 5 în timpul lucrului broșei asupra pieselor ce trec prin zona de sub traversa 5.

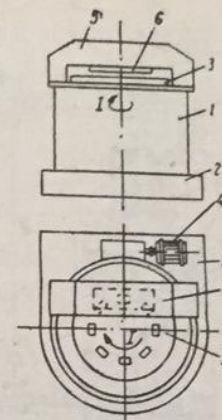


Fig. 2.36. Mașina de broșat cu acțiune continuă cu mișcare circulară.

2.8. MAȘINI SPECIALE DE FINISAT

Prelucrarea pe aceste mașini are drept scop obținerea unei precizii dimensionale ridicate și a unei calități superioare a suprafețelor. În acest scop, se folosesc mașini de lepuit, honuit și superfinisat.

2.8.1. Mașini de lepuit

După forma suprafeței de prelucrat, mașinile de lepuit sunt: de lepuit plan, rotund, universale și speciale (mașini de rodat bile pentru rulmenți, mașini de rodat roți dințate etc).

a. **Mașini de lepuit plan.** Se construiesc cu arborele principal orizontal sau vertical și cu unul sau două discuri.

Mașinile de lepuit cu două discuri se folosesc pentru producția în serie mare și în masă și pot fi cu un singur disc antrenat (fig. 2.37) sau cu ambele discuri antrenate în mișcarea de rotație (fig. 2.38).

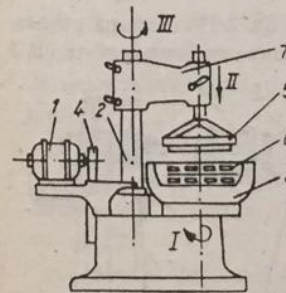


Fig. 2.37. Schema mașinii de lepuit cu două discuri (unul de antrenare și altul fix).

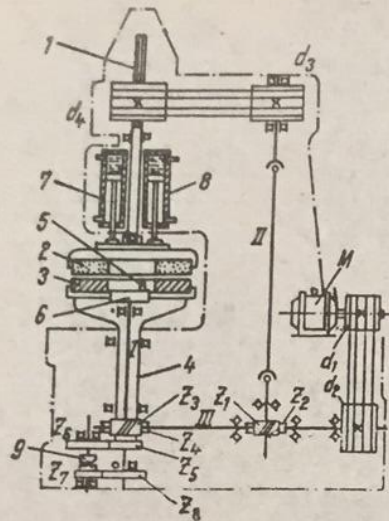


Fig. 2.38. Schema cinematică a mașinii de lepuit cu ambele discuri antrenate.

La mașinile de lepuit cu un disc de antrenare și altul fix, mișcarea de rotație *I* a discului inferior 3 (fig. 2.37) este preluată de la motorul electric 1 prin transmisia cu curele 4 și un angrenaj melc-roată melcată. Discul superior 5 nu se rotește în jurul axei sale, însă este montat într-o articulație sferică care permite așezarea lui în poziții corespunzătoare față de discul inferior, având totodată și posibilitatea deplasării pe verticală (mișcarea *II*), în funcție de dimensiunea pieselor de lepuit.

Pentru a permite așezarea pieselor pe masa mașinii, brațul 7 se poate roti în jurul coloanei 2 (mișcarea *III*). Între discul superior și inferior se așază platoul suport cu fante 6 care antrenează piesele. Platoul suport este mai subțire decât grosimea pieselor care se lepuiesc astfel că acesta nu atinge discul de lepuit. Apăsarea discurilor, unul către celălalt se realizează hidraulic. La mașinile de lepuit cu ambele discuri mobile (fig. 2.38), antrenarea acestora se face de către motorul electric *M*. Pentru discul inferior mișcarea se transmite

prin transmisia cu curele d_1, d_2 , arborele *III*, angrenajul melc-roată melcată Z_3-Z_4 și arborele tubular 4. În afară de mișcarea de rotație mai este necesară și o mișcare oscilatorie. În acest scop, mișcarea de la axul *III* este preluată de angrenajul Z_5-Z_6 și transmisă prin cuplajul 9 angrenajelor Z_7-Z_8 la arborele *I*. Mișcarea oscilatorie a platoului suport 3 pe care se fixează piesele de prelucrat este realizată de discul 6 și bolțul excentric 5. Antrenarea în mișcarea de rotație a discului superior se obține tot de la arborele *III* prin angrenajul melc-roată melcată Z_1-Z_2 , axul cardanic *II*, transmisia de curele d_3, d_4 la arborele 1 care pune în mișcare de rotație discul superior 2. Forța de apăsare între cele două discuri este realizată hidraulic cu ajutorul cilindrilor 7 și 8.

b. **Mașini de lepuit rotund.** Se utilizează la lepuirea suprafețelor cilindrice sau conice, exterioare și interioare. După poziția arborelui principal, mașinile de lepuit rotund pot fi: horizontale sau verticale, iar cele horizontale pot avea unul sau doi arbori principali.

Mașina de lepuit orizontală cu doi arbori principali (fig. 2.39) destinată pieselor mici pentru producția în masă, este alcătuită din batiul 1 pe care se află masa portsculă 2

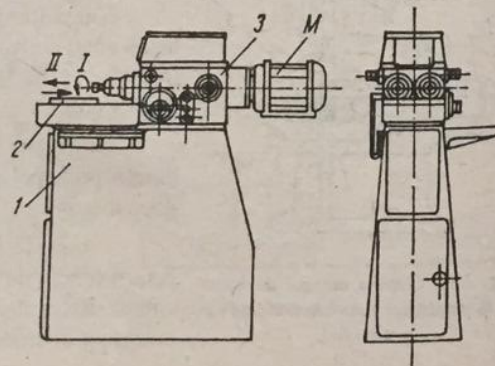


Fig. 2.39. Schema mașinii orizontale de lepuit cu doi arbori principali.

ce imprimă pieselor de lepuit mișcarea de oscilație *II*. Acționarea mașinii este realizată de motorul electric *M* prin intermediul mecanismului 3 care dirijează mișcarea atât spre arborele principal, imprimându-i mișcarea principală *I*, cât și spre masa mașinii, careia îi imprimă mișcarea oscilatorie necesară executării operației de lepuire.

2.8.2. Mașini de honuit

După poziția arborelui principal, mașinile de honuit pot fi verticale și horizontale, iar după sistemul de acționare, cu acționare mecanică și cu acționare hidraulică.

Cele mai folosite sunt mașinile de honuit verticale care se construiesc cu unul sau mai mulți arbori principali.

a. **Mașina de honuit verticală cu un singur arbore principal** (fig. 2.40). Este alcătuită din batiul 1 prevăzut la partea superioară cu suportul consolă 2, în care sunt montate mecanismele de acționare și susținere a arborelui principal 3. Pentru realizarea operației de honuire, capului de honuit 4 trebuie să i se imprime o mișcare de rotație *I* și o mișcare rectilinie-alternativă *II*. Mișcarea de rotație este primită de la motorul M_1 , iar mișcarea rectilinie-alternativă este transmisă printr-un sistem de acționare hidraulică, a cărui pompă este antrenată de motorul M_2 .

b. **Mașina de honuit cu mai mulți arbori.** Este destinată prelucrării simultane a unui număr de alezaje egal cu numărul de arbori principali, ceea ce conduce la creșterea productivității.

Această mașină se compune din aceleași părți componente ca și mașina verticală cu un arbore, deosebindu-se prin aceea că anumite părți sunt astfel construite încât permit prelucrarea simultană a mai multor piese.

2.8.3. Mașini de superfinisat

Superfinisarea este o operație de micronetezire a anumitor suprafețe de formă cilindrică, plană sau profilată, în scopul obținerii suprafețelor oglindă.

După forma suprafețelor care se superfinisează, aceste mașini se clasifică în mașini de superfinisat rotund, mașini de superfinisat plan și mașini de superfinisat suprafețe profilate.

a. **Mașini de superfinisat rotund.** Sunt folosite pentru suprafețe cilindrice și conice exterioare și interioare, se pot clasifica după poziția axului dispozitivului pentru așezarea piesei, în: mașini orizontale de superfinisat rotund și mașini verticale de superfinisat rotund.

Mașina orizontală de superfinisat rotund (fig. 2.41) are montat pe batiul 5 păpușa mobilă 4 și păpușa fixă 2 în care se fixează piesa de prelucrat 1.

Păpușa fixă antrenează piesa de prelucrat în mișcarea de rotație *I*, iar masa mașinii cu piesa așezată pe ea este antrenată în mișcarea rectilinie-alternativă *II*.

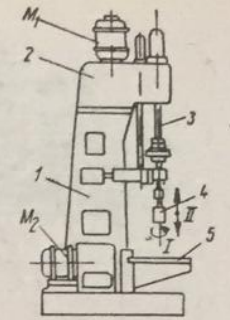


Fig. 2.40. Mașina de honuit verticală.

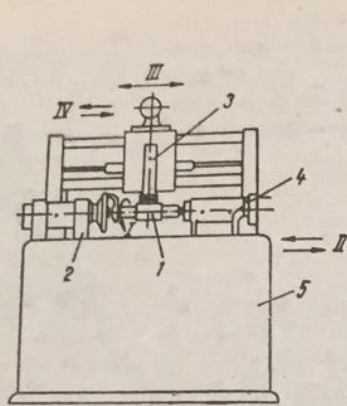


Fig. 2.41. Schema mașinii de superfinisat rotund.

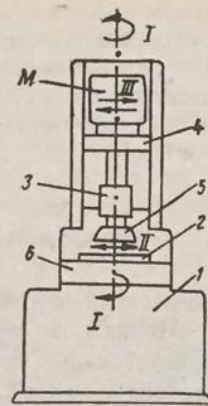


Fig. 2.42. Schema mașinii de superfinisat plan.

Capul de superfinisat 3 execută mișcarea rectilinie de avans *IV* și mișcarea rectilinie-oscilatorie orizontală *III*.

Pentru producția de serie mică, când nu se justifică achiziționarea unei asemenea mașini, se utilizează dispozitive de superfinisat care se pot adapta pe mașinile de rectificat.

b. **Mașini de superfinisat plan.** Ca și cele pentru superfinisat rotund, mașinile de superfinisat plan pot fi atât verticale, cât și orizontale.

În figura 2.42. este prezentată schema mașinii verticale de superfinisat plan. Pe batiul 1 este montată masa rotundă rotativă 6, cu platoul magnetic 2 care execută mișcarea de rotație *I*. Arborele principal 3 cu scula de superfinisat 5 montată pe el execută mișcarea de rotație *I* și mișcarea orizontală rectilinie-oscilatorie *II*. Pe sania 4 care execută mișcarea rectilinie-alternativă lentă *III* se află montat motorul electric *M* ce antrenează arborele portsculă 5 rotindu-l în sens invers față de mișcarea platoului 2 (mișcarea *I*).

2.9. MAȘINI DE ASCUȚIT SCULE

Mașinile de ascuțit permit ascuțirea sculelor așchietoare prin metode abrazive și electrice.

Pentru ascuțirea sculelor așchietoare prin metoda abrazivă se folosesc mașini de ascuțit universale, mașini de ascuțit speciale sau polizoare. Polizoarele nu asigură în toate cazurile precizia necesară parametrilor geometrici ai sculei și nici calitatea suprafeței ascuțite.

Mașinile de ascuțit universale sunt destinate ascuțirii tuturor tipurilor de scule așchietoare folosind diverse dispozitive de fixare a sculei. Mașinile de ascuțit speciale servesc, de obicei, la ascuțirea unui singur tip de sculă așchietoare.

2.9.1. Mașini universale de ascuțit

Datorită construcției lor, a dispozitivelor și accesoriilor cu care sunt înzestrate, aceste mașini permit ascuțirea diferitelor tipuri de scule așchietoare. Ele se realizează în mai multe variante constructive, dar la toate tipurile se întâlnesc, în general, aceleași părți componente și același principiu de funcționare.

Mașina de ascuțit universală (fig. 2.43). Este compusă din batiul 1, sania longitudinală 2, prin care se asigură mișcarea *II* și sania transversală 3, montată pe ghidajele batiului, care se poate deplasa cu ajutorul roților de mână 5 și al șurubului conducător 6, obținându-se astfel mișcarea de avans transversal.

În interiorul capului de ascuțit 4 se găsește arborele principal pe capetele căruia se montează pietrele de ascuțit, care primesc mișcarea principală *I* de la motorul electric *M* prin intermediul curelei 17. Sania longitudinală pentru cursa rapidă este acționată cu ajutorul roții de mână 5, iar pentru cursa de lucru cu ajutorul manetei 8 a mecanismului planetar 9, al pinionului 10 și al cremalierei 16. Pentru a se asigura o deplasare ușoară și liniștită a mesei longitudinale, sub aceasta se montează rolele 11 care constituie ghidajele longitudinale. Masa 12 montată pe sania longitudinală se poate roti cu un unghi de 120°, iar capul de ascuțit cu un unghi de 270°.

Capul de ascuțit are posibilitatea deplasării verticale prin acționarea roții de mână 13, a angrenajului melc-roată melcată 14 și a cremalierei 15.

Ascuțirea pe mașinile de ascuțit universale a cuțitelor de strunjit, de filetat, de mortezat etc. este imposibilă fără utilizarea unor dispozitive speciale.

În figura 2.44. este reprezentat un asemenea dispozitiv care are posibilități de rotire în trei plane, rotirea făcându-se în jurul a trei axe *I*, *II* și *III*, unghiurile situându-se pe cele trei scări gradate. În vederea ascuțirii, scula se fixează în dispozitiv cu ajutorul unor șuruburi.

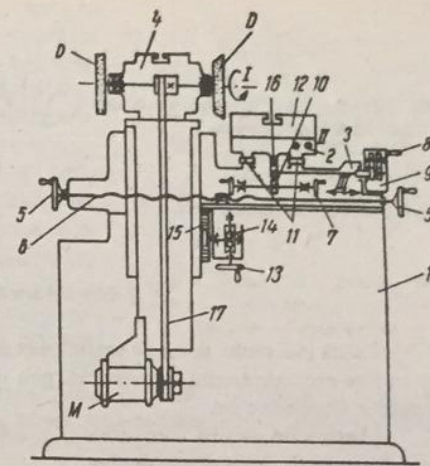


Fig. 2.43. Schema cinematică a mașinii de ascuțit universale.

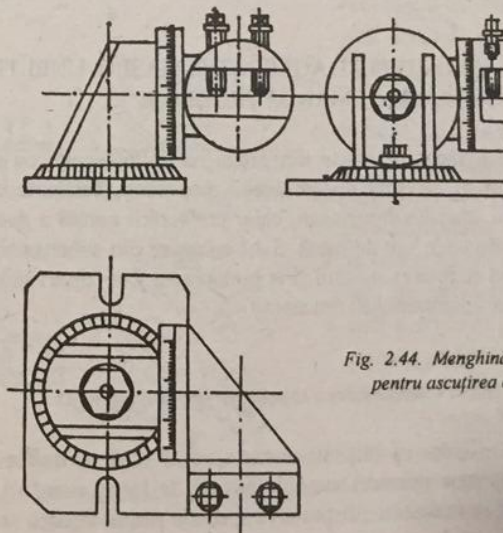
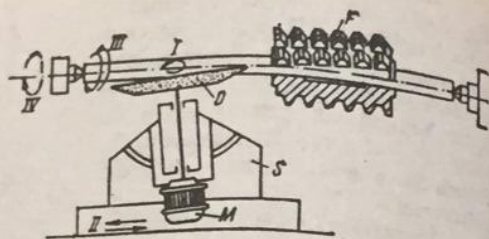


Fig. 2.44. Menghină universală pentru ascuțirea cuțitelor.

Fig. 2.45. Schema de principiu a mașinii de ascuțit freze-melc.



2.9.2. Mașini speciale de ascuțit

Există mai multe tipuri de mașini speciale de ascuțit în funcție de tipul sculei pentru care se execută: mașini de ascuțit burghie elicoidale, cuțite, filiere, pânze circulare de ferăstrău, freze-melc etc.

Mașina de ascuțit freze-melc (fig. 2.45). Se folosește la ascuțirea frezelor-melc pe suprafețele de degajare ale dinților.

Întrucât aceste suprafețe sunt situate pe canalele elicoidale de evacuare a așchiilor, în timpul ascuțirii discul abraziv se va deplasa față de freză, după o traiectorie elicoidală. Mișcările ce se execută în timpul ascuțirii frezelor-melc sunt:

- mișcarea principală de așchiere I, executată de către discul abraziv D, acționat de motorul electric M;
- mișcarea rectilinie-alternativă II de avans longitudinal a saniei port-disc S;
- mișcarea de rotație alternativă III a frezei-melc F;
- mișcarea de divizare IV, necesară schimbării poziției canalului ascuțit, în vederea ascuțirii altui canal.

Din combinarea mișcării rectilinii II a saniei cu mișcarea de rotație III a frezei, rezultă traiectoria elicoidală necesară parcurgerii canalului frezei de către discul de rectificat. De regulă, mișcările II, III și IV se realizează prin acționare hidraulică.

2.10. MAȘINI-UNELTE AGREGAT ȘI MAȘINI-UNELTE CU COMANDĂ PROGRAM

Mașinile-unelte agregat fac parte din grupa mașinilor-unelte cu ciclul de lucru semiautomat sau automat; ele sunt mașini-unelte monoscop, destinate deci prelucrării unei anumite piese, cu anumite dimensiuni, chiar prelucrării numai a anumitor operații, utilizate în producția de serie sau de masă. Sunt compuse din subansambluri tipizate și normalizate, permițând adaptarea mașinii și la prelucrarea altor tipuri sau dimensiuni de piese, folosindu-se alte subansambluri tipizate.

2.10.1. Componerea mașinilor-unelte agregat

Caracteristicile care fac ca mașinile-unelte agregat să se deosebească de celelalte tipuri de mașini-unelte sunt: numărul mare de posturi de lucru; numărul mare de scule care lucrează simultan sau succesiv; dispozitive speciale pentru fixarea semifabricatului;

scule speciale; dispozitive speciale pentru controlul dimensiunilor, pentru reglarea sculelor și a mașinii; ciclu de lucru automat, exceptând schimbarea semifabricatului, operație executată manual; mașina este compusă din subansambluri tipizate și normalizate.

Caracteristic mașinilor-unelte agregat este faptul că atât mișcările principale de așchiere cât și cele de avans sunt executate de scule, semifabricatul fiind fixat rigid pe masă. Avantajele acestei construcții: prelucrarea poate avea loc din diferite direcții; posibilitățile de angrenare sunt mai largi.

În figura 2.46. este reprezentată schema simplificată a unei mașini-unelte agregat cu indicarea principalelor subansambluri componente. Batiul mașinii este format din batiul central 1, elementele de legătură 2, batiul lateral 3, elementul de reglaj 4, montantul 5. Subansamblul mesei conține: masa propriu-zisă 6 și dispozitivul de fixare 7 al semifabricatului 8.

Pentru transmiterea mișcărilor de lucru și pentru fixarea sculelor servește unitatea de lucru, compusă din: motorul electric 13, mecanismul de angrenare 11, cutia portsculă 12, sania unității de lucru 10 și sculele 9.

În afara părților amintite, în componența mașinilor-unelte agregat mai intră panoul hidraulic, panoul electric și tabloul de comandă.

Compunerea mașinii diferă de la caz la caz. Părțile componente sunt tipizate și normalizate astfel ca producerea lor să fie cât mai economică, iar timpul de realizare a unei mașini să fie cât mai scurt.

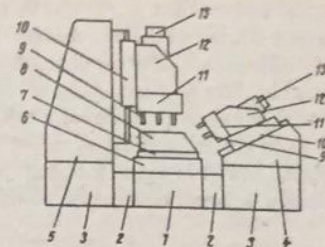


Fig. 2.46. Schema simplificată a unei mașini-unelte agregat cu indicarea principalelor subansambluri.

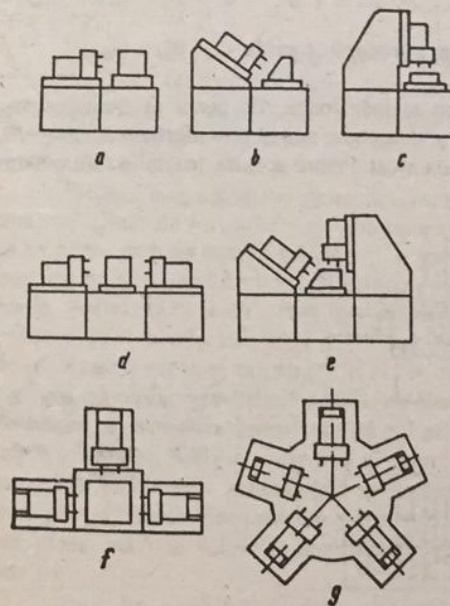


Fig. 2.47. Exemple de componere a mașinilor-unelte agregat simple.

2.10.2. Mașini-unelte agregat simple

Aceste mașini se caracterizează prin faptul că semifabricatul nu execută nici un fel de mișcare, prelucrarea făcându-se la o singură prindere cu o singură unitate de lucru, dintr-o singură direcție (fig. 2.47, a,b,c) sau cu mai multe unități de lucru din diferite direcții (fig. 2.47, d, e, f și g). După ce semifabricatul a fost prins în dispozitiv, se comandă pornirea ciclului de lucru, care de regulă constă în apropierea rapidă a sculelor de semifabricat, prelucrarea propriu-zisă și îndepărtarea rapidă (revenirea în poziția inițială).

La terminarea cursei de revenire, ciclul mașinii se întrerupe; urmează schimbarea piesei prelucrate cu un nou semifabricat și darea comenzii pentru

un nou ciclu de lucru. Unitățile de lucru pot fi dispuse orizontal, vertical sau înclinat, prelucrând din mai multe direcții simultan.

Mașinile din această grupă pot fi utilizate pentru efectuarea aceluiași operații, la piese de diferite dimensiuni, necesitând numai schimbarea dispozitivului de prindere. Sunt utile în producția de serie mică, unde pentru încărcarea optimă a mașinii este necesar ca la aceeași mașină să se prelucereze câteva piese de același tip, dar de dimensiuni diferite. Mașinile execută operații de burghiere, adâncire și filetare, cu mai multe scule simultan, acționând asupra semifabricatului din mai multe părți.

2.10.3. Mașini-unelte agregat semiautomate

Mașinile de acest tip se caracterizează prin existența mai multor posturi de lucru, deci mai multor unități de lucru și prin faptul că dispozitivul de prindere a semifabricatului este mobil. În fiecare post de lucru se execută alte operații, posturile fiind aranjate în ordinea succesiunii operațiilor sau grupelor de operații. Semifabricatul, împreună cu dispozitivul de prindere, trece prin dreptul fiecărui post de lucru, cu ritmul determinat de postul de lucru cu durata maximă a timpului de lucru.

Mașinile din această categorie pot fi grupate după felul mișcării mesei în: mașini cu mișcare circulară (fig. 2.48, *a*, *b* și *c*) și mașini cu mișcare rectilinie (fig. 2.48, *d*).

Asemenea mașini sunt destinate prelucrării cu productivitate ridicată a pieselor relativ complicate, cu multe operații. Numărul posturilor în dispozitivul de prindere este cu unu mai mare decât numărul posturilor de lucru, un post fiind rezervat pentru schimbarea piesei.

2.10.4. Mașini-unelte agregat automate

Mașinile-unelte agregat automate sunt asemănătoare, din punct de vedere constructiv și funcțional, cu cele semiautomate; se deosebesc numai prin efectuarea automată a schimbării piesei prelucrate cu un nou semifabricat. Pentru aceasta, mașinile sunt dotate

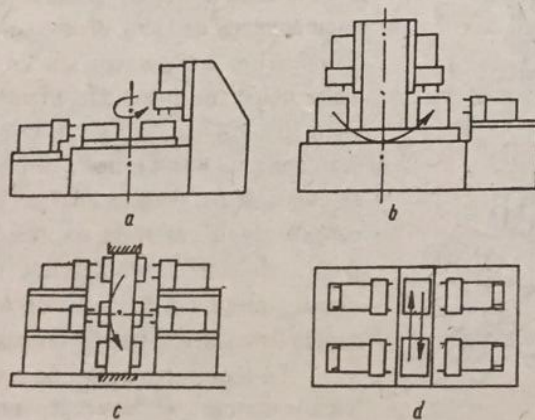


Fig. 2.48. Exemple de compunere a mașinilor-unelte agregat semiautomate.

cu diverse tipuri de alimentatoare automate (autooperatoare) și cu magazii pentru semifabricate și pentru piese prelucrate. În cazul funcționării normale a mașinii, deservirea constă în aprovizionarea magaziei cu semifabricate și evacuarea magaziei de piese prelucrate. Aceste operații însă nu influențează productivitatea mașinii.

În această grupă pot fi încadrate mașinile-unelte agregat al căror ciclu de lucru este comandat după program. Dacă la tipurile de mașini descrise mai sus, posibilitatea de adaptare la tipuri și dimensiuni diferite de piese este limitată și de durată, ceea ce face ca utilizarea lor să fie economică numai la producția în serie mare, mașinile-unelte agregat cu comandă după program au o automatizare elastică. Aceasta înseamnă că timpul necesar adaptării mașinii la prelucrarea de diferite tipuri și dimensiuni de piese este mult mai redus și devin economice și în producția de serie mică sau de unicat. Comanda după program poate fi extinsă și asupra schimbării sculelor, astfel că mașina este dotată și cu magazine de scule, de unde un dispozitiv automat aduce în dreptul arborelui principal, sculele necesare, corespunzător succesiunii operațiilor.

2.10.5. Mașini de prelucrat cu comandă după program

Comanda după program a unei mașini-unelte presupune un sistem de comandă care asigură memorarea, pe un suport adecvat, a informațiilor necesare conducerii mașinii și transmiterea acestora în timpul prelucrării piesei. Aceste informații se referă în special la cele care determină geometria piesei – pentru cele mai multe sisteme de comandă după program, dar și la cele tehnologice, pentru unele sisteme de comandă mai evaluate.

Modul în care se poate interveni asupra acționării lanțurilor cinematice ale unei mașini-unelte este arătat pe schema structurală a unei mașini de frezat verticală (fig. 2.49).

Pentru o cât mai bună înțelegere, se va porni de la evidențierea lanțurilor cinematice principale. Acestea sunt: lanțul cinematic principal antrenat de motorul M_1 care asigură mișcarea de rotație a frezei S și lanțurile cinematice de avans antrenate de motorul M_2 , pentru mișcarea de avans longitudinal al mesei ML și de avans transversal al mesei MT .

Fiecare lanț cinematic generator constă dintr-un număr de mecanisme cu ajutorul cărora se poate acționa asupra mărimii și sensului mișcării de la capătul de ieșire al lanțului cinematic. Astfel, OP_1 și OP_2 sunt mecanisme de oprire-pornire a mișcării; I_1 și I_2 , mecanisme de inversare a sensului mișcării; CV și CA mecanisme de reglare a mărimilor de ieșire (cutie de viteze și cutie de avansuri). În scopul efectuării operațiilor auxiliare (oprirea și pornirea lanțurilor cinematice generatoare, schimbarea turațiilor și avansurilor, montarea și demontarea piesei etc.) se folosesc lanțuri cinematice auxiliare.

Una din posibilitățile de a comanda și acționa lanțurile cinematice auxiliare este acționarea manuală a lor de către frezorul care

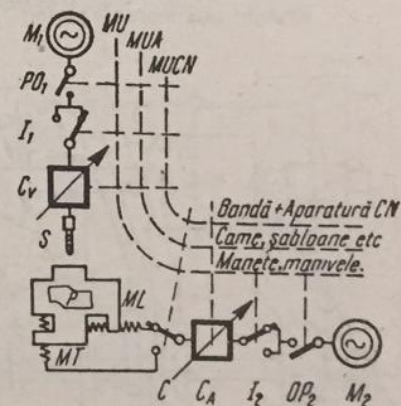


Fig. 2.49. Modalități de comandă a unei mașini-unelte.

lucrează la această mașină, caz în care mașina de frezat este o „mașină-unealtă obișnuită” neautomatizată MU. A doua posibilitate de a acționa aceleași mecanisme, în totalitatea lor sau numai unele dintre acestea, constă în utilizarea elementelor de automatizare, ca de exemplu: came, opritoare, șabloane, panouri de comandă cu butoane, benzi magnetice etc. Ansamblul acestora formează „programul mașinii” care, corespunzător ciclului de prelucrare a piesei, comandă și acționează aceleași mecanisme, mașina de frezat devine astfel „mașină-unealtă automată MUA”, mai mult sau mai puțin, funcție de numărul de mecanisme comandate de elementele de automatizare.

2.10.5.1. Mașini cu comandă analogică. Strungul automat este strungul la care întregul ciclu de prelucrare, inclusiv prinderea și desprinderea semifabricatului se fac automat, comenzile fiind primite de la came. Muncitorul care deservește mașina are doar sarcina să alimenteze periodic cu semifabricate, care pot fi multiple, din bară, sârmă etc.

Spre deosebire de strungurile automate, cele semiautomate au automatizat întreg ciclul de prelucrare, cu excepția prinderii și desprinderii piesei, operație care este executată de către muncitor.

Strungul automat cu avans longitudinal se caracterizează prin faptul că atât mișcarea principală de rotație cât și mișcarea de avans longitudinal o are semifabricatul sub formă de bară. Întreg procesul de prelucrare automatizat, comanda fiind primită de la camele montate pe arborele 14 cu came al mașinii (fig. 2.50).

1 – bara de semifabricat ghidată în bucușă 2, 3 – păpușa mobilă, 4 – cama pentru comanda păpușii mobile, 5 – bucușă pentru ghidarea barei de material 1, 6–7–8 – cuțite cu avans radial, 6'–7'–8' – camele de comandă pentru aceste cuțite, 9 – cuțite dispuse pe un suport basculant și 9' – cama de comandă, 10 – cap basculant pentru scula cu avans axial, 11 – cama de comandă pentru capul 10, 12 – scule cu avans axial (burghiu, tarozi, alzoare), 13 – camă spațială de comandă pentru sculele axiale, 14 – arbore cu came.

Principalele faze de lucru automatizate ale mașinii sunt:

- alimentarea cu semifabricate;
- strângerea și eliberarea materialului din bucușă elastică;
- avansul axial al materialului împreună cu păpușa mobilă 3 și ghidat în bucușă de ghidare 5;
- deplasarea succesivă a celor cinci cuțite cu avans transversal pentru operații de strunjiri exterioare ale piesei;

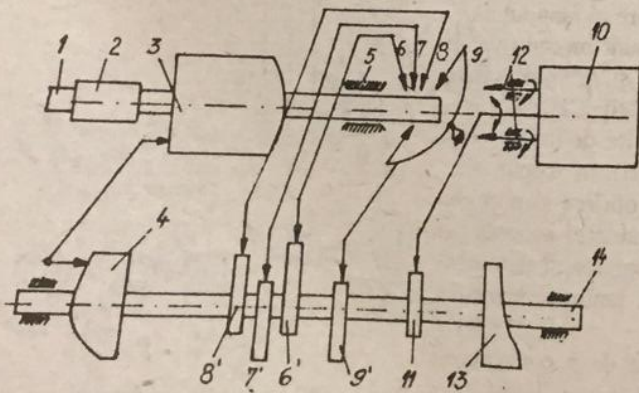


Fig. 2.50. Schema simplificată a strungului automat cu avans longitudinal.

- punerea în funcțiune a dispozitivului de găurit-alezat și filetat 10, pentru prelucrări cu avans axial;
- schimbarea sensului de rotație a arborelui principal, sau a sculelor cu avans axial;
- punerea în funcțiune a dispozitivelor auxiliare ce lucrează în afara axului principal al mașinii inclusiv a unei mâini mecanice pentru transport.

În timpul prelucrării, materialul semifabricat este strâns într-o bucușă elastică, care în afară de mișcarea de rotație se poate deplasa și axial primind comanda de la came care acționează păpușa mobilă a strungului în care este montată această bucușă elastică.

2.10.5.2. Mașinile de frezat prin copiere. Mașinile de frezat lucrând prin copiere sunt destinate prelucrării pieselor cu configurație complexă, ca: matrițe de forjare, forme metalice pentru turnare sau injecție, modele metalice, poansoane, palete de turbină etc. Copierea poate fi realizată cu sisteme electrice – cu sau fără contacte electronice, hidraulice, pneumatice etc.

Mașinile pot fi orizontale sau verticale.

Schema de principiu a unei mașini de frezat prin copiere cu sisteme electrice este prezentată în figura 2.51.

Păpușa mecanismului principal 1 execută avansul pe direcția verticală (S_v) împreună cu palpatorul 2 și scula 3. Pe masa mașinii 4 sunt fixate piesa 5 și modelul 6.

Când palpatorul este deplasat orizontal, de exemplu spre stânga, se închide circuitul solenoidului 7 alimentat de la o sursă de curent. Datorită câmpului magnetic creat, se închide circuitul cuplajului electromagnetic 8 astfel încât mișcarea de la roata dințată Z_1 este transmisă arborelui 9, roții Z_2 și, în final roții, Z_3 , fixată pe șurubul 10 ce antrenează masa mașinii spre dreapta s_r , prin piulița 11.

Roțile dințate Z_1 și Z_4 sunt antrenate continuu în sensuri diferite de la motoare electrice independente prin intermediul unor transmisii.

Dacă înclinarea modelului pe care alunecă palpatorul este în sens invers, se vor închide circuitele solenoidului 7', respectiv cuplajul electromagnetic 8', șurubul se va roti în sens opus, imprimând mesei o deplasare înspre stânga.

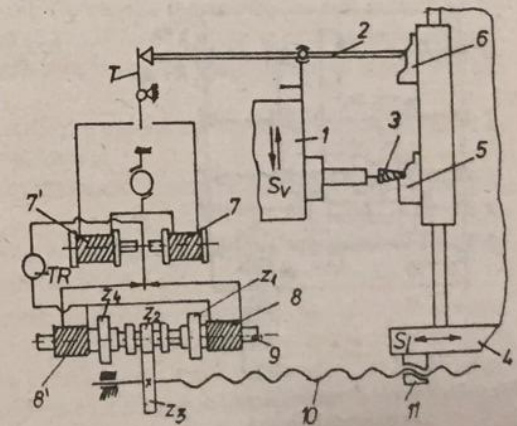


Fig. 2.51. Schema de principiu a unei mașini de frezat prin copiere cu sisteme electrice.

2.10.6. Mașini cu sisteme de comandă numerică-digitală

Mașinile dotate cu aceste sisteme de comandă se pot utiliza și pentru producția de serie mică, prototipuri și unicate.

Avantajele sunt numeroase:

- există posibilitatea schimbării rapide a reglajului după tipul și dimensiunile piesei de prelucrat (programului adecvat);
- se micșorează necesarul de S. D. V.-uri;
- crește precizia de prelucrare care nu mai este influențată de condiții subiective (calificare, gradul de oboseală a operatorului etc.);
- comparativ cu mașinile care utilizează comanda analogică, la reluarea fabricației unui reper, după un anumit timp, scade timpul necesar reglării mașinii;
- se reduce timpul și costul necesar proiectării și execuției sistemelor mecanice ale mașinii prin eliminarea cutiilor de avansuri și uneori a cutiilor de viteze.

Echipamentele de comandă numerică (ECN) preiau programul înmagazinat sub formă numerică pe bandă (magnetică sau perforată) introdusă manual sau prin conducere directă cu calculatorul (DNC).

2.10.6.1. Mașini de frezat cu comandă numerică. Mașinile de frezat cu comandă numerică sunt, de obicei, dotate cu echipamente de prelucrare liniară, pe două axe.

Acționarea lanțului cinematic principal în mod frecvent se face cu motoare de curent continuu.

În figura 2.52 este prezentat lanțul cinematic principal de la mașina TOS-FSRC 80. Cele patru game de turații se pot obține cu ajutorul roților dințate baladoare cuplate Z_1-Z_{12} - Z_6 și al roților dințate baladoare Z_7 - Z_9 , roților Z_7 și Z_{12} având posibilitatea de a fi în angrenare indiferent de poziția celorlalte roți dințate. Sistemele de ghidare sunt de tipul tachete cu role, iar săniile mașinii sunt acționate de șuruburi cu bile.

2.10.6.2. Mașini de alezat și frezat cu comandă numerică (CN). Pe aceste mașini se poate executa un număr mare de prelucrări de precizie, echipamentele de comandă numerică comandând în mod frecvent 5 axe de coordonate (fig. 2.53).

Sunt materializate următoarele mișcări:

I - mișcarea de translație a mesei M ;

II - mișcarea de translație a păpușii mobile PM , față de montantul M_n ;

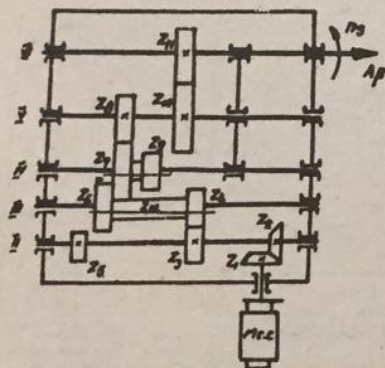


Fig. 2.52. Lanțul cinematic al mașinii de frezat cu comandă numerică.

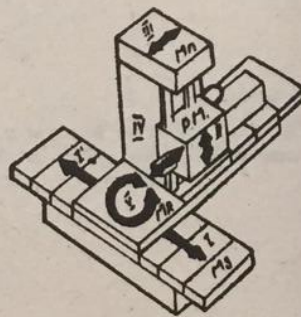


Fig. 2.53. Mașina de alezat și frezat cu comandă numerică.

III - deplasarea orizontală a montantului M_n ;

IV - deplasarea axială a pinolei arborelui principal;

V - mișcarea unghiulară a mesei rotative M_r pentru realizarea avansului circular sau poziționării unghiulare a pieselor de prelucrat.

Aceste mașini se execută în foarte multe variante constructive cu un montant sau cu doi montanți (ultima variantă având fiecare montant echipat cu propria lui comandă numerică, fiind posibilă prelucrarea simultană a mai multor suprafețe ale unei piese sau prelucrarea simultană a două piese identice sau diferite).

2.11. LUCRĂRI SPECIFICE DE ASAMBLARE ȘI MONTAJ A MAȘINILOR-UNELTE. RĂZUIREA GHIDAJELOR BATIURILOR. ASAMBLAREA CUTIILOR DE VITEZE ȘI AVANSURI. PREGĂTIREA MONTANȚILOR ȘI TRAVERSELOR, MESELOR ȘI SĂNIILOR. ASAMBLAREA GENERALĂ. NTSM SPECIFICE.

2.11.1. Răzuirea ghidajelor batiurilor

Ghidajele batiurilor mașinilor-unelte se pot prelucra prin operații de: rabotare, frezare, rectificare și răzuire. Alegerea procedurii de prelucrare sau a combinațiilor de procedee (rabotare și rectificare, frezare și răzuire sau rectificare și răzuire) este condiționată de:

- lungimea ghidajelor;
- forma și dimensiunile ghidajelor;
- dispunerea (amplasarea) ghidajelor;
- procedeele de obținere a semifabricatului batiului și materialul de execuție;
- precizia mașinii-unelte.

Rabotarea sau frezarea se efectuează ca operații de degroșare sau prefinisare a ghidajelor cu scopul uniformizării adaosului de prelucrare (la batiurile turnate) sau eliminării eventualelor deformații (curbări) la batiurile sudate. Operațiile se execută pe mașini de rabotat longitudinal sau pe mașini de frezat de tip portal.

Prin *rectificare* se asigură o bună precizie dimensională, de formă (rectilinitate sau planeitate) și de la poziția reciprocă a suprafețelor (paralelism sau perpendicularitate) de ghidare precum și o rugozitate mică ($0,8 \dots 1,6 \mu$). Operația se execută pe mașini speciale de rectificat longitudinal cu pietre abrazive de tip oală, lucrând cu turație mare și avans mic.

Când nu se pot asigura prin rectificare condițiile de precizie impuse (v. tab. 2.2) se procedează la operația de răzuire a ghidajelor.

Operația este pretențioasă necesitând multă manoperă și personal specializat și de înaltă calificare.

La răzuire sunt necesare dispozitive și scule adecvate, precum și aparate de măsurat și controlat corespunzătoare (v. cap. 12 clasa a X-a).

Înainte de începerea răzuirii suprafețelor de alunecare sau de conducere ale ghidajelor trebuie alese bazele de măsurare principale. De exemplu, la strung se alege ghidajul de conducere al saniei longitudinale a căruciorului. La mașinile de alezat și frezat longitudinal, mașinile de burghiat prin coordonate etc. se iau ca bază suprafețele de ghidare ale montanților.

În funcție de lungimea și lățimea suprafețelor de ghidare adaosul de prelucrare ce trebuie îndepărtat la răzuire variază între 0,1 ... 0,5 mm (tab. 2.1).

Adaosuri de prelucrare la răzuirea ghidajelor

Tabelul 2.1

Lățimea suprafeței plane [mm]	Lungimea suprafeței plane [mm]				
	100...500	500...1 000	1 000...2 000	2 000...4 000	4 000...6 000
	Adaosuri de prelucrare [mm]				
Până la 100	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30
100... 500	0,15	0,20	0,25	0,30	0,40
500...1 500	0,18	0,25	0,35	0,45	0,50

Bazele de măsurare principale și auxiliare se stabilesc ținând cont de dimensiunile, configurația și destinația suprafeței de referință care va servi ca bază pentru măsurarea la răzuire a altor suprafețe.

În vederea operației de răzuire a ghidajelor unui batiu, acesta este adus mai întâi în poziție orizontală, lucru care se verifică cu ajutorul unei nivele cu bulă cu aer, descrisă în capitolul 5 (v. fig. 5.13) cu sensibilitatea de 0,02/1 000 mm. La măsurarea rectiliniarității în direcție longitudinală nivela se așează direct pe ghidajul batiului, iar la măsurarea în direcție transversală pe un linial (punte) plan-parallel așezat pe cele două ghidaje (fig. 2.54). După definitivarea reglării orizontalității se repetă măsurările și se notează valorile obținute. Măsurările se fac în intervale de 300–400 mm, cele în direcție longitudinală, separat, la ambele ghidaje. Pentru anularea influenței erorii nivelei, aceasta se deplasează paralel evitându-se întoarcerea ei cu 180°. Aceeași regulă este valabilă și pentru fazele următoare, de exemplu, verificarea verticalității coloanelor.

Batiul astfel așezat rămâne liber tot timpul operației de răzuire.

Răzuirea se desfășoară în două faze: degroșare și finisare. La degroșare se îndepărtează denivelările mai pronunțate fie cu răzuitorul, fie cu pila. Concomitent cu operația de finisare, când se obține planitatea prescrisă, se execută și operația de tușare, verificându-se densitatea petelor de contact cu linialul de control. La finisare trebuie folosite numai răzuitoare de mână cu plăcuțe din carburi metalice. Precizia obținută după răzuire trebuie să se încadreze în limitele indicate în tabelul 2.2. Numărul petelor de

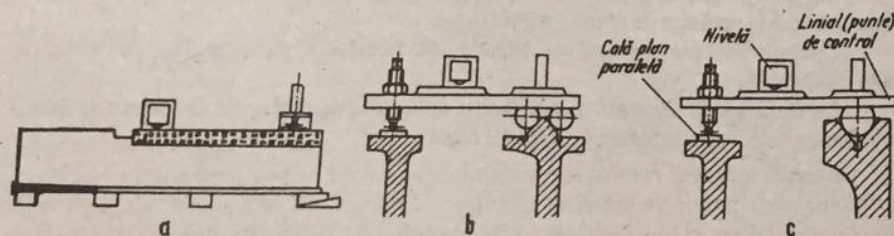


Fig. 2.54. Verificarea planității batiului:

a – nivela așezată direct pe ghidaje; b și c – cu ajutorul unei punți de control.





Precizia ghidajelor după răzuire

Tabelul 2.2

Denumirea mașinii	Condiții tehnice de execuție	Abateră maximă admisă în direcție	
		longitudinală	transversală
		mm	
Mașini de mare precizie: (mașini de burghiat prin coordonate, de rectificat filet, de rectificat roți dințate etc.)	Rectilinitatea ghidajelor alunecătoare și de conducere ale batiului	0,005/1000	0,005/1000
	Planitatea suprafețelor de așezare a coloanelor pe batiu	0,005/1000	0,005/1000
	Împerecherea ghidajelor meselor cu ghidajele batiului (dezaxare)	0,005/1000	
	Planitatea suprafeței meselor	0,005/1000	0,005/1000
Mașini de precizie normală (strunguri, mașini de frezat, de frezat portal, mașini de rectificat de toate tipurile etc.)	Rectilinitatea ghidajelor de alunecare și conducere ale batiului (se admit numai concave)	0,02/1000	0,02/1000
	Planitatea suprafețelor de așezare a coloanelor pe batiu	0,01/100	0,01/1000
	Împerecherea ghidajelor meselor sau săniilor cu ghidajele batiului (dezaxare)	0,02/1000	0,02/1000
	Planitatea suprafeței meselor	0,02/1000	0,02/1000
	Planitatea ghidajelor traverselor și coloanelor	0,02/1000	0,02/1000

contact admise pe suprafețele răzuite este dat în tabelul 2.3. De reținut faptul că porțiunea de lângă locul de așezare a montantului sau montanților (mașini de alezat și frezat orizontale, mașini de frezat de tip portal), pe o lungime de circa 300–500 mm se execută cu o ușoară înclinare progresivă în sus (până la 0,03/100) (fig. 2.55), pentru anularea efectului deformației care este provocată de greutatea montantului și a păpușii port sculă.

Numărul petelor de contact admise pe suprafețele răzuite

Repartizarea petelor pe suprafața controlată	Suprafețe supuse verificării	Numărul petelor cu contact admise pe o suprafață de 25 × 25 mm
	Pentru ghidaje de alunecare cu lățimea de peste 250 mm Pentru ghidaje de conducere cu lățimea de până la 100 mm	6
	Pentru ghidaje de alunecare cu lățimea de până la 250 mm Pentru ghidaje de conducere cu lățimea de până la 100 mm Pentru lagărele axurilor cu diametrul de peste 100 mm Pentru penele și șinele de ghidare ale meselor, suporturi și alte piese mobile	10
	Pentru ghidaje de alunecare ale mașinilor-unelte de precizie Pentru lagărele axurilor cu diametru de până la 100 mm	15-16
	Pentru ghidajele de alunecare și suprafețele de lucru ale meselor mașinilor-unelte de mare precizie	24-25

Observații: 1. Petele de contact se verifică cu ajutorul unei rame executată din tablă de oțel care are o deschidere pătrată cu latura de 25 mm.
2. Numărul petelor de contact se calculează ca o medie pe o suprafață de 100 mm²

Răzuirea începe întotdeauna cu suprafețele principale de reazem, de separație sau de ghidare, pentru a ușura verificarea suprafețelor secundare ale subansamblului. Răzuirea suprafețelor secundare se execută în faza a doua, verificându-se poziția lor corectă, în raport cu suprafețele de ghidare principale. La împerecherea suprafețelor de reazem sau planelor de separație egale ca mărime, subansamblul se va regla prin ajustarea suprafeței sau planului respectiv ce se montează. Atunci când acest lucru nu este posibil, suprafața de reazem a subansamblului pe care se montează subansamblul dat se ajustează prin răzuire. Pe suprafața ce trebuie răzuită se trasează o rețea de puncte situate în același

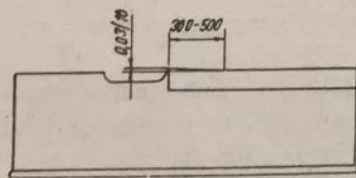


Fig. 2.55. Sensul abaterilor de care trebuie ținut seama la răzuire.

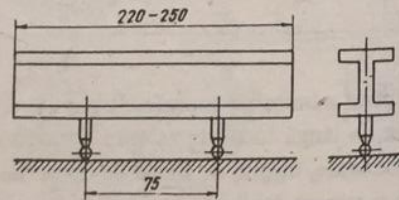


Fig. 2.56. Dispozitiv de trasat rețeaua de puncte pentru răzuire.

plan, așezate mai jos decât porțiunea cea mai uzată a ghidajului. În timpul răzuirii, aceste puncte nu sunt atinse, ele servesc ca puncte de orientare, după care se răzuiește restul suprafeței. Acest procedeu asigură calitatea necesară răzuirii și reduce timpul de răzuire.

Rețeaua de puncte se trasează cu ajutorul unei rigle de control și lere (spioni), când suprafețele sunt mici, și cu dispozitivul reprezentat în figura 2.56, când suprafețele sunt mari. Rigla și dispozitivul cu două piciorușe sferice trebuie să fie strict paralele cu partea lor superioară. La operația de trasare a rețelei de puncte se va utiliza o nivelă cu bulă de aer, care va indica dacă punctele ce se trasează sunt sau nu situate în același plan.

Se răzuie apoi porțiunea cea mai uzată (punctul A_1 - fig. 2.57) care trebuie să fie mai jos decât toate punctele de uzare, după care se așază dispozitivul cu unul din piciorușe în punctul obținut A_1 și cu al doilea în punctul A_2 .

Punctul A_2 se obține tot prin răzuire și prin citirea indicațiilor nivelei așezate în dispozitiv (bula de aer trebuie să se găsească între repere).

Prin mutarea piciorușului din punctul A_2 în A_3 și prin același procedeu se obține și cel de al treilea punct considerat zero.

După obținerea celor trei puncte se extinde numărul lor la $A_4 \dots A_n$ prin folosirea dispozitivului de trasat reprezentat în figura 2.58.

Dispozitivul este reglat mai întâi pe o placă de control, în așa fel ca acul comparatorului să indice poziția zero (reglarea se face prin modificarea înălțimii piciorușului I). Operația de trasare cu acest dispozitiv se face astfel: se așază dispozitivul cu piciorușele în punctele A_1 și A_2 și se răzuiește punctul A_1 (fig. 2.59) până când comparatorul va indica zero. Schimbând piciorușul în A_3 , se obține punctul A_3 . Se mută apoi vârful comparatorului în A_4 și se obține prin răzuire până la valoarea zero, punctul B_1 .

Operația se repetă până când pe suprafața ce trebuie răzuită se obține o rețea suficientă de puncte, după care se poate trece la răzuirea restului suprafeței, fără a atinge punctele.

În cazul batiurilor cu mai multe ghidaje, în primul rând se răzuiesc ghidajele care vor servi ca bază pentru răzuirea celorlalte. De exemplu, la batiul unui strung se răzuiește în primul rând ghidajul plan 1 al păpușii mobile (fig. 2.60) și apoi cel prismatic 2. După

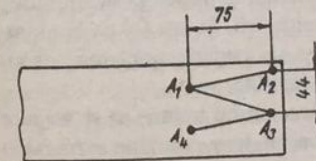


Fig. 2.57. Rețeaua de puncte pentru răzuirea trasată cu dispozitivul din figura 2.56.

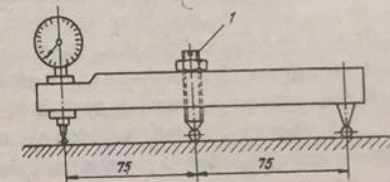


Fig. 2.58. Dispozitiv cu comparator pentru trasat rețeaua de puncte.

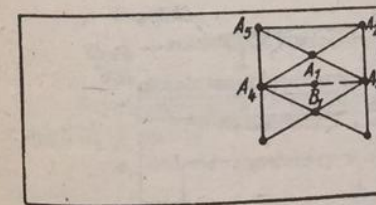


Fig. 2.59. Rețeaua de puncte pentru răzuirea trasată cu dispozitivul din figura 2.58.

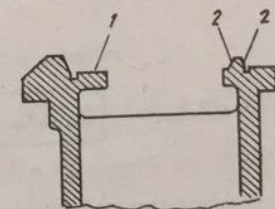


Fig. 2.60. Răzuirea unui batiu de strung.

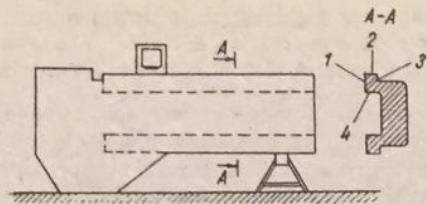


Fig. 2.61. Poziția batiului unei mașini grele (mașină de alezat și frezat) pentru răzuirea suprafețelor laterale.

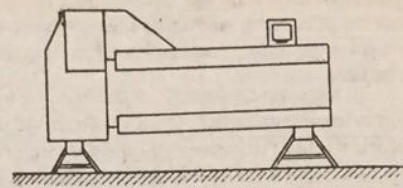


Fig. 2.62. Poziția batiului reprezentat în figura 2.61 pentru răzuirea suprafeței 4.

terminarea răzuirii suprafețelor superioare ale ghidajului batiului se așază astfel încât să permită și răzuirea suprafețelor laterale și a celor inferioare. Așezarea se face în aceleași condiții de planitate arătate mai înainte. În cazul unei mașini de alezat și frezat, poziția batiului va fi cea indicată în figura 2.61 urmând a se răzii suprafețele 2 și 3.

Rectilinitatea suprafeței laterale 2 se verifică tot cu nivela cu bulă de aer (abaterea maximă 0,015/1 000 mm), iar perpendicularitatea ei față de ghidajul superior se verifică cu un echer de control lung de 250 mm a cărui abatere nu trebuie să depășească 0,01 mm. Tot cu echerul de control se verifică și petele de contact. Paralelismul suprafeței 3 față de ghidajul superior 1 (0,01 mm) se verifică cu ajutorul unui comparator montat pe un echer. Pentru verificarea petelor de contact se va folosi un linial de tușat de circa $20 \times 30 \times 1\ 300$ mm, care trebuie să corespundă indicațiilor din tabelul 2.3. Pentru răzuirea restului de suprafețe se întoarce batiul ca în figura 2.62 și se procedează identic ca la operația anterioară.

După răzuire, batiul se întoarce în poziția inițială în plan perfect orizontal în vederea executării operațiilor de montaj. Pentru executarea operațiilor de prelucrare, toleranțele se aleg astfel încât abaterea totală după verificarea finală a mașinii-unelte să nu depășească valoarea cuprinsă în normele de verificare. În scopul reducerii volumului de lucrări la operația de asamblare (împerecherea subsansamblurilor și pieselor) semnul toleranței între operații trebuie să se stabilească în cursul prelucrării, în așa fel ca la asamblare toleranțele însumându-se să se anuleze reciproc și să asigure montarea subsansamblului în raport cu planul de bază, în limitele preciziei stabilite.

La răzuirea ghidajelor batiului, ale mesei sau ale căruciorului trebuie să se asigure abaterile indicate în norma la deplasarea mesei sau căruciorului dintr-o poziție extremă în alta.

Toate ghidajele mașinilor-unelte cu excepția strungurilor paralele se răzuiesc cu o ușoară convexitate (bombare în sus), în sens longitudinal (fig. 2.63, a și b).

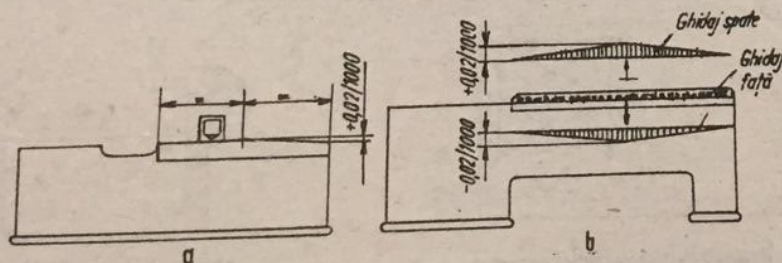


Fig. 2.63. Forma ghidajelor după răzuire: a - pentru mașini de toate tipurile; b - pentru strunguri paralele.

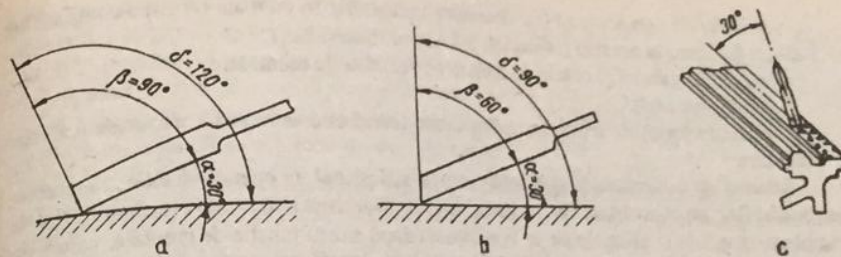


Fig. 2.64. Poziția răzuitorului în timpul lucrului: a - răzuitor cu fațetă de așchiere dreaptă; b - răzuitor cu fațetă de așchiere la 30°; c - poziția răzuitorului față de batiu.

La strungurile paralele și, în general, la acelea la care distanța între vârfuri depășește 750 mm ghidajele trebuie să se prezinte după răzuire astfel: ghidajul din față, convex (bombat în sus), ghidajul din spate concav (bombat în jos).

Abaterea de la rectilinitate a ghidajelor se măsoară din centrul batiului spre extremități.

Operația de răzuire depinde de forma răzuitorului și unghiul de ascuțire. Acest unghi, ca și poziția răzuitorului în raport cu suprafața de prelucrat sunt indicate în figura 2.64. În timpul răzuirii, așchia de metal este îndepărtată numai în cursa activă, adică la mișcarea spre înainte. Pentru a se obține o suprafață netedă și precisă este necesar ca la sfârșitul fiecărei curse active să se ridice răzuitorul de pe suprafața de lucru. În caz contrar pot rezulta zgârieturi. Răzuitorul se ține cu mâna dreaptă sub un unghi de 30° față de suprafața de răzuit și i se imprimă o mișcare înainte, în timp ce cu mâna stângă se apasă ușor înspre suprafața de prelucrat. Lungimea cursei răzuitorului și lungimea urmei lăsate de el, precum și forța de apăsare depind de gradul de precizie a răzuirii.

Cu cât precizia ce trebuie obținută la răzuire este mai mare, cu atât lungimea urmei trebuie să fie mai scurtă. Direcția mișcării răzuitorului se schimbă tot timpul pentru ca urmele respective să fie dirijate în direcții diferite și să se întretaie (fig. 2.64, c). În urma unei astfel de prelucrări, petele obținute sunt mai vizibile, iar suprafața prelucrată mai precisă și mai uniformă. Urmele răzuitorului trebuie să capete forme aproximativ pătrate.

Operația începe cu o răzuire de degroșare, în mai multe treceri, până la apariția unor pete mari, repartizate uniform pe întreaga suprafață a ghidajelor. La început se răzuiește cu mișcări puternice. Când petele încep să devină egale, presiunea pe răzuitor trebuie micșorată. Pe măsură ce se continuă răzuirea, numărul petelor se mărește. Operația se termină cu o răzuire de finisare, fracționând petele până la obținerea numărului de pete corespunzător gradului de precizie cerut.

2.11.2. Asamblarea cutiilor de viteze și avansuri

Asamblarea cutiilor de viteze și avansuri se face folosind documentația tehnică specifică, și anume:

- desenul de ansamblu, schema de asamblare, fișa tehnologică sau planul de operații.

Desenul de ansamblu trebuie să cuprindă:

- vederile și secțiunile necesare, astfel încât să nu creeze neclarități muncitorului în înțelegerea ansamblului (citirea desenului);

- tabelul de componență (de deasupra indicatorului) cu toate reperele componente și datele referitoare la acestea (material, STAS, nr. bucăți etc.);
- cotele de gabarit și cotele ce trebuiesc realizate la asamblare;
- masa produsului;
- toate prescripțiile tehnice suplimentare (când este cazul) care trebuiesc realizate la asamblare.

Schema de asamblare și fișa tehnologică sau planul de operații stabilesc succesiunea operațiilor de asamblare în ordinea logică a realizării lor, SDV-urile folosite la asamblare, mașinile și utilajele ce se vor folosi (după caz în funcție de greutate, volum de producție etc.) norma tehnică de timp pentru fiecare operație și produs etc.

Cutiile de viteze și avansuri sunt subansambluri componente ale mașinilor-unelte destinate variației turației la ieșire (arborele principal al mașinii-unelte) respectiv a treptelor de avansuri (la mecanismul de avans). Elementele componente ale cutiilor de viteze și avansuri sunt de regulă: arbori, lagăre, roți dințate, volanți, cuplaje, ambreiaje. Aceste elemente (repere) se montează într-o piesă de bază numită carcasă care, de regulă, este formată din două bucăți: corp și capac.

Lucrările pregătitoare în vederea asamblării cât și a operațiilor de asamblare propriu-zisă a elementelor componente ale cutiilor de viteze și avansuri au fost studiate în anii anteriori. Totuși, trebuie precizat faptul că și de calitatea asamblării (jocuri între dantura roților dințate, și din lagăre, nivelul de zgomot, ușurința schimbării treptelor de turații sau avansuri etc.) cutiilor de viteze și avansuri depinde precizia și fiabilitatea mașinii-unelte în exploatare.

2.11.3. Pregătirea montanților și traverselor

Operația principală executată la montanți și traverse este *răzuirea ghidajelor*. De felul cum se va așeza piesa pentru răzuire depinde precizia și volumul de manoperă consumat.

Înainte de răzuire se verifică perpendicularitatea montanților în plan longitudinal (fig. 2.65, a) și în plan transversal (fig. 2.65, b) față de masa mașinii, stabilindu-se înclinația lor.

După aceea, montanții se demontează și se așază cu capătul superior în canalul unui suport special 1 (fig. 2.66), strângându-se cele două bride cu șurub 2. Cu ajutorul cepului 3 introdus în orificiul lateral al montantului, acesta, prin intermediul scoabelor 4

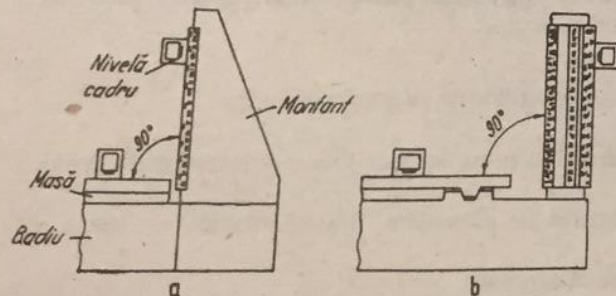


Fig. 2.65. Verificarea perpendicularității montanților: a - în plan longitudinal; b - în plan transversal.

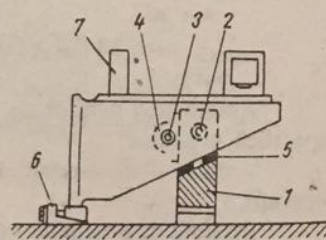


Fig. 2.66. Poziția montantului pentru răzuirea suprafețelor laterale.

presează asupra suportului. Între fundul canalului suportului și montant, precum și între bridele cu șurub și montant se introduc garniturile de cupru 5. Sub baza de reazem a coloanei și sub suport se așază saboții de reglare 6. Poziția coloanei în direcție longitudinală se reglează cu sabotul așezat sub baza de reazem a coloanei, iar, în direcția transversală prin reglarea sabotilor așezați sub suport.

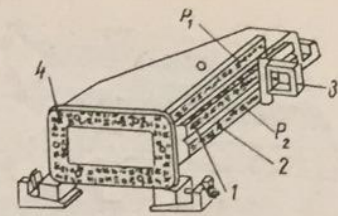


Fig. 2.67. Dispozitiv de fixare a traversei pentru răzuire.

În direcție longitudinală, montantul se verifică cu ajutorul nivelei 7, iar în direcție transversală - cu ajutorul nivelei așezate pe un dorn calibrat pus transversal pe ghidaje.

După această așezare se poate începe răzuirea. Pentru răzuirea ghidajelor laterale, montanții se așază cu unul din planele laterale în sus. Sub capătul superior al coloanei se așază un sabot de reglare, iar sub baza de reazem a montantului doi saboti de reglare. În direcție transversală, poziția montantului se reglează cu sabotii așezați sub baza de reazem a montantului. Verificarea se face cu ajutorul unei nivele-cadru 3 (fig. 2.67) care se aplică pe un dorn calibrat așezat vertical pe suprafețele 1 și 2.

În direcție longitudinală poziția coloanei se verifică cu nivela cu bulă de aer plasată la capetele coloanei.

După răzuirea planului P_1 , montantul se întoarce pentru a se răzui și planul P_2 .

După răzuirea ghidajelor se răzuiesc bazele montantului 4.

La traverse, în primul rând se răzuiesc ghidajele pe care se deplasează cărucioarele arborilor principali. După verificarea rectilinității și paralelismului acestora se răzuiesc ghidajele de pe montanți, verificându-se așezarea lor într-un singur plan paralel la ghidaje.

În vederea răzuirii, traversa se fixează pe cadrul special 1 (fig. 2.68) montat pe suportul 2. Reglarea orizontalității traversei se face cu penele 3, iar verificarea cu nivela cadru 4.

Paralelismul ghidajelor prismatice ale traverselor se verifică cu ajutorul a două comparatoare (fig. 2.69).

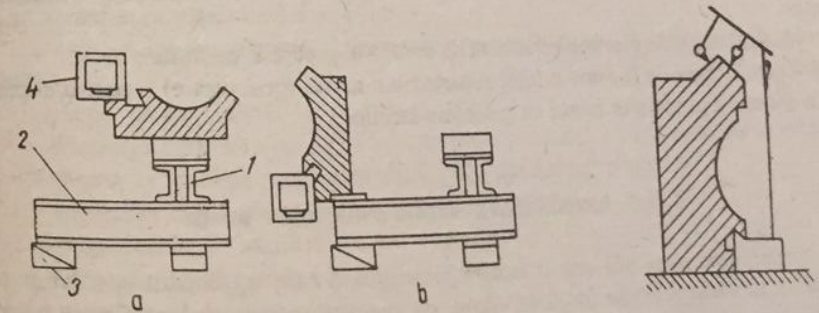


Fig. 2.68. Așezarea traversei în vederea răzuirii.

Fig. 2.69. Verificarea paralelismului ghidajelor prismatice cu ajutorul a două comparatoare. Diagram showing two comparators being used to check the parallelism of the beam's guides.

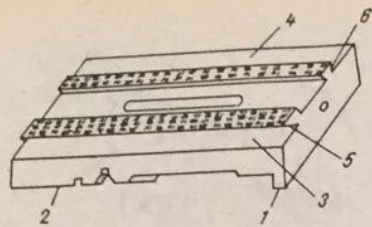


Fig. 2.70. Ordinea de răzuire a suprafețelor.

2.11.4. Pregătirea săniilor și meselor pentru asamblare

Săniile (longitudinală, transversală și port-çuțit etc.) sunt piese componente ale mașinilor-unelte, care se montează, de regulă, pe ghidajele batiului (exemplu, sania longitudinală a căruciorului, la strungul normal), dar și una pe cealaltă.

Pregătirea saniei longitudinale (principala) a strungului normal pentru asamblare constă în răzuirea ghidajelor inferioare (suprafețe de contact cu batiul) și superioare (suprafețe de contact cu ghidajele saniei transversale).

Sania se așază pe ghidajele batiului acoperite cu vopsea și, presând alternativ pe colțurile ei, se verifică prezența sau absența devierilor. Loviturile saniei de batiu se execută numai în cazurile când sania are deformații. Ajustarea saniei la ghidajele batiului se execută mai întâi cu pila și apoi cu răzuitoarul, dacă denivelările variază între 0,2 și 0,4 mm. Pilirea începe cu colțurile pe care se sprijină sania. Răzuirea se face în așa fel încât un calibrul de interstii de 0,03 mm să nu intre la capete mai adânc de 10 mm. Planitatea se verifică cu linialul de tușat. Numărul petelor admise pe o suprafață de 25 × 25 mm este de 8–10. După aceea, se răzuiesc suprafețele 3, 4, 5, 6 (fig. 2.70) în ordinea următoare:

- suprafețele 3 și 4 se ajustează după suprafețele de contact ale saniei transversale, iar fețele de contact se verifică cu un linial trinughiular de tușat;
- suprafața 5 se ajustează după pana de ghidare a tălpii, verificându-se cu vopsea petele de contact și perpendicularitatea ei pe ghidajele batiului;
- suprafața 6 se ajustează tot după pana de ghidare a tălpii iar paralelismul suprafețelor 5 și 6 se verifică în plan orizontal.

Plăcile de strângere inferioare se răzuiesc după ghidajele 1 și 2 ale batiului, separat pe porțiunea de contact cu ghidajele și trebuie să fie strict paralele cu suprafața de așezare pe sanie. Apoi se răzuiesc suprafețele lor de așezare pe sanie. Răzuirea se consideră terminată atunci când un calibrul de interstii de 0,03 mm nu pătrunde între placa de strângere și ghidajul inferior. Prin strângerea plăcilor, sania trebuie să se deplaseze ușor pe ghidajele batiului.

În vederea pregătirii meselor pentru asamblarea generală se parcurg următoarele operații:

- răzuirea ghidajelor mesei urmată de controlul preciziei de formă;
- prelucrarea de finisare a feței superioare a mesei (prin tușare) – controlul preciziei de contact a ghidajelor mesei cu ghidajele săniilor.

2.11.5. Asamblarea generală a mașinilor-unelte

Asamblarea generală este o lucrare pretențioasă care înglobează operații de poziționare a subansamblurilor (cutii de viteze, de avansuri, suporturi, lagăre etc.), trasare, găurire, filetare, alezare, ajustare, răzuire, reglare, fixare, control etc. necesitând muncitori (lăcătuși constructori de mașini) cu înaltă calificare.

Documentele de bază folosite sunt: desenul de ansamblu, schema de asamblare, fișa tehnologică sau planul de operații, caietul de sarcini.

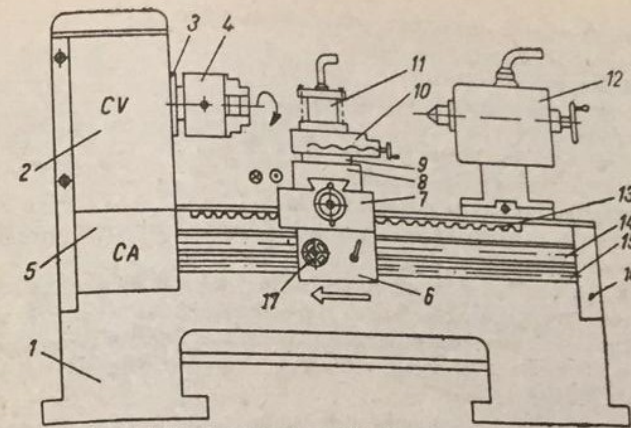


Fig. 2.71. Vedere generală simplificată a strungului normal SN 400.

Sculele folosite sunt, în principiu: pile, răzuitoare, discuri abrazive, burghie, tarozi, alezoare etc.

Dintre mașinile, dispozitivele și instalațiile folosite se pot enumera: mașina de găurit electrică portabilă, polizoare electrice sau cu aer comprimat, mandrine și bușe Con Morse, dispozitive de fixare a sarcinii, instalații de ridicat și transportat.

Pentru verificarea jocurilor și preciziei geometrice se folosesc: lere (șpioni), șubler cu precizie 0,02 sau 0,05 μ, micrometrul, comparatorul cu cadran cu stativ, rigle de verificat (tușat) etc.

Pentru exemplificare se va studia tehnologia de asamblare a strungului normal SN 400 (fig. 2.71).

Sucesiunea operațiilor de asamblare este următoarea:

- montarea cutiei de viteze 2 pe batiul 1;
- montarea universalului 4 pe arborele principal 3;
- montarea cutiei de avansuri 5;
- montarea motorului electric;
- montarea roților de curea pe arborele motor și arborele de intrare în cutia de viteze și montarea curelelor de transmisie;
- montarea roților dințate care transmit mișcarea de la CV la CA (lira roților de schimb);
- montarea cremalierii 13;
- montarea barei de avansuri 15 și șurubului conducător 14 în cutia căruciorului 6;
- montarea barei de avansuri și a șurubului conducător pe strung;
- montarea căruciorului 6 pe sania longitudinală 7;
- montarea saniei transversale 6;
- montarea plăcii rotative 9;
- montarea saniei port-çuțit 10;
- montarea port-çuțitului 11;
- montarea păpușii mobile 12;
- montarea ecranului de protecție;
- montarea pompei și instalației de răcire.

Montarea cutiei de viteze 2 comportă următoarele faze:

- așezarea cutiei (carcasei) pe batiu;
- poziționarea față de ghidaje;
- trasarea găurilor (de fixare și centrare);
- îndepărtarea cutiei de viteze;
- găurirea, filetarea, alezarea găurilor;
- așezarea, centrarea și fixarea cutiei;
- controlul poziției față de ghidajele batiului.

Universalul 4 se montează prin înșurubare pe capătul arborelui principal și apoi se asigură împotriva deșurubării cu un știft filetat.

Cutia de avansuri 5 se montează pe partea laterală a batiului (sub cutia de viteze) parcurgându-se în principiu aceleași faze ca la montarea cutiei de viteze. Se va avea în vedere respectarea paralelismului și distanței dintre capetele arborilor ce ies (spre stânga) din cele două cutii pe care se vor monta roțile dințate care vor transmite mișcarea de la cutia de viteze la cutia de avansuri.

Montarea sistemului de transmisie care introduce mișcarea în cutia de viteze constă în montarea motorului electric pe suportul din spatele strungului, montarea roților de curea, montarea curelelor și întinderea acestora.

Pentru o transmitere corespunzătoare se va urmări ca suprafețele frontale ale roților de curea să fie în același plan, iar curelele să fie bine întinse.

Cremaliera 13 se montează pe batiu (sub ghidaje) prin fixare cu șuruburi și centrare cu știfturi (bolțuri) de poziție. Știfturile de poziție sunt folosite ori de câte ori este necesară asigurarea aceleiași poziții a subsansamblurilor la demontări repetate (exemplu, în cazul reparațiilor).

Bara de avans, șurubul conducător și axul (bara) pe care se montează maneta de pornire-oprire și inversare a sensului de rotație a universalului se montează prin cutia căruciorului și apoi pe mașina-unealtă. În partea din stânga cele trei elemente se montează în bușele ce ies din cutia de avansuri asigurându-se cu știfturi, iar în partea din dreapta sunt sprijinite de suportul lagăre 16.

Căruciorul se fixează de sania longitudinală 7 (așezată pe ghidajele batiului) cu șuruburi, centrarea acestora fiind asigurată de știfturi de poziție.

Se face apoi verificarea angrenării roții dințate din cutia căruciorului (montată pe axul roții de mână 17) cu cremaliera 13 (montată pe batiu). Verificarea se face manual prin acționarea roții de mână 17. Se urmărește ca deplasarea căruciorului să se facă ușor și fără șocuri.

Prin rotirea manuală a universalului se va verifica și modul în care angrenează piulița secționată (din cărucior) la cuplarea acesteia pe șurubul conducător.

Prin montarea celorlalte sănii (transversale, port cuțit) o atenție deosebită va fi acordată realizării jocului minim dintre ghidaje folosind una din soluțiile constructive reprezentate în figura 2.72. Astfel, prin împingerea penelor 1 cu ajutorul șuruburilor 2 (fig. 2.72, a și b) acestea se așază cu joc minim pe ghidajul fix. Pentru a fi posibil acest lucru este necesar ca șuruburile de trecere prin pană să fie mai întâi slăbite, iar după reglare strânse la loc. Jocul reglat, verificat cu calibre de interstițiu trebuie să asigure o bună rigiditate a saniei dar și o ușoară deplasare a acesteia pe ghidaje. Precizia deplasării săniilor este asigurată de jocul din mecanismul șurub-piuliță. Un joc dintre spirele filetului prea mic conduce la o deplasare greoaie a saniei, iar un joc prea mare conduce la erori de deplasare.

După montarea păpușii mobile, a ecranului de protecție, pompei și instalației de răcire se procedează la verificarea asamblării și probe de mers în gol și în sarcină.

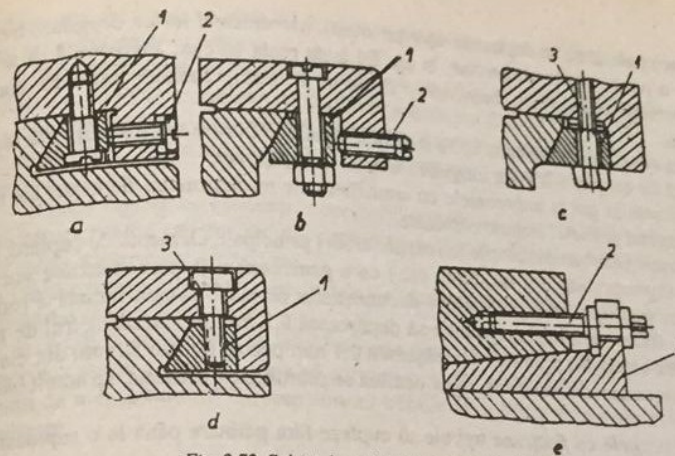


Fig. 2.72. Soluții de reglare a jocului din ghidaje.

2.11.6. N.T.S.M. specifice asamblării

În afara regulilor de tehnica securității muncii specifice oricărui loc de muncă, la asamblare se impun:

- organizarea rațională a locului de muncă și dotarea acestuia cu scule corect ascuțite, care să prezinte mânere fixate corespunzător;
- pentru prevenirea accidentelor cauzate de așchiile care se detașează în procesul de așchiere, se vor folosi ecrane, apărătoare, ochelari și chiar panouri de protecție;
- se va acorda atenție la ridicarea și transportarea batiurilor, meselor, traverselor etc. cu ajutorul mijloacelor de ridicat și transportat;
- verificarea operațiilor executate se va face cu mijloace de controlat și verificat, precum și cu dispozitive adecvate în stare perfectă de funcționare.

2.12. VERIFICAREA ASAMBLĂRII. PROBE DE MERS ÎN GOL ȘI PROBE DE MERS ÎN SARCINĂ

2.12.1. Verificarea asamblării

După operațiile de asamblare și montaj a mașinilor-unelte se procedează la verificarea calității execuției.

La mecanismele cu deplasări calculate (șuruburi de conducere ale cărucioarelor, meselor, săniilor de lucru) se admit curse moarte de maximum 0,05 mm la mașini de precizie normală și de 0,002 mm la mașinile cu precizie ridicată (în special cele cu citire optică).

Cursa în gol a șuruburilor de avans și de ridicare nu trebuie să depășească 0,1 mm la mașini de precizie normală și 0,05 mm pentru cele de precizie ridicată.

Funcționarea roților dințate se va face fără șocuri și fără zgomot prea mare, iar jocul dintre flancul dinților nu trebuie să depășească valorile stabilite. Roțile dințate

baladoare trebuie să se deplaseze ușor pe arbori. Mecanismul lor de deplasare trebuie să asigure o poziție de lucru precisă, în așa fel încât roata cu care angrenează să se suprapună perfect peste roata baladoare. Eroarea de nesuprapunere este de maximum 0,05 mm.

La angrenajele melcate, spira melcului va atinge fiecare dinte al roții elicoidale pe o distanță de cel puțin 2/3 din lungimea arcului de înfășurare.

Cursele în gol la angrenajele cu cremalieră ale mecanismelor de avans ale mașinilor de burghiat și filetat trebuie eliminate.

Piese și subansamblurile în rotație (arbori principali, elemente de cuplare, limitatoare de suprasarcină, roți de curea etc.) care generează solicitări dinamice vor trebui echilibrate, conform prevederilor din documentația de bază. Bătaia radială a roților de transmisie fixate pe arbori nu trebuie să depășească 0,2 mm pentru diametrul de până la 250 mm, iar bătaia frontală să nu depășească 0,1 mm pentru fiecare 50 mm din diametrul roții (pentru mașini de rectificat, unde acestea se echilibrează dinamic, se admit bătaii sub 0,05 mm).

Ambreiajele cu fricțiune trebuie să cupleze fără patinare până la o suprasarcină a arborelui de 25% din turația maximă.

Nu se admit jocuri longitudinale ale ambreiajelor cu gheare în poziții extreme și ale pârghiilor care comandă cuplarea.

Poziția deschisă și închisă a piuliței șurubului condus trebuie să se fixeze liber și sigur.

Știfturile de centrare conice și cilindrice se controlează înainte de montarea în alezajele respective cu vopsea, pentru a se vedea dacă aderă pe toată suprafața lor.

Pinolele păpușii mobile sau a suporturilor nu trebuie să aibă joc la scoaterea din păpușă.

Lunetele trebuie să se deplaseze ușor, să se fixeze strâns pe ghidaje și să asigure direcția în susținerea corectă a pieselor care se rotesc, iar fălcile de centrare să fie bine ajustate în locașurile lor, să se deplaseze lin, fără joc și gripare.

Vârfurile de centrare nu trebuie să aibă jocuri în locașurile conice respective.

Universalul sau planșaiba mașinii trebuie să se înșurubeze ușor pe arborele principal și fără joc.

Nu se admit infiltrații de ulei, apă, așchii, praf sau alte materiale pe sub capacele care acoperă diferitele mecanisme.

Instalațiile hidraulice trebuie asigurate printr-o etanșare perfectă împotriva pătrunderii aerului sau pierderii presiunii.

Țevile exterioare ale instalațiilor electrice și ale sistemului hidraulic vor urmări contururile mașinii sau utilajului, respectând valorile razelor de curbură, astfel încât să fie ferit de lovituri. Conductele instalației hidraulice nu vor avea unghiuri ascuțite de îndoire, deformări, ondulații pe porțiunile drepte și trebuie fixate rigid.

Deplasarea mecanismelor acționate hidraulic trebuie să se facă silențios, fără vibrații și șocuri, oricare ar fi viteza, indiferent dacă mașina funcționează în gol sau în sarcină.

Nu se admit scurgeri sau pierderi de ulei din instalație. Temperatura de regim a uleiului din rezervor nu trebuie să depășească 60°C.

Instalațiile de răcire, de ungere, precum și instalațiile pneumatice trebuie să funcționeze fără întreruperi, iar micșorarea debitelor este permisă numai atunci când se folosesc robinetele de reglare.

În momentul pornirii mașinii, instalația de ungere trebuie să asigure o ungere suficientă a tuturor suprafețelor de frecare.

Sistemul de filtrare a uleiului, a apei de răcire sau a aerului comprimat trebuie să fie ușor accesibil pentru curățare.

În timpul funcționării mașinii, lagărele nu trebuie să se încălzească mai mult de 70°C. Dacă această temperatură este depășită cauzele pot fi:

- pentru *lagăre cu alunecare*: ajustarea necorespunzătoare a cuzinetului pe fus, defect de montare, ulei necorespunzător, alimentare necorespunzătoare cu ulei, solicitări prea mari etc.;

- pentru *lagăre cu rulmenți*: neperpendicularitatea rulmentului pe axa arborelui, ulei necorespunzător, nivelul uleiului depășește mijlocul corpurilor de rulare, între canalele de rulare a pătruns murdărie etc.

Ungătoarele, orificiile și conductele de ulei trebuie să fie protejate contra pătrunderii prafului și așchiilor.

Se verifică obligatoriu semnalizatoarele lipsei de ulei din mașină scoțându-se din rezervorul mașinii o cantitate de ulei corespunzătoare semnalizării. O dată cu scăderea nivelului de ulei, plutitorul întrerupătorului trebuie să coboare și să conecteze lampa de semnalizare.

2.12.2. Probe de mers în gol

Probele de mers în gol au drept scop evidențierea modului în care subansamblurile și mecanismele (componente ale mașinii-unelte) răspund prescripțiilor tehnice impuse în caietul de sarcini și constau în:

- verificarea funcționării mecanismului mișcării principale la toate vitezele, începând cu cea mai mică viteză și trecând prin toate treptele de viteză, până la viteza maximă. Se menține această viteză timp de 1/2 oră, după atingerea temperaturii stabilite a lagărelor. Această temperatură este luată în considerare când după patru citiri succesive la interval de 5' valoarea citită rămâne constantă. Temperatura lagărelor arborilor principali nu va depăși 60°C, pentru lagărele cu alunecare și 70°C, pentru cele cu rostogolire. La restul mecanismelor, temperatura lagărelor nu trebuie să depășească 50°C;

- verificarea valorilor turațiilor, conform STAS 6904-64;

- verificarea valorilor avansurilor, conform STAS 6904-64, se efectuează la una din treptele de turație, fixată prin documentația de bază. La mașinile-unelte prevăzute cu dispozitive pentru realizarea mișcării rapide între diversele faze de lucru ale mașinii se verifică: precizia funcționării dispozitivelor automate la comutarea de la un ciclu la altul și funcționarea lină a dispozitivelor în momentul comutării;

- verificarea organelor de comandă și conducere la porniri, schimbări și opriri în scopul stabilirii funcționării prompte a acestora, eventualelor blocări nepermise între mecanisme, funcționării corecte a blocajelor impuse;

- verificarea funcționării prompte a opritoarelor automate și reglabile pentru comanda decuplării mecanismului respectiv;

- măsurarea cursei de rezervă, după decuplarea automată;

- verificarea siguranței în funcționare a sistemelor de acționare electrică, hidraulică, pneumatică a filtrării care se întoarce la rezervor și a inexistenței pierderilor din conducte și a temperaturii uleiului în instalația de acționare hidraulică;

- verificarea funcționării corespunzătoare a instalației de răcire;

- verificarea funcționării corespunzătoare a instalației de ungere și măsurarea temperaturii în rezervorul de ulei, care se va face după atingerea temperaturii de stabilizare a lagărelor;

- verificarea nivelului de zgomot (STAS 8857-72).

2.12.3. Probe de mers în sarcină

Probe de mers în sarcină se execută după atingerea temperaturii stabilizate a lagărelor și constau în:

- funcționarea normală a mecanismelor;
- absența zgomotelor, vibrațiilor anormale, a mersului neregulat în mișcări etc.;
- funcționarea corectă a echipamentelor (electrice, electronice, hidraulice, pneumatice, de ungere, de răcire). Se verifică temperatura uleiului din instalația de acționare hidraulică și de ungere;
- funcționarea promptă și sigură a dispozitivelor destinate protejării în timpul lucrului și a mașinii, utilajului sau instalației împotriva suprasarcinilor;
- funcționarea corectă a frânelor ambreiajelor și stabilitatea manetelor de comandă;
- verificarea dispozitivelor de prindere a pieselor în vederea prelucrării, a sarcinilor de ridicat și transportat etc.;
- verificarea reglajului.

Curelele și lanțurile de tracțiune trebuie să fie bine întinse. În cazul mai multor curele trapezoidale așezate unele lângă altele, acestea trebuie să fie egal încărcate. Din această cauză, ele se pretensionează, adică se suprasolicitează, pentru ca să nu se mai lungesc la solicitarea normală.

Sunt mașini și utilaje a căror funcționare este dependentă de așezarea lor în poziție orizontală. Orizontalitatea mașinilor, utilajelor și instalațiilor este indicată de către nivela-cadru, care se așază numai pe suprafețele de ghidare finisate, răzuite, rectificate sau rabotate.

Verificarea mașinii-unelte la mersul în sarcină se face în condiții cât mai apropiate de cele normale de lucru. Pentru aceasta se prelucrează o epruvetă (piesă de probă) care se supune apoi controlului dimensional. În timpul prelucrării se fac toate verificările mașinii ca și la mersul în gol. Verificările se fac atunci când mașina este solicitată la puterea nominală, lucru ce se constată prin legarea în circuitul motorului a unui ampermetru și a unui voltmetru. Mașina se încearcă la mers în sarcină cu puterea nominală timp de 30 min și pentru durate mici de timp, la o suprasarcină de 25%.

Încercarea mașinii-unelte la rigiditate se face cu aparate speciale dinamometrice, care determină deformările elastice care apar la mașină sub acțiunea forțelor de așchiere. Construcția aparatelor și dispozitivelor dinamometrice diferă de la caz la caz, după specificul mașinii-unelte.

Capitolul 3

REGLAREA MAȘINILOR-UNELTE

Operația de reglare constituie ansamblul de operații tehnologice efectuat asupra mașinii-unelte înainte de intrarea acesteia în funcțiune, în vederea stabilirii valorilor optime pentru toți parametrii funcționali prevăzuți în proiectul de execuție sau cartea tehnică a mașinii-unelte.

La reglarea mașinilor-unelte se urmărește, în principal: reglarea turațiilor, reglarea săniilor, reglarea meselor, reglarea sculelor, reglarea dispozitivelor etc.

3.1. REGLAREA TURAȚIILOR

Se realizează pe baza măsurării mărimii de ieșire, a comparării ei cu mărimea de intrare, și a acționării asupra mașinilor-unelte, astfel încât diferența dintre acestea să fie cât mai mică, în limite prescrise. Reglarea mașinilor-unelte poate fi manuală sau automată. Astfel, în cazul unui strung se poate face reglarea manuală a turației arborelui principal sau a avansului sculei la mașinile-unelte.

La reglarea automată toate operațiile sunt efectuate de aparate, mașini și dispozitive împreună cu legăturile aferente, destinate acestui scop. Circuitul de reglare automată este alcătuit din:

a) *calea directă* în care sunt situate elementul de comparare, regulatorul, elementul de execuție și elementul automatizat (instalația, procesul tehnologic, mașina-unelte – care constituie obiectul reglării);

b) *calea inversă* sau calea de reacțiune, în care este situat elementul de măsură (traductorul).

În cazul de față ne vom referi numai la reglarea manuală a acționării mașinilor-unelte, în speță, reglarea continuă a turațiilor.

Astfel, realizarea vitezei optime de așchiere este posibilă numai pentru anumite valori ale diametrului piesei de prelucrat.

În afară de mecanismele cu roți dințate care permit realizarea de turații în trepte s-a ajuns la realizarea unor mecanisme care să asigure reglarea continuă – fără trepte – a turațiilor, denumite *variatoare de turație* (v. cap. 1 subcap. 1.4) care pot fi mecanice, hidraulice sau electrice.

În general, la strungurile universale, carusel, strungurile revolver etc. turațiile și avansurile de lucru se reglează ușor, deoarece acestea sunt înzestrate cu cutii de viteze și de avansuri, prevăzute cu roți baladoare și roți de schimb, care permit obținerea unei game destul de largi de turații și de avansuri fără a complica suplimentar construcția cutiilor de viteze și de avansuri. Astfel, la strungurile-revolver, mai laborioasă este montarea sculelor în capul-revolver și fixarea poziției opritoarelor de pe tamburul capului-revolver. Pentru fiecare poziție de lucru a capului-revolver corespunde un opritor pe tamburul cu opritoare. De poziția corectă a acestor opritoare depinde decuplarea la timp a avansului longitudinal al capului-revolver, deci de precizia de prelucrare a semifabricatului. Poziția corectă a opritoarelor pe tambur se determină după schema de reglaj.

Aceeași reglare se execută și pentru axul cu opritoare, cu care sunt prevăzute unele strunguri-revolver pentru căruciorul intermediar și sania lui transversală.

La reglarea mașinilor de rabotat se are în vedere determinarea vitezei optime de așchiere în timpul cursei active (m/min).

Și la mașinile de frezat reglarea turațiilor axului principal este dependentă de viteza de așchiere economică (m/min), diametrul frezei cu care se lucrează (mm).

Se poate spune că toate calculele de reglare a mașinilor-unelte au la bază ecuațiile generale ale lanțurilor cinematice respective.

3.2. REGLAREA SĂNIILOR, MESELOR ȘI SCULELOR

În clasa a X-a la cap. 19 – Probleme generale ale tehnologiei asamblării – s-au făcut precizări privind stabilirea ajustajului corespunzător ținând seama de factorii care influențează calitatea îmbinării: fizică, tehnologică, constructivă de exploatare. Astfel, durabilitatea unei îmbinări fixe depinde de alegerea în mod corespunzător a strângerii și a mărimii microneregularităților suprafețelor, iar rezistența la uzură a îmbinărilor mobile depinde de stabilirea cât mai rațională a jocurilor.

La asamblarea pieselor în construcția de mașini sunt folosite cinci metode de asamblare. Dintre acestea, la reglarea unor piese și subansambluri ale mașinilor-unelte se aplică „asamblarea prin metoda reglării” ce se realizează prin schimbarea valorii unei anumite dimensiuni prin reglare introducând în subansamblul respectiv o piesă specială, suplimentară numită *compensator*, care poate fi: șaibă, inel, garnitură, bucșă, șuruburi etc.

Astfel, pentru schimbarea poziției uneia dintre cele două piese asamblate, stabilize în prealabil se recurge la reglarea cu elemente de compensare.

De asemenea, în cazul strungurilor universale jocul necesar între sanie și ghidaj poate fi realizat, fără ajustare, prin intermediul unei pene reglabile. După o anumită perioadă de funcționare, datorită uzării pieselor în contact, jocul se mărește, fiind necesară o nouă compensare prin reglarea penei mobile.

Metoda reglării se poate folosi cu bune rezultate la rezolvarea lanțurilor de dimensiuni care trebuie să asigure o precizie ridicată a elementului de închidere (rezultant) precum și la lanțuri de dimensiuni la care, în timpul exploatării, dimensiunile elementelor componente se modifică datorită uzării sau variației temperaturii.

Ghidajele triunghiulare (în formă de „V”) folosite la mașinile-unelte prezintă avantajul că realizează o autoreglare a jocurilor ce apar în timpul funcționării. Autoreglarea se produce sub acțiunea greutății proprii a săniilor și a forțelor care presează săniile pe ghidaje.

O etapă importantă în tehnologia de montaj a ghidajelor cu mișcare de translație o constituie reglarea acestora.

În figura 3.1 se prezintă modul de reglare a jocurilor ghidajelor cu ajutorul unor piese de reglare sau compensare alcătuite din pene paralele sau înclinate. Astfel, penele paralele 1 sunt acționate de șuruburile de reglare 2 în direcția perpendiculară (fig. 3.1, a); pe măsură ce ghidajul se uzează, se rotește șurubul 2, care sprijinându-se în pana paralelă 1, elimină jocurile existente.

Reglarea jocurilor cu ajutorul penelor înclinate se efectuează prin deplasarea penei în direcția axială (fig. 3.1, b, c), prin înșurubarea șurubului 2, care are capul sprijinit în

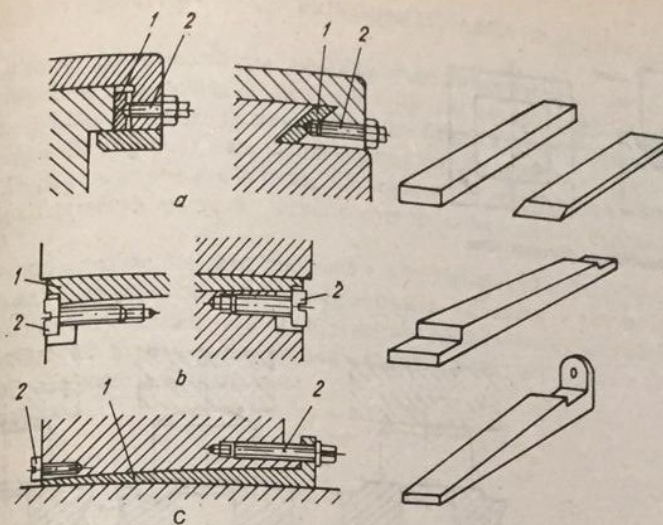


Fig. 3.1. Reglarea jocurilor cu ajutorul penelor.

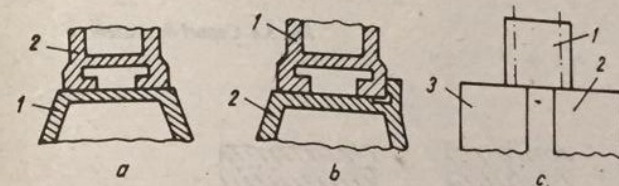


Fig. 3.2. Schema centrării pe cap.

umărul penei de fixare. Pana fiind înclinată, în deplasarea ei produce ridicarea ghidajului și astfel se elimină jocul. În general, îmbinarea suprafețelor plane se realizează în trei moduri (fig. 3.2), astfel:

- prin contactul pe câte o suprafață a pieselor 1 și 2 care se îmbină (fig. 3.2, a);
- piesa 1 are contact pe două suprafețe perpendiculare între ele cu piesa 2 (fig. 3.2, b);
- piesa 1 se sprijină pe două piese (fig. 3.2, c).

Dintre cele trei tipuri de îmbinări ale suprafețelor plane cel mai simplu și mai utilizat este primul deoarece la asamblare este necesar să se realizeze doar un contact perfect pe toată suprafața de montaj.

La toate tipurile de îmbinări prin suprafețe plane trebuie respectată condiția de planitate și perpendicularitate.

La îmbinarea suprafețelor plane cu știfturi, găurile se vor executa în ambele piese, după ce au fost în prealabil reglate și fixate în șuruburi.

Numărul știfturilor de centrare trebuie să fie de minim două.

Piese se pot asambla și după semnul de reper printr-o strângere ușoară a șuruburilor, urmată de reglarea poziției definitive a pieselor conjugate prin modificarea poziției lor reciproce, urmând strângerea definitivă. În sfârșit, la centrarea pe cea de a doua piesă (fig. 3.3) pentru a fixa îmbinarea se mai introduce o centrare suplimentară cu știft care are rolul de a împiedica rotirea pieselor una față de alta.

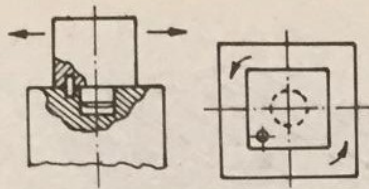


Fig. 3.3. Asamblări pe suprafețe plane.

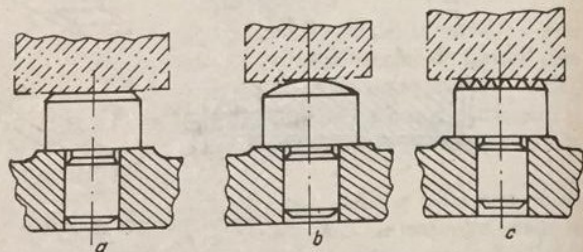


Fig. 3.4. Cepuri de reazem.

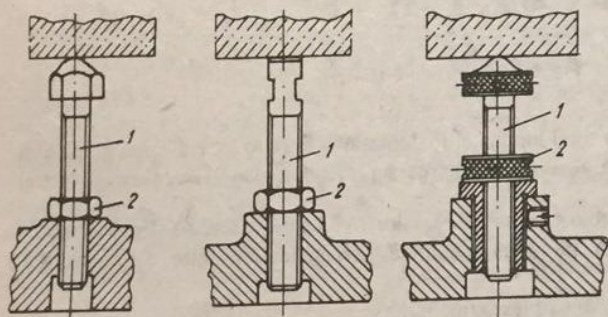


Fig. 3.5. Reazeme reglabile.

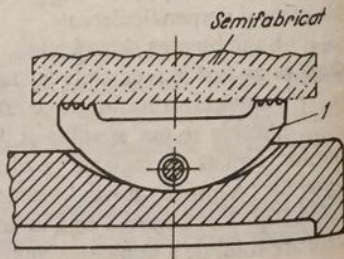


Fig. 3.6. Reazem reglabil.

3.3. NOȚIUNI GENERALE PRIVIND REGLAREA DISPOZITIVELOR

La construcția dispozitivelor mașinilor-unelte elementele de așezare⁸¹ ca: cepuri de reazem (fig. 3.4) cu suprafața de lucru plană (fig. 3.4, a), sferică (fig. 3.4, b) și zimțată (fig. 3.4, c), plăci de reazem de formă prismatică fixate cu șuruburi cu cap înecat și reazemele reglabile (fig. 3.5), care permit reglarea poziției suprafeței active în funcție de cerințe. După cum se observă în figura 3.5, reglarea se face prin rotirea șurubului 1 până când suprafața activă ajunge în poziția convenabilă, după care se execută blocarea cu piulița 2.

Pentru a realiza o așezare mai bună a semifabricatelor de dimensiuni mai mari în unele cazuri se folosesc reazeme autoreglabile (fig. 3.6) având ca element activ pârghia oscilantă 1 care oscilează în locașul său și permite o bună așezare a semifabricatului.

Se execută în mod curent portscule reglabile pentru cuțite folosite, în general, la strungurile automate și semiautomate.

⁸¹ Elementele de așezare au rolul de a permite așezarea semifabricatului în dispozitiv și orientarea acestuia în raport cu traiectoria tășurilor sculei așchietoare.

MECANIZAREA ȘI AUTOMATIZAREA MAȘINILOR-UNELTE

4.1. NOȚIUNI INTRODUCATIVE

În desfășurarea procesului de producție, intervin în mod obligatoriu, o serie de mișcări executate de om sau de mașină, simultan sau succesiv, într-o corelație bine determinată. Creșterea productivității muncii implică creșterea vitezei, forțelor și a numărului de mișcări care se execută simultan. În cazul muncii manuale aceasta înseamnă creșterea solicitărilor fizice și psihice ale muncitorului. Productivitatea muncii la care s-a ajuns în prezent, nu ar fi fost posibilă fără înlocuirea parțială sau totală a omului de către mașină și a funcțiilor pe care el le îndeplinește în procesul de producție.

Mecanizarea constă în înlocuirea parțială sau totală a omului, ca sursă de lucru, mecanic în procesul de producție. Elementele mașinilor-unelte care furnizează lucrul mecanic în forma cerută de procesul de producție se numesc *elemente de execuție* sau *motoare*.

Automatizarea asigură înlocuirea parțială sau totală a omului în funcție de comandă, coordonează și controlează procesul de producție.

Elementele cu ajutorul cărora mașinile realizează aceste funcții se numesc *elemente de automatizare* sau de *comandă*, iar ansamblul lor formează sistemul de comandă al mașinii.

Funcțiile mașinilor-unelte sunt:

- *funcțiunea principală*, realizată de mișcarea principală a mașinii-unelte;
- *funcțiunea de avans*, realizată de una sau mai multe mișcări simultan sau succesiv. Spre exemplificare, mașina clasică de găurit are una; strungul universal – două, mașinile de forjat – trei, ajungându-se până la șase mișcări de avans la mașinile-unelte grele și complexe;
- *funcțiunea de alimentare cu piese*, realizată de muncitor sau dispozitive speciale, printr-un complex de mișcări;
- *funcțiunea de orientare și fixare a piesei*, realizată de dispozitivul de prindere;
- *funcțiunea de schimbare a sculei*, realizată de muncitor sau de elementele speciale ale mașinii;
- *funcțiunea de apropiere și retragere rapidă între piesă și sculă*, realizată prin mișcări ce au traiectorii comune cu mișcările de avans;
- *funcțiunea de comandă*, care se asociază fiecărei mișcări în parte (comanda individuală) sau mai multor mișcări, implicând și coordonarea lor (comanda centralizată). Această funcțiune poate fi realizată de muncitor sau de mașină;
- *funcțiunea de reglare*, care se asociază unora din mișcări, care au parametri variabili; ea se poate executa în același mod ca și funcțiunea de comandă;
- *funcțiunea de control*, care poate fi aplicată uneia sau tuturor mișcărilor, ce se execută în timpul operațiilor, sau rezultatelor prelucrării, adică piesei executate.

Funcțiunile prezentate pot fi grupate în:

- *funcțiuni de lucru* (principală și de avans), care participă nemijlocit la procesul de prelucrare;

- *funcțiuni auxiliare* (alimentarea cu piese, orientarea și fixarea piesei, schimbarea sculei, apropierea și retragerea rapidă etc.);
- *funcțiuni de conducere* (comandă, reglare, control). Mișcările corespunzătoare diferitelor funcțiuni pot fi manuale sau mecanizate.

4.2. ELEMENTELE SISTEMELOR DE AUTOMATIZARE

În vederea realizării ciclului corespunzător unei operații de prelucrare mecanică, sistemul de comandă – în cazul mașinii automatizate – sau muncitorul – în cazul mașinilor neautomatizate, operează cu informații care se referă la forma și dimensiunile piesei, la desfășurarea procesului de prelucrare. Sistemul de comandă primește, prelucrează și emite semnale, care poartă informația respectivă. Sistemul de comandă emite semnale către elementele de execuție.

Acestea primesc energie de la o sursă externă și o transformă în lucru mecanic conform cu necesitățile ciclului operațiilor de prelucrare, punând în mișcare elementul comandat, care prin intermediul părții sale active, participă la procesul de prelucrare.

Dacă sistemul de comandă nu primește alte informații în timpul desfășurării ciclului, decât cele cuprinse în program, *sistemul de automatizare* este cu *circuit deschis* (fig. 4.1, a). Atunci când sistemul de comandă primește informații cu privire la modul cum sunt executate comenzile sale, informații folosite numai la corectarea desfășurării procesului, sistemul este cu *circuit închis* sau cu *reacție* (fig. 4.1, b). Informațiile cuprinse în program se referă la caracteristicile mișcărilor necesare realizării ciclului de prelucrare, precum și la situarea lor în timp și corelarea lor.

Introducerea programului în mașină se poate face fie manual prin intermediul unor comutatoare, selectoare etc. fie prin intermediul unor purtători de program externi (șablon, bandă perforată etc.).

În general, mașinile-unelte au sistemul de automatizare în care coexistă diverse moduri de introducere a programului pentru diverse părți ale acestuia. Ca purtători și

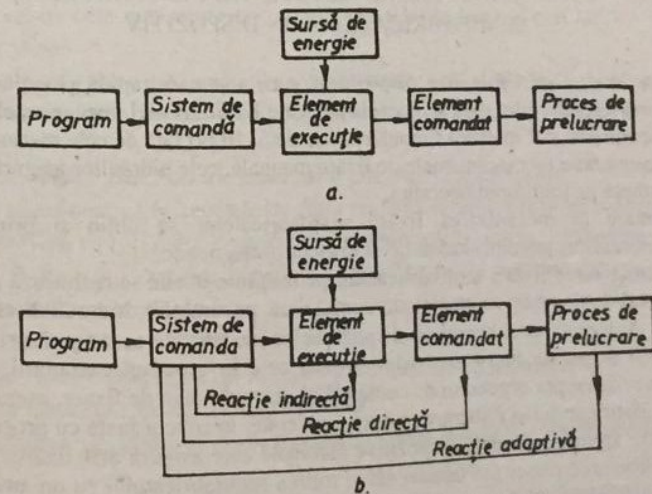


Fig. 4.1. Schema bloc a sistemului de automatizare:
a – cu circuit deschis, b – cu circuit închis.

cititori de program se menționează: camele, șabloanele (plane sau spațiale), opritoare și camele de impuls, benzile perforate. Descrierea unui program trebuie să corespundă normelor de circulație internațională ISO, folosite în țara noastră și care sunt întâlnite la majoritatea mașinilor-unelte actuale.

Programele pentru mașinile-unelte cu comandă numerică pot fi realizate în două moduri, astfel:

– *programare manuală* în care operațiile sunt efectuate de către unul sau mai mulți operatori umani;

– *programare asistată de calculator sau automată*, în care una sau mai multe operații sunt efectuate de către un calculator electronic.

Sistemul de comandă are rolul de a recepționa, prelucra și transmite mai departe informația din sistemul de automatizare.

4.3. MECANIZAREA ȘI AUTOMATIZAREA DISPOZITIVELOR DE LA MAȘINILE-UNELTE

Mecanizarea și automatizarea acestor dispozitive ușurează munca fizică și conduc la reducerea timpilor auxiliari necesari fixării semifabricatului în vederea prelucrării, respectiv pentru slăbirea fixării și îndepărtarea piesei prelucrate.

Astfel, mecanizarea fixării semifabricatelor se realizează mecanic, pneumatic sau hidraulic.

O serie de mecanizări se aplică la mesele rotative acționate mecanic cu ajutorul unui motor electric propriu, folosind mecanisme de demultiplicare a mișcării calculate în funcție de necesități și mecanismul cu cruce de Malta, care realizează în final, rotația mesei cu unghiul necesar. Rotirea meselor poate fi realizată și pneumatic folosind un cilindru pneumatic, plasat corespunzător, și a unui clichet special conceput în funcție de unghiurile de rotire impuse.

4.4. MECANIZAREA ȘI AUTOMATIZAREA FIXĂRII SEMIFABRICATELOR ÎN DISPOZITIV

Se realizează prin folosirea dispozitivelor cu acționare rapidă și acționare mecanică, pneumatică sau hidraulică a mecanismelor de fixare. Astfel, mecanismele de fixare acționate pneumatic pot micșora timpul auxiliar de 5–10 ori față de cele mecanice.

În comparație cu mecanismele de fixare manuale, cele hidraulice asigură o forță de fixare constantă pe tot timpul operației.

Avantaje în mecanizarea fixării semifabricatelor se obțin și prin folosirea acționării hidraulice, pneumo-hidraulice sau electro-magnetice.

Automatizarea fixării semifabricatelor pe mașinile-unelte se realizează prin folosirea unor tipuri de dispozitive cu acționare mecanică, pneumatică, hidraulică, electrică sau combinată. Automatizarea comenzii dispozitivelor mecanizate se asigură prin folosirea mișcării unui organ de lucru al mașinii-unelte, care în procesul executării ciclului de lucru acționează asupra organului de comandă al dispozitivului de fixare, asigurând astfel fixarea semifabricatului și eliberarea piesei prelucrate, în concordanță cu procesul tehnologic dat. De asemenea, există dispozitive automate care asigură atât fixarea semifabricatului și eliberarea piesei prelucrate, cât și rotirea semifabricatului cu un anumit unghi, avansul semifabricatului față de traiectoria tășurilor sculei așchietoare sau alte mișcări impuse de ciclul de prelucrare mecanică.

4.5. STRUNGURI AUTOMATE

Strungurile automate reprezintă una din cele mai numeroase categorii de mașini automate. La aceste mașini se întâlnesc practic toate sistemele de automatizare utilizate la mașinile-unelte. După sistemul de automatizare se deosebesc strunguri cu automatizare mecanică (came) și strunguri cu acționare secvențială electrohidraulică sau electromecanică. În mod curent strungurile automatizate se împart în automate (alimentarea cu piese se face automat) și semiautomate.

Strungurile automate au un grad de universalitate mai scăzut decât strungurile normale, ele constituind strungurile specializate pe grupuri de piese.

Din categoria strungurilor cu automatizare mecanică fac parte: strungurile de profilat și rețezat, strungurile de strunjit longitudinal, strungurile cu cap revolver, strungurile multiaxe cu automatizare mecanică (cu cea mai mare productivitate posibilă – ele având între 4 și 6 axe principale) și strunguri cu automatizare secvențială (electromecanică, electrohidraulică, electropneumatică etc.).

4.6. MAȘINI AGREGAT

Mașinile agregat se numesc și mașini-unelte speciale și pot executa o singură operație, pe un singur tip de piesă.

Relizarea mașinilor-unelte speciale ridică probleme deosebit de complexe, fiind executate dintr-o serie de subsansambluri tipizate care se pregătesc la un număr mare de mașini diferite. Elementele principale ale mașinilor agregat sunt:

– *capetele de forță* (unități de lucru), care conțin lanțurile cinematice principale necesare prelucrării executate pe mașină. Uneori în capul de forță se găsește și lanțul cinematic de avans (cap de forță antrenare);

– *săniile*, care conțin lanțurile cinematice de avans de lucru sau rapid, de poziționare și care, de cele mai multe ori, poartă capetele de forță și mai rar, dispozitivele de prindere a piesei.

– *mesele rotative și indexabile* necesare mașinilor agregat, multipoziționale. În general, aceste mese au axul vertical. În același scop sunt folosite tambure cu ax orizontal;

– *elementele fixe*: batiuri, suporturi și alte elemente de sprijin.

De menționat că la capetele de forță reglarea turațiilor arborelui principal se face cel mai frecvent cu roți dințate sau de curea, schimbabile, uneori adăugându-se roți bala-doare cu 2–3 poziții, acestea constituind caracteristicile comune tuturor capetelor de forță, diferențierea lor făcându-se în legătură cu mișcarea de avans. Capetele de forță automate realizează mișcarea de avans în două moduri:

– cu *pinolă*, sistem folosit la capetele de forță de mică putere;

– cu *sanie*, la capetele de forță mai mari.

Mișcarea de avans se poate realiza mecanic (cu camă, șurub sau cremalieră) și hidraulic.

În schema cinematică din figura 4.2 se prezintă lanțurile cinematice principale și de avans ale unui cap de forță autonom cu avans mecanic. Reglarea mișcării principale se

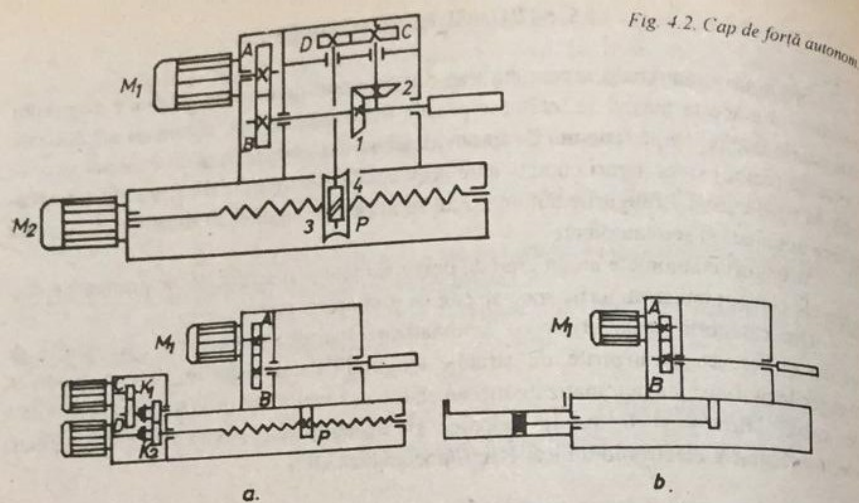


Fig. 4.2. Cap de forță autonom.

Fig. 4.3. Capete de forță autonome:
a - cu avans electromecanic; b - cu avans hidraulic.

face cu ajutorul roților de schimb *A* și *B*, iar reglarea avansului de lucru cu ajutorul roților de schimb *C* și *D*. Mișcarea de avans, preluată de la arborele principal prin angrenajul conic 1/2, ajunge la piulița rotativă, prin intermediul angrenajului cilindric *C/D* și al angrenajului melcat 3/4. Avansul și retragerea rapidă se obțin cu ajutorul motorului *M*, care rotește direct șurubul conducător. Mișcarea rapidă de la motorul *M*₂ se suprapune peste mișcarea de lucru.

În figura 4.3 se prezintă capete de forță neautomate, la care schema cinematică se simplifică, rezumându-se la lanțul principal. În arborele principal se poate fixa scula pentru găurit, filetat, alezat, frezat sau dispozitive de frezat cu cap înclinabil, dispozitive de strunjit plan, dispozitive de găurit și filetat multi-ax.

Săniile servesc la realizarea mișcărilor de avans, apropierea și retragerea rapidă precum și a mișcărilor de reglare, fie a capetelor de forță neautomate, fie, mai rar, a dispozitivelor portpiesă.

Acționarea săniilor este *electromecanică* (fig. 4.3, *a*) sau *hidraulică* (fig. 4.3, *b*). În cazul acționării electromecanice se utilizează două motoare electrice: unul pentru avansul de lucru, care se cuplează cu șurubul conducător prin intermediul roților de schimb *C* și *D* și a unui angrenaj fix 1/2, iar celălalt, motorul de avans rapid, se cuplează direct cu șurubul conducător. Mișcările sunt comandate prin intermediul angrenajelor *K1* și *K2*.

4.7. MAȘINI CU COMANDĂ NUMERICĂ

Aceste mașini prezintă avantaje multiple față de sistemele de automatizare convenționale. Astfel:

- reducerea costurilor și creșterea productivității la prelucrarea unui număr redus de piese;

- posibilitatea realizării unor piese foarte complicate;
- posibilitatea elaborării unor tehnologii cu ajutorul calculatoarelor electronice;
- posibilitatea realizării unor sisteme de automatizare complexe.

În prezent comanda numerică se întâlnește la toate tipurile de mașini-unelte cu mișcarea principală de rotație. Mașinile cu comandă numerică se caracterizează prin numărul deplasărilor comandate. Aceste deplasări poartă numele de axe (numărul axelor variază între 2 și 4). În general, mașinile cu comandă numerică se aseamănă cu mașinile similare, neautomatizate sau automatizate convențional. Diferitele mașini cu comandă numerică se caracterizează și se individualizează prin dispunerea axelor comandate numeric.

CONTROLUL LUCRĂRILOR DE MONTAJ. CONTROLUL JOCURILOR
ȘI AL PRECIZIEI GEOMETRICE A MAȘINILOR-UNELTE.
APARATE FOLOSITE LA CONTROL

5.1. CONTROLUL LUCRĂRILOR DE MONTAJ

Controlul mașinilor-unelte după montaj are drept scop evidențierea calității execuției montării și modul de încadrare a mașinii-unelte în parametrii tehnici funcționali impuși de documentația tehnică (desene de montaj, caiet de sarcini etc.). De modul în care se încadrează valorile efective ale jocurilor și abaterilor de la poziția reciprocă a suprafețelor subansamblurilor în mișcare (arbore principal, mese, săniile etc.), în intervalul de valori ale abaterilor prevăzute prin documentația tehnică, depinde și precizia de prelucrare pe care o asigură în exploatare mașina-unelte.

Jocurile dintre ghidajele meselor, săniilor și cărucioarelor se controlează în stare statică cu calibre de interstițiu prin introducerea treptată a lamelor între suprafețele de contact. Valoarea înscrisă pe ultima lamă care pătrunde între cele două suprafețe reprezintă valoarea efectivă a jocului (exemplu, 0,03 mm). Un joc efectiv apropiat de valoarea maximă admisibilă conduce la scăderea rigidității subansamblurilor în exploatare și implicit la micșorarea preciziei de prelucrare a mașinii-unelte.

Controlul preciziei mașinilor-unelte constă în verificarea suprafețelor, rectilinității, paralelismului, perpendicularității și deplasărilor și compararea valorilor efective ale abaterilor cu valorile înscrise în documentația tehnică de execuție.

Verificarea suprafețelor constă în verificarea planității acestora. Pentru această verificare se cunosc mai multe metode. Una dintre acestea este verificarea planității cu rigla de tușat (fig. 5.1). În vederea acestei verificări pe suprafața respectivă se așează trei cale (A, B, C) care vor determina un plan de referință. Așezându-se apoi rigla pe calele din A și C în E se așază o cală reglabilă (joc de cale) până când atinge rigla. Similar se așază rigla apoi pe calele B și E și se introduce o cală reglabilă în D. Cotele obținute în E și D comparate cu cota calelor din A, B și C arată abaterile față de planul de referință. Pentru determinări mai precise, se mai fac astfel de verificări de cote și în punctele F, G, H și I. Acestea se vor determina fie cu cale reglabile, fie cu comparatorul.

Verificarea rectilinității suprafețelor la mașinile-unelte constă în a se determina abaterea elementelor rectilinii (ghidaje) față de o linie dreaptă realizată fizic.

Rectilinitatea se verifică folosind rigla de tușat și cale plan paralele, similar cu verificarea planeității după direcția A-C (v. fig. 5.1). Valorile abaterilor obținute se compară cu cele adimensionale (vezi tab. 5.1) concluzionându-se

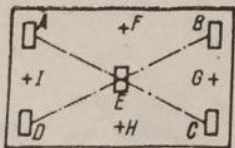


Fig. 5.1 Verificarea planității cu rigla de control.

dacă sunt satisfăcute condițiile de execuție.

Paralelismul se verifică între două plane, între un plan și o dreaptă, sau între două drepte.

Paralelismul a două suprafețe plane (fig. 5.2) se verifică prin deplasarea unui comparator 1, montat pe suportul 2 pe unul din plane, în timp ce palpatorul urmărește cel de-al

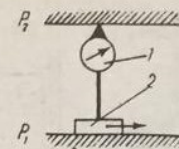


Fig. 5.2 Verificarea paralelismului între două suprafețe.

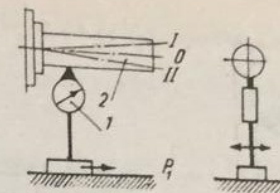


Fig. 5.3 Verificarea paralelismului între suprafața plană și cea dreaptă

doilea plan. Deplasarea se va face în două direcții diferite. Înainte de a se face această verificare la cele două suprafețe se verifică planeitatea.

Paralelismul între o suprafață plană și o dreaptă (fig. 5.3) se verifică tot cu comparatorul 1 cu suport, care este deplasat în plan, palpatorul urmărind domul 2 care materializează dreapta (o generatoare a domului). După centrarea domului, în extremitățile acestuia se fac două citiri și anume: se duce palpatorul la unul din capetele domului și apoi se deplasează suportul în direcția perpendiculară, citindu-se valoarea minimă pe comparator, iar apoi se repetă operația la celălalt capăt. Diferența celor două citiri dă abaterea absolută, care, raportată la distanța între punctele la care s-a făcut citirea, dă abaterea relativă, ce nu trebuie să depășească valoarea maximă admisă.

Paralelismul între două drepte (axe) se verifică similar, ca în cazul precedent, cele două axe fiind materializate în domurile centrale 3 și 4 pe unul din ele așezându-se prisme speciale, pe care se sprijină suportul 2 al comparatorului 1 (fig. 5.4).

Paralelismul suprafețelor componente ale unei suprafețe comune și precizia acestor suprafețe se poate controla cu plăci-etalon, special construite (fig. 5.5, a) sau al unor plăci-etalon și al unor comparatoare (fig. 5.5, b).

Controlul calității suprafețelor prelucrate constituie o operație mai dificilă. Simplul control vizual, chiar ajutat de o lupă, nu poate oferi decât informații aproximative. Determinarea exactă a rugozității necesită aparate speciale, cum sunt *microscopul*, pentru determinarea rugozității sau *profilometrele*, care măsoară înălțimea asperităților prin palparea suprafeței.

Verificarea perpendicularității la mașini-unelte se referă la poziția relativă între plane, axe sau axe față de plane.

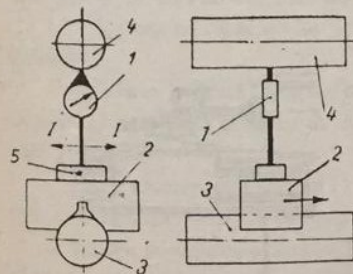


Fig. 5.4 Verificarea paralelismului între două axe.

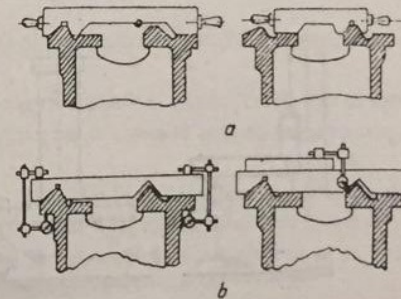


Fig. 5.5 Controlul ghidajelor

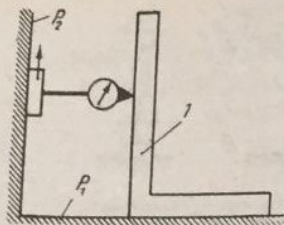


Fig. 5.6. Verificarea perpendicularității a două plane.

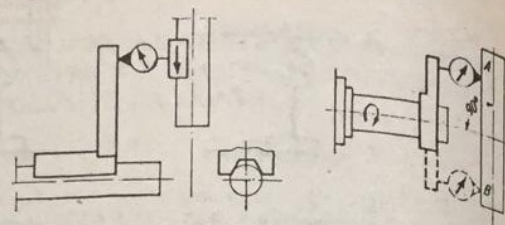


Fig. 5.7. Verificarea paralelismului deplasării unui organ mobil față de un plan.

Perpendicularitatea între două plane P_1 și P_2 (fig. 5.6) se rezumă la controlul paralelismului dintre unul din plane și un echer l , care se așază pe celălalt plan.

Deplasările se verifică în mod asemănător cu verificările expuse anterior. În cadrul acestor verificări se disting două categorii principale, și anume:

- verificarea deplasărilor rectilinii;
- verificarea rotațiilor.

La deplasările rectilinii se verifică, după caz, paralelismul sau perpendicularitatea. Pentru verificarea paralelismului se folosește, în general, un comparator, care se fixează pe elementul fix sau pe cel mobil, având palpatorul în contact cu celălalt element. Erorile se citesc pe cadranul comparatorului. Se disting mai multe cazuri și anume: deplasarea unui organ paralel cu un plan (fig. 5.7), paralel cu o dreaptă sau paralel cu traiectoria unui alt organ în mișcare.

Verificarea perpendicularității deplasării unui organ mobil se reduce tot la verificarea paralelismului, așezându-se pe unul din elemente un echer de control. Și aici se disting mai multe cazuri, și anume: perpendicularitatea deplasării unui organ mobil față de un plan (fig. 5.8), față de o axă sau față de traiectoria unui alt organ mobil. Rotațiile se verifică asupra axelor de rotație sau asupra suprafețelor plane în rotație, în jurul unei axe perpendiculare.

Asupra axelor în rotație se verifică bătăile radiale (fig. 5.9) și cele axiale. Verificările se fac cu comparatorul. Bătăile axiale se verifică prin repetare în patru puncte, din care două vor trebui să fie la capete.

Un sistem de verificare indirectă a preciziei mașinii-unelte îl constituie verificarea pieselor executate. În vederea acestei verificări, se execută, de obicei, mai multe piese de

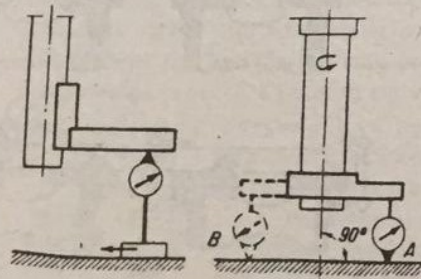


Fig. 5.8. Verificarea perpendicularității deplasării unui organ față de un plan.

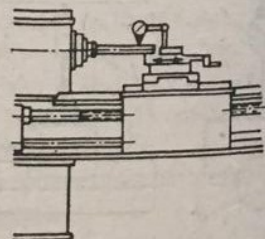


Fig. 5.9. Verificarea bătăii radiale a unui ax în rotație.

probă, care se degroșează, în prealabil, pe altă mașină, pe mașina-unealtă care urmează a fi recepționată, executându-se doar finisarea.

În tabelul 5.1. este prezentat controlul preciziei geometrice a unui strung normal.

Controlul preciziei geometrice a unui strung normal

Tabelul 5.1

Nr. crt.	Elementul ce se verifică	Schița verificării
1	Paralelismul direcției de deplasare a căruciorului longitudinal cu axa alezajului conic din axul principal	T 5.1.1
2	Bătaia radială și frontală a suprafețelor de centrare ale arborelui principal	T 5.1.2
3	Perpendicularitatea direcției de deplasare a saniei transversale pe axa de rotație a arborelui principal	T 5.1.3
4	Cilindricitatea suprafeței prelucrate a piesei de probă	T 5.1.4

Controlul paralelismului direcției de deplasare a căruciorului longitudinal cu axa alezajului conic din arborele principal al strungului se realizează în următoarele faze:

- așezarea suportului comparatorului pe căruciorul strungului și fixarea acestuia cu o greutate;
- introducerea în alezajul conic al arborelui principal a unui dorn de control;
- aducerea palpatorului comparatorului în contact cu domul și poziționarea cadranelui la „0” față de acul indicator.
- deplasarea căruciorului spre stânga și urmărirea permanentă a variației acului indicator.

Valoarea indicată (plus sau minus) de acul indicator la capătul cursei (lângă cutia de viteze) reprezintă abaterea de la paralelism, care se compară apoi cu valoarea nominală a abaterii.

Dacă abaterea are semnul (+) față de „0” putem trage concluzia că axa alezajului este înclinată spre dreapta, iar dacă abaterea are semnul (-) axa este înclinată invers.

Pentru corectitudinea execuției trebuie ca valoarea efectivă a abaterii să se încadreze în valoarea nominală impusă prin documentația de execuție.

Controlul bătăii radiale și frontale se realizează prin introducerea în alezajul conic al arborelui principal a unui dorn de control cu flanșă.

Prin așezarea palpatorului pe exteriorul dornului și prin rotirea arborelui principal, urmărind variația acului indicator se stabilește valoarea efectivă a bătăii radiale.

Pentru controlul bătăii frontale palpatorul se aduce în contact cu suprafața frontală a flanșei dornului (perpendicular pe flanșă) după care se rotește arborele principal și se urmărește variația acului indicator.

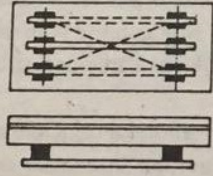

Controlul perpendicularității direcției de deplasare a saniei transversale a strungului față de axa de rotație a arborelui principal al strungului se face folosind o flanșă de control 5 în următoarele faze:

- prinderea și centrarea flanșei în universalul strungului (pe partea exterioară a bacurilor);
- așezarea suportului comparator pe sania transversală și imobilizarea acestuia cu o greutate;
- aducerea în contact a palpatorului cu suprafața frontală a flanșei și poziționarea cadranului la „0” față de acul indicator;
- deplasarea transversală a saniei (deci și a comparatorului) și urmărirea variației acului indicator.

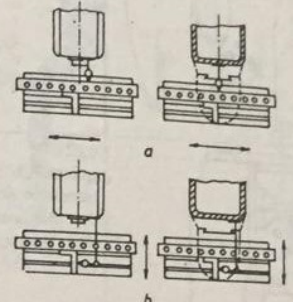
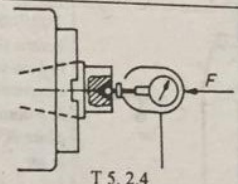
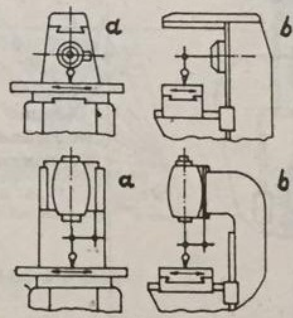
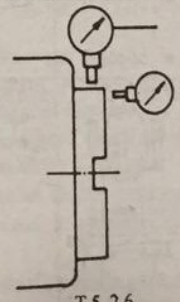
Cilindricitatea suprafeței prelucrate a piesei de probă (ultima operație de control) se controlează după prelucrarea piesei prin strunjire, cu șublerul sau micrometrul prin măsurarea diametrului piesei la capete.

În tabelul 5.2. este prezentat controlul preciziei geometrice a mașinii de frezat cu consolă.

Tabelul 5.2. Controlul preciziei geometrice a mașinii de frezat cu consolă

Obiectul verificării	Schema verificării	Toleranța mm	Aparate de măsurat și accesorii
1	2	3	4
Planitatea suprafeței mesei	 T.5.2.1	0,03/100 Se admite numai concavitate	Riglă de verificare cu lungime utilă 1 000 mm. Cale plan-paralele STAS 2517-79 clasa de precizie 3. Lere spion sau nivelă de verificare cu bulă de aer.
Paralelismul dintre suprafața de lucru a mesei și planul ei de rotație (pentru mașini de frezat universale)	 T.5.2.2	0,07/100 în fiecare direcție	Nivelă de precizie

Tabelul 5.2 (continuare)

1	2	3	4
Perpendicularitatea în plan orizontal a deplasării longitudinale a mesei față de plasarea ei transversală	 T.5.2.3	0,02/300	Riglă de verificare cu lungimea utilă 300 mm Echer de verificare Comparator cu cadran cu precizie de citire 0,002 mm
Bătaia axială a arborelui principal	 T.5.2.4	0,01	Comparator cu cadran cu palpator plan și precizie de citire 0,002 mm Bilă
Paralelismul dintre suprafața de lucru a mesei și deplasarea ei în direcție: a) longitudinală b) transversală	 T.5.2.5	a) 0,02/500 0,03/1000 max. 0,05 b) 0,02/500	Comparator cu cadran cu precizie de citire 0,002 mm sau riglă de verificare cu lungimea utilă de 500 mm respectiv de 1 000 mm. Cale plan-paralele STAS 2517-79 clasa de precizie 3.
Bătaia radială a părții de centrare a arborelui principal Bătaia suprafeței frontale a arborelui principal	 T.5.2.6	0,01 0,02	Comparator cu cadran cu precizie de citire de 0,002 mm

Tabelul 5.2 (continuare)

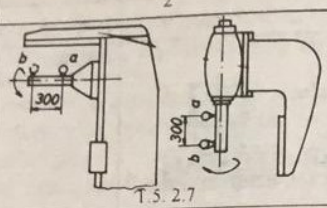
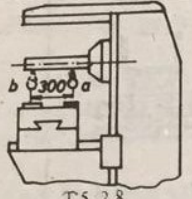
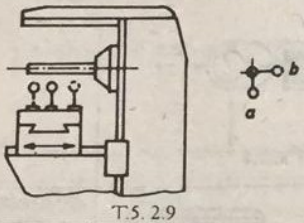
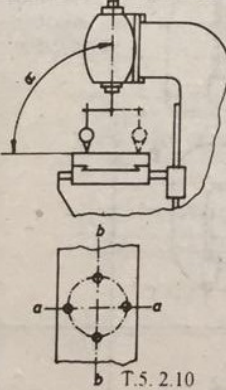
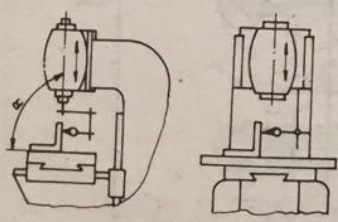
1	2	3	4
Bătaia radială a axei alezajului conic al arborelui principal	 T.S. 2.7	a) 0,01 b) 0,02/300	Comparator cu cadran cu precizie de citire de 0,002 mm Dorn de verificare cu lungimea de măsurare de 300 mm
Paralelismul dintre axa arborelui principal și suprafața de lucru a mesei (pentru mașini cu axa arborelui principal orizontală)	 T.S. 2.8	0,02/300 (punctul „b”) Extremitatea liberă a dornului poate devia numai în jos	Comparator cu cadran cu precizie de citire de 0,002 mm Dorn de verificare cu lungimea de măsurare de 300 mm
Paralelismul dintre axa arborelui principal și deplasarea transversală a mesei (pentru mașini cu axa arborelui principal orizontală) în: a) plan vertical b) plan orizontal	 T.S. 2.9	0,02/300 Pentru verificarea în plan vertical extremitatea liberă a dornului poate devia numai în jos	Comparator cu cadran cu precizie de citire de 0,002 mm Dorn de verificare cu lungimea de măsurare de 300 mm
Perpendicularitatea axei arborelui principal față de suprafața de lucru a mesei (pentru mașini cu axa arborelui principal verticală) în: a) plan transversal b) plan longitudinal	 T.S. 2.10	a) 0,02/300 cu $\alpha \leq 90^\circ$ b) 0,02/300 * Diametrul cercului descris de comparator	Comparator cu cadran cu precizie de citire de 0,002 mm
Perpendicularitatea deplasării verticale a capului de frezat față de suprafața de lucru a mesei (pentru mașini cu axa arborelui principal verticală) în: a) plan transversal b) plan longitudinal	 T.S. 2.11	a) 0,02/300 cu 90° b) 0,02/300	- Comparator cu cadran cu precizie de citire 0,002 mm - Echer de verificare cu lungimea utilă 300 mm



Fig. 5.10. Comparator.

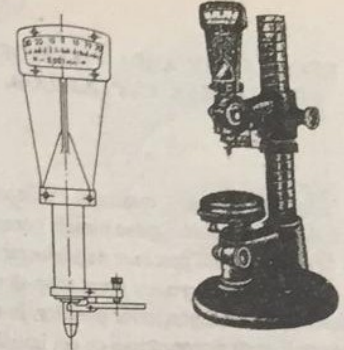


Fig. 5.11. Minimetru.

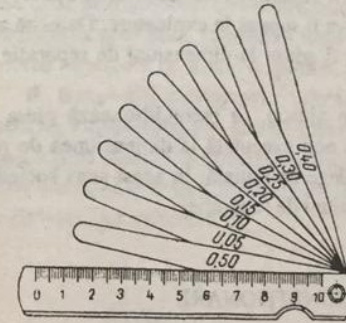


Fig. 5.12. Calibre de interstițiu.

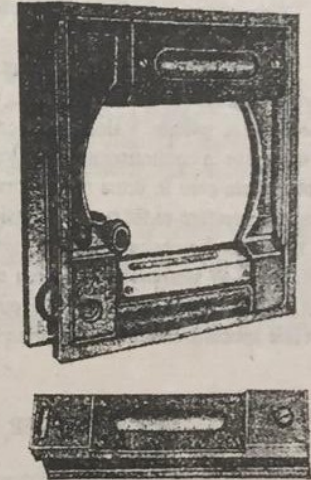


Fig. 5.13. Nivelă cu bulă cu aer.

5.2. APARATE PENTRU CONTROLUL MAȘINILOR-UNELTE

Aparatele cele mai frecvent folosite la efectuarea verificărilor mașinilor-unelte sunt comparatorul și minimetrul. Ambele aparate se bazează pe măsuri prin comparație cu o dimensiune după care au fost reglate.

Comparatorul (fig. 5.10) are diviziuni de 0,01 mm, iar minimetrul (fig. 5.11) are diviziuni de 0,005, 0,002 sau chiar 0,001 mm.

Pentru măsurarea jocului dintre două suprafețe se folosesc calibrele de interstiții (fig. 5.12). Acestea se grupează în garnituri de 6 până la 16 lamele cu grosimi cuprinse între 0,03 și 1 mm.

Pentru măsurarea abaterilor de la orizontalitate se folosește nivela cu bulă de aer (fig. 5.13). Saltul diviziunilor acestor nivele corespunde cu 0,02 până la 0,05 mm/m.

RECONDIȚIONAREA PIESELOR UZATE ALE MAȘINILOR-UNELTE. REPARAREA CUPLAJELOR, FRÂNELOR ȘI ANGRENAJELOR

În funcționarea mașinilor, utilajelor, instalațiilor etc. datorită solicitărilor și frecărilor la care sunt supuse piesele componente, acestea se uzează având consecințe directe negative asupra preciziei de prelucrare și a parametrilor funcționali.

Recondiționarea are drept scop să restabilească forma geometrică, dimensiunile și poziția relativă a suprafețelor pieselor, în așa fel încât după reparație să atingă parametrii funcționali egali sau apropiați cu cei inițiali.

Prin recondiționare piesele pot fi aduse la dimensiuni nominale sau la dimensiuni de reparație.

Dimensiunile nominale ale pieselor sunt dimensiunile inițiale avute înainte de uzare.

Dimensiunile de reparație sunt diferite de cele nominale, obținute în urma înlăturării stratului de metal neuniform de pe suprafața piesei, în vederea restabilirii formei geometrice inițiale. Valoarea dimensiunilor de reparație este stabilită în așa fel încât piesa să reziste în continuare solicitărilor la care va fi supusă în exploatare. Datorită acestui fapt piesele care în urma recondiționării vor fi aduse la dimensiuni de reparație trebuie ca la proiectare să fie supradimensionate.

În cazul dimensiunilor de reparație, la un ajustaj, se recondiționează piesa mai costisitoare și se assemblează cu piesa conjugată nou executată la dimensiunea de reparație în așa fel încât să se respecte jocul sau strângerea inițială. În acest sens societățile comerciale specializate execută și piese la dimensiuni de reparație.

6.1. PROCEDEE DE RECONDIȚIONARE

6.1.1. Recondiționarea prin prelucrări mecanice

Atelierele de recondiționare, reparații trebuie să fie dotate cu mașini-unelte la fel ca și atelierele de execuție. În general, în atelierele de reparații se utilizează mașini-unelte universale care permit executarea diferitelor prelucrări, în concordanță cu metodele și procedeele de recondiționare.

a. **Recondiționarea pieselor prin folosirea compensatoarelor.** Se aplică la arbori și alezaje care prezintă uzuri mari și nu se mai pot prelucra la dimensiuni de reparație. În acest sens, se execută bucșe din materiale identice cu cele ale pieselor ce se recondiționează, care se presează pe arbori (fig. 6.1) sau în interiorul alezajelor (fig. 6.2), asigurându-se contra rotirii prin puncte de sudură frontale. În același mod se pot recondiționa și găurile filetate prin presarea unor bucșe filetate (fig. 6.3).

b. **Recondiționarea prin înlocuirea parțială.** Se aplică pieselor cu o uzură uniformă, care a depășit în anumite zone gradul de uzură limită. În acest caz, se execută o

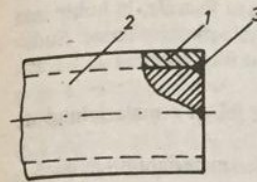


Fig. 6.1. Recondiționarea unui ax prin bucșare: 1 - bucșă; 2 - ax; 3 - puncte de sudură.

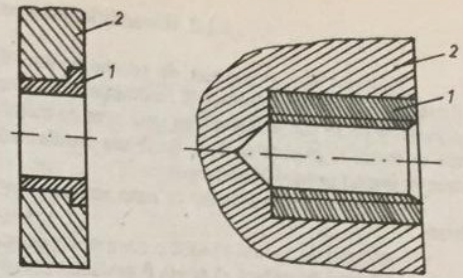


Fig. 6.2. Recondiționarea unui alezaj prin bucșare: 1 - bucșă; 2 - alezaj.

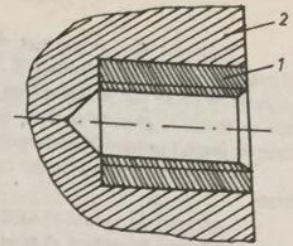


Fig. 6.3. Recondiționarea găurilor filetate prin bucșare: 1 - bucșă filetată; 2 - piesă.

parte de piesă, care apoi se assemblează pe corpul piesei, după ce aceasta a fost în prealabil prelucrată. În figura 6.4 este reprezentat un bloc de două roți dințate la care s-a înlocuit roata 2 prin presare pe butucul comun al roților.

c. **Recondiționarea prin folosirea unei bucăți de material.** Se aplică pieselor fisurate. Se limitează prin două găuri capetele fisurii (fig. 6.5) și apoi se fixează bucata de material prin șuruburi său nituri. Niturile se execută din aluminiu sau din cupru. Pentru realizarea unei bune etanșeități între corpul piesei și bucata de material acesta se unge pe partea interioară cu miniu de plumb.

d. **Recondiționarea prin pilire, răzuire sau rodare.** Se aplică suprafețelor de alunecare, îndepărtându-se stratul superficial de metal care a suferit o uzură neuniformă. Piesele tipice supuse în special recondiționării prin răzuire sunt ghidajele batiurilor, respectiv cărucioarele mașinilor-unelte. Calitatea suprafețelor prelucrate se verifică prin metoda vopselei indicatoare.

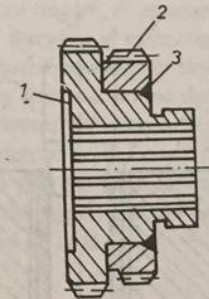


Fig. 6.4. Recondiționarea unui bloc de roți dințate prin înlocuirea parțială a piesei: 1 - corpul blocului de roți dințate; 2 - roata înlocuită; 3 - puncte de sudură.

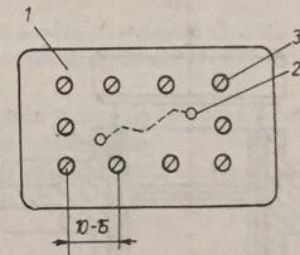


Fig. 6.5. Recondiționarea cu folosirea unei bucăți de material.

6.1.2. Recondiționarea prin sudare

Sudarea este o metodă de recondiționare folosită pe scară largă la repararea mașinilor-unelte. Se folosește la recondiționarea pieselor rupte sau fisurate, la îmbinarea diferitelor piese sau la depunerea unui strat de metal pe suprafețele pieselor uzate. Sudarea se aplică la piesele de oțel, fontă sau metale neferoase. Pentru ca sudarea să fie eficientă se impun următoarele măsuri:

- rezistența materialelor în zona sudată trebuie să fie la fel ca a materialului de bază;
- adaosul de sudură să aibă o compoziție asemănătoare cu a materialului de bază;
- adaosul de sudură să poată fi prelucrat prin așchiere;
- în timpul sudării să nu se producă deformări ale piesei.

6.1.3. Recondiționarea prin deformare plastică

Recondiționarea prin deformare plastică constă într-o nouă redistribuire a materialului piesei, sub acțiunea unor forțe exterioare. Operațiile principale de deformare plastică utilizate în atelierele de reparații sunt: refularea, mandrinarea, îndreptarea și randalinarea. Operațiile de deformare plastică pot fi executate la rece sau la cald. Se preferă deformările la rece deoarece acestea sunt urmate și de o îmbunătățire a caracteristicilor mecanice ale pieselor.

a. Refularea. Se poate aplica pieselor la care variația înălțimii nu influențează negativ asupra funcționării ei. Refularea este urmată de o prelucrare mecanică a piesei la dimensiunea de lucru.

În figura 6.6 este reprezentată refularea unei bușe de cupru fără a fi demontată, cu scopul de a se obține o micșorare a diametrului interior, urmând a fi alezată la diametrul inițial.

b. Mandrinarea. Se execută cu sculă de formă sferică sau conică numită mandrină. În figura 6.7. este reprezentată mandrinarea unei bușe cu o mandrină

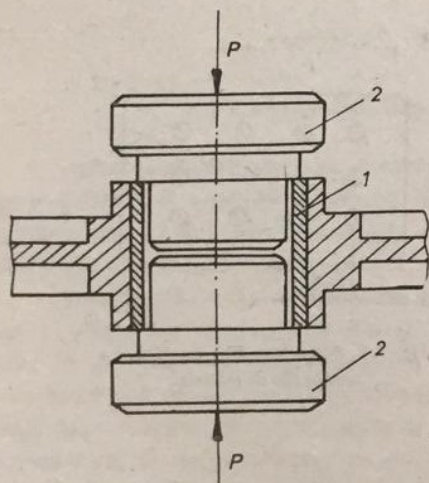


Fig. 6.6. Refularea unei bușe nedemontate:
1 - bușă; 2 - poanson.

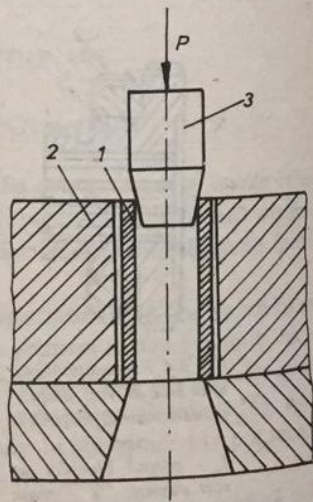


Fig. 6.7. Mandrinarea unei bușe:
1 - bușă; 2 - matrită; 3 - poanson.

conică. După mandrinare, bușă este strunjită sau rectificată exterior la dimensiunea indicată de tehnologia de reparație.

c. Îndreptarea. Este operația utilizată la recondiționarea axurilor încovoiate și se execută pe prese, la cald sau la rece. Pentru îndreptare, piesa trebuie încovoiată la o săgeată inversă celei avute, urmând ca, datorită elasticității, să revină la o poziție normală (fig. 6.8).

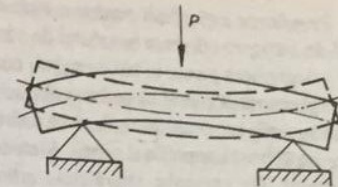


Fig. 6.8. Îndreptarea arborilor.

d. Moletarea. Este operația de imprimare, prin deformare plastică a striurilor și zimților pe piesele cu suprafețe de revoluție, cu ajutorul unei scule numită *moletă*, pe care este gravat negativul motivului de imprimare. Se utilizează la recondiționarea alezajelor sau a arborilor care se assemblează cu rulmenți pentru obținerea strângerii prescise între rulment și piesa conjugată.

6.1.4. Recondiționarea prin acoperiri galvanice

Piesele simple cu uzuri mici (0,010-0,030 mm) pot fi recondiționate prin acoperiri galvanice, ca: cromare, ferare sau cuprare. Înainte de aplicarea operațiilor de acoperiri galvanice, piesele se rectifică cu scopul de a înlătura rizurile și asperitățile rezultate în urma uzurii și pentru obținerea formei geometrice inițiale, întrucât stratul de adaos depus pe cale electrochimică este uniform.

a. Cromarea. Constă în depunerea pe cale electrochimică a unui strat de crom. Prin cromare, pe lângă faptul că se elimină uzura pieselor se obține un strat superficial dur și rezistent la uzură superior materialului de bază și în același timp rezistent la agenții corosivi. Cromarea nu se poate aplica decât pieselor cu suprafețe simple, în general axuri, care în timpul exploatarei nu sunt supuse solicitărilor dinamice. Dacă suprafața cromată lucrează cu frecare, după acoperire, trebuie rectificată.

b. Ferarea și cuprarea. Sunt operații de acoperiri galvanice utilizate pentru recondiționarea suprafețelor uzate care formează ajustaje cu strângere. Operațiile de ferare și cuprare sunt mai ieftine decât cromarea deoarece straturile de fier sau cupru se depun pe cale electrochimică într-un timp mai scurt.

Adaosul de fier poate fi supus tratamentelor termice de cementare și călire pentru obținerea unei durități superioare a suprafețelor recondiționate.

Straturile de fier sau de cupru depuse pe cale electrochimică au o bună aderență față de metalul de bază.

6.1.5. Recondiționarea prin metalizare

Metalizarea este operația de acoperire a suprafețelor pieselor uzate cu un strat de metal obținut prin pulverizare. Operația de metalizare are loc în trei faze și anume:

- pregătirea suprafeței pentru metalizare;
- pulverizarea stratului de metal;
- prelucrarea suprafeței metalizate.

Pregătirea suprafeței pentru metalizare necesită o serie de operații executate cu scopul de a asigura aderența metalului de adaos pe piesă, după cum urmează:

- degresarea piesei în băi de soluții bazice și eventual sablarea cu alice fine;
- prelucrarea piesei în vederea obținerii forme geometrice inițiale prin înlăturarea stratului superficial, neuniform, datorită uzării;
- asperizarea suprafeței piesei. Metodele de asperizare sunt multiple în funcție de forma piesei. De exemplu, suprafețele arborilor se asperizează prin tăierea unui filet neîntrerupt, suprafețele plane se asperizează prin rabotarea sau frezarea unor canale care apoi sunt randalinate etc.

Pulverizarea stratului de metal trebuie să se facă la un interval de timp scurt după asperizarea suprafeței pentru evitarea oxidării metalului de bază.

Metalizarea propriu-zisă constă în pulverizarea metalului topit sub formă de stropi foarte fini (0,01–0,15 mm) pe suprafața piesei încălzită la 60–70°. Pulverizarea se face cu aer comprimat, particulele de metal topit trebuind să aibă o viteză de 140–300 m/s.

Prelucrarea suprafeței metalizate la dimensiunile prescrise de tehnologia de recondiționare se execută prin așchiere în așa fel încât stratul metalizat să nu se exfolieze.

6.2. RECONDIȚIONAREA ARBORILOR ȘI LAGĂRELOR. REPARAREA CUPLAJELOR ȘI ANGRENAJELOR

6.2.1. Recondiționarea arborilor și osiilor

Ca urmare a condițiilor de funcționare și solicitărilor la care sunt supuse mașinile-unelte în exploatare, la arbori și osii pot apărea următoarele defecțiuni: deformații remanente (înconvoieri, răsuciri), fisurări, uzarea unor tronsoane cilindrice (fusuri sau părți de calare), deteriorarea găurilor de centrare, a filetelor, îmbinărilor cu pană sau a canelurilor etc.

Metoda de recondiționare a arborilor se alege în funcție de natura defectului și a materialului, dimensiunile, abaterile (toleranțele) de la valorile stabilite și de posibilitățile atelierului de reparații.

Înainte de recondiționare arborele este supus unui control defectoscopic cu scopul detectării eventualelor crăpături sau fisuri ascunse.

În lipsa defectoscopului, poate fi făcut cu praf de cretă în felul următor: se amestecă cu apă puțin praf de cretă, până ce se obține o pastă semilichidă; apoi cu o pensulă se întinde pasta pe întregul arbore, în special la umerii fusurilor unde defectul apare frecvent. Încălzind arborele cu o flacăra, uleiul din crăpături sau fisuri va lăsa urme uleioase pe stratul de cretă indicând în acest fel defectul.

Se controlează poziția corectă și starea găurilor de centrare, care sunt bazele tehnologice de prelucrare ale arborelui respectiv. Ele se repară, dacă este necesar, pe strung sau mașini de burghiat-centruit cu burghiul de centrare sau cu pietre de rectificat.

Verificarea înconvoierii se realizează prin așezarea arborilor pe prisme, între vârfulurile unui dispozitiv special sau între vârfulurile unei mașini-unelte (strung sau mașină de rectificat), cu ajutorul comparatoarelor cu cadran. Arborii așezați pe lagărele cu alunecare a căror înconvoiere depășește valoarea jocului de montaj trebuie îndreptați.

Îndreptarea arborilor se face cu sau fără preîncălzire. Îndreptarea la rece se efectuează pe prisme sau într-un dispozitiv special, prin presare, în sens contrar înconvoierii, cu o săgeată de 2–3 ori mai mare decât curbura inițială.

În timpul îndreptării arborilor nu se admit lovituri sau încovoieri bruște, deoarece acestea pot produce mai târziu deformări din cauza tensiunilor interne repartizate neuniform la îndreptare; de asemenea, arborii nu trebuie să rămână cu zgârieturi și urme de la dispozitivul de îndreptat etc.

Arborii cu diametrul mai mare de 50 mm se îndreaptă numai la cald. În caz de uzare sau alte defecte la fusurile sau pivoții arborilor, recondiționarea se face prin: rectificare, cromare, acoperire cu fier, metalizare, bușare sau prin sudare.

a. **Recondiționarea prin rectificare.** Se aplică la arborii care lucrează în lagăre cu alunecare și prezintă ovalități, conicități, fisuri superficiale, urme fine de gripaj, care nu depășesc 0,25 mm pe rază. Această operație se execută pe mașini de rectificat rotund sau pe strung, cu dispozitive speciale de rectificat.

Fusurile sau pivoții arborilor mașinilor de mare precizie, după rectificare se superfinisează (rodează).

b. **Recondiționarea prin cromare.** Constă în completarea dimensiunilor arborelui cu un strat de crom în locul unde uzura depășește limitele prescrise de toleranțe.

Recondiționarea poate fi aplicată local sau total, la toți arborii, cu excepția arborilor principali ai mașinilor-unelte rapide.

Succesiunea operațiilor de pregătire a pieselor în vederea recondiționării prin cromare constă din:

- prelucrarea prin strunjire sau rectificarea la dimensiunea impusă de grosimea stratului de crom care urmează a fi depus pe porțiunea respectivă (nu mai gros de 0,3 mm);

- lustruirea cu pânză abrazivă fină și apoi cu pastă de rodat (oxid de crom) executată manual pe strung.

Pe suprafața lustruită nu trebuie să se observe rizuri sau zgârieturi. De modul cum este lustruită piesa depinde calitatea stratului de crom depus.

Părțile din arbore care nu necesită cromare se izolează. Urmează apoi: pregătirea băii, executarea anozilor, degresarea și spălarea cu apă rece a piesei, asperizarea, introducerea piesei în baia de crom, cromarea, scoaterea din baie, spălarea piesei cu apă caldă, controlul grosimii și durității stratului de crom depus, detensionarea la 180–200°C și controlul după detensionare.

c. **Recondiționarea prin acoperire cu fier.** Acoperirea părților uzate cu un strat de fier depus pe cale electrolitică poate înlocui cromajul dur, grosimea stratului de fier putând atinge chiar 5 mm. În plus, stratul de fier poate fi supus tratamentului termic.

Operația de acoperire este destul de simplă și ieftină, iar rezultatele obținute sunt asemănătoare cu cele ale cromării.

Dacă în băile de acoperire se adaugă zahăr și glicerină, fierul depus are suprafața lucioasă și duritatea mare.

d. **Metalizarea.** Este un procedeu de încărcare ce constă în proiectarea metalului topit prin pulverizare pe suprafața de acoperit folosind un jet puternic de aer sau gaze.

Procedeu de metalizare prin pulverizare constă în: topirea metalului de adaos; pulverizarea metalului în particule fine și proiectarea particulelor pe suprafața de metalizat; fuzionarea – în cazul metalizării cu pulberi.

Topirea metalului de adaos se face prin mai multe procedee, și anume:

– topirea cu arc electric, arcu ce se formează între două sârme care constituie materialul de adaos, sârmele fiind legate la polii unui generator electric de curent continuu sau curent alternativ și care au o mișcare de avans una spre alta;

– topirea cu jet de plasmă;

– topirea cu flacără (cel mai vechi procedeu), folosindu-se flacără oxiacetilenică sau flacără altor gaze, ca propanul, butanul, hidrogenul, gazul metan etc.;

– topirea prin căldura produsă de curenții de înaltă frecvență.

Pulverizarea metalului topit în particule și proiectarea acestora pe suprafața piesei se realizează cu aer comprimat.

Particulele antrenate de aerul comprimat întâlnesc suprafața de metalizat cu suficientă plasticitate, se deformează și se ancorează în rugozitățile suprafeței, obținându-se o fixare mecanică și formându-se un prim strat de metal pulverizat. Straturile următoare se fixează și mai puternic, cu o aderență mai mare, din cauza porozității mai pronunțate a primului strat. Acest procedeu se aplică arborilor care prezintă uzări mari (diametrul în porțiunea respectivă s-a micșorat cu 0,5–2 mm, pentru lagăr cu alunecare și până la 0,5 mm, pentru lagărele cu rulmenți). Metalizarea se execută cu aparate speciale de metalizat și necesită: strunjirea cu avans mare (pentru a facilita aderența particulelor de metal topit pulverizat) a porțiunilor respective la dimensiunea dinainte stabilită, protejarea suprafețelor pregătite, metalizarea, strunjirea și rectificarea după metalizare, controlul calitativ și dimensional al stratului și împregnarea cu ulei.

Modul de pregătire al arborelui pentru metalizare influențează calitatea și durabilitatea stratului metalizat. De aceea, atenția trebuie îndreptată de la început asupra spălării și decapării de ulei sau alte ingrediente. Spălarea se face cu benzină de extracție curată și apoi cu acetonă tehnică pentru îndepărtarea oricăror urme de grăsime. Piesele cu ulei se expun la flacără unui arzător cu gaze pentru a se elimina uleiul din porii metalului.

Strunjirea porțiunii respective se face în funcție de grosimea stratului ce trebuie obținut prin metalizare. În general, el variază între 1 și 5 mm, pe rază. Porțiunea strunjită se va racorda la capete (fig. 6.9). Raza de racordare va fi de 2–4 mm la ambele capete, având grijă să se păstreze o porțiune netedă de circa 3 mm la fiecare capăt.

În toate cazurile de reparări prin metalizare pe porțiunea care se metalizează se execută un filet sau se aplică o înfășurare cu sârmă. Filetul trebuie să aibă următoarele caracteristici: pasul de 1 până la 1,5 mm; adâncimea de la 0,5 până la 0,8 mm; unghiul profilului 55°; raza de fund 0,2 mm.

Filetul se execută dintr-o singură trecere fără răcire și trebuie să fie cât se poate de rugos. Acest lucru se obține prin așezarea cuțitului cu 3–5 mm sub axa de rotație a arborelui (fig. 6.10) și scos mult în consolă pentru a favoriza o ușoară vibrație în timpul strunjirii.

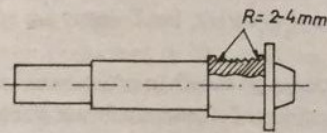


Fig. 6.9. Pregătirea unui arbore pentru metalizare.

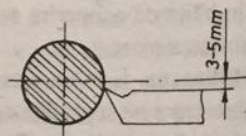


Fig. 6.10. Poziția cuțitului la executarea suprafeței filetului.

Pentru oțeluri îmbunătățite sau cementate se vor utiliza cuțite de strung prevăzute cu plăcuțe din carburi metalice.

Dacă metalizarea nu se execută într-un timp de maximum o oră, porțiunea pregătită se învește cu hârtie curată pentru a împiedica pătrunderea murdăriei, umidității și, în special, a uleiului.

După terminarea metalizării, arborele trebuie răcit lent pentru a înlătura posibilitatea creării de tensiuni interne în stratul metalizat. Pentru răcire, se folosește o bucată de păsă de 3–4 mm grosime cu care se înfășoară porțiunea metalizată.

Pentru a se obține dimensiunea prescrisă, după depunerea metalului pulverizat, suprafețele se supun unor prelucrări mecanice. Frecvent, suprafețele metalizate se prelucreză prin: strunjire, rectificare etc.

Stratul metalizat se strunjește, de obicei, cu cuțite cu plăcuțe din carburi metalice cu rază la vârf. Adaosul de rectificare, după strunjire, va fi de 0,5 mm pe diametru.

Rectificarea se execută după 24 ore de la metalizare, în caz contrar porii stratului se astupă, reducându-se volumul în care pătrunde uleiul pentru ungere.

Stratul metalizat se supune unui control al dunității care în condițiile de atelier se execută prin trecerea unei pile late pe suprafața metalizată și pe suprafața unui etalon cu duritate cunoscută, după care se verifică aderența stratului prin ciocănire cu un ciocan ușor. Un sunet plin, metalic, la lovire, indică o aderență bună, pe când unul sec arată că există zone fără aderență. Fisurile și uniformitatea stratului metalizat se verifică cu o lupă. După acest control, stratul metalizat se îmbină cu ulei, timp de 5–6 ore într-o baie cu ulei încălzit la 70–80°C.

Instalațiile de metalizare frecvent folosite sunt:

1) *Instalațiile de metalizare cu arc electric* (fig. 6.11) funcționează astfel: două sârme 1 înfășurate pe bobinele 2 constituind materialul de adaos, avansează prin ghidajele 3, continuu și uniform datorită mecanismului de avans 4 și rolor de antrenare 5, întâlnindu-se în punctul P unde se formează arcu electric. Aerul comprimat de la generatorul 6 trimis prin duza 7 pulverizează metalul topit de arcu electric și îl proiectează pe suprafața ce urmează a se încălzi; 8 și 9 reprezintă bobinele și respectiv placa din materialul izolant.

Prin topirea metalului, arcu electric se întrerupe și se formează din nou prin avansul sârmelor, având un caracter periodic, cu secvențe de topire a metalului de adaos urmate de întreruperi. Numărul întreruperilor poate fi până la 100 s, fiind diferit în cazul curentului continuu față de cel alternativ. În ambele cazuri, arcu electric se stabilizează, curentul continuu fiind mai favorabil stabilizării arcului și formării de straturi omogene.

Metalizarea cu arc electric este economică având productivitate mare (de șase ori mai mare decât în cazul metalizării oxiacetilenice), iar straturile obținute au un procent de oxizi cu aderență mare.

2) *Instalațiile de metalizare cu plasmă* folosesc, în general, ca material de adaos pulberile din aliaje

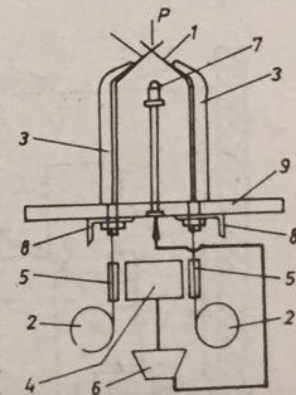


Fig. 6.11. Schema instalației de metalizare cu arc electric.

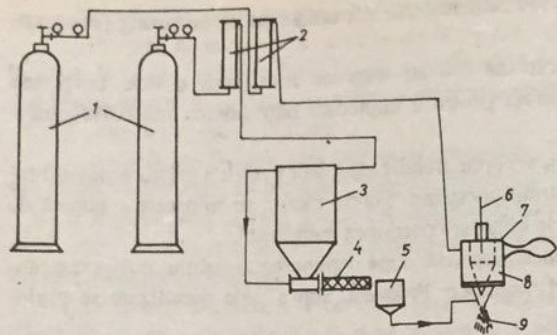


Fig. 6.12. Schema instalației de metalizare cu plasmă cu adaos de pulbere.

dure. O astfel de instalație (fig. 6.12) funcționează astfel: argonul din buteliile 1 trece prin rotametele 2, cu ajutorul cărora se măsoară debitele. Unul din rotamete este legat la pistolul de generat plasma, iar celălalt debitează argonul în containăru de pulbere 3. De aici, prin intermediul transportorului cu melc 4, pulbera ajunge în vasul de afănare 5 și mai departe la pistolul de metalizare. Catodul de wolfram 6 și anodul de cupru 7 sunt montați în mantaua pistolului 8. După conectarea curentului se formează jetul de plasmă 9. Gazul (argonul), trecând prin arc electric care se formează între catod și anod se transformă în plasmă. Pulbera metalică introdusă în aliaj este antrenată de plasmă și, în stare de incandescență, este proiectată pe suprafața ce se metalizează.

3) Instalațiile de metalizare cu flacără oxiacetilenică utilizează o sursă termică rezultată din arderea în oxigen a unui gaz combustibil, în general, acetilena. Aerul este luat de la rețeaua de aer comprimat sau este produs de către compresorul 1 (fig. 6.13) care refulează în rezervorul 2. Acetilena dizolvată este luată din butelia 3, iar oxigenul necesar arderii, din butelia 4. Colacul de sârmă de adaos este așezat pe vârtelnița 5, de unde sârma alimentează arzătorul de pulverizare 6.

Materialul de adaos este trecut prin interiorul flăcării. Picăturile de metal, care se formează continuu în zona de topire, sunt antrenate de curentul de aer ce înconjoară flacăra, fiind pulverizate.

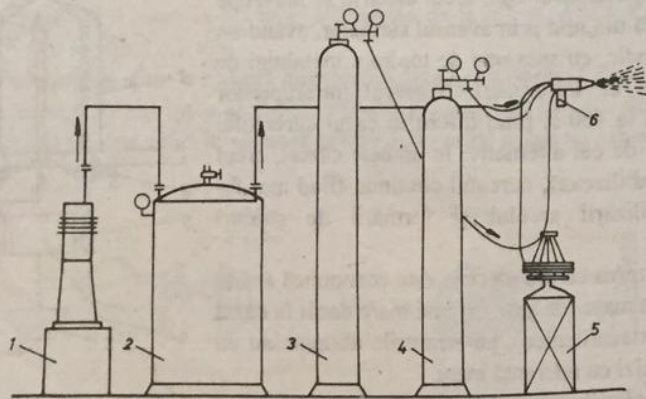


Fig. 6.13. Schema instalației de metalizare cu flacără oxiacetilenică.

Instalațiile de metalizare cu flacără oxiacetilenică sunt utilizate și la depunerea aliajelor dure sub formă de pulbere. Instalațiile folosite în acest scop se deosebesc de cele care folosesc ca material de adaos sârma prin aceea că vârtelnița 5 este înlocuită cu un rezervor de pulbere, ce se montează pe arzătorul de pulverizare 6.

e. **Recondiționarea prin bucsare.** Este indicată la arborii lungi și groși care nu pot fi recondiționați prin alte procedee și constă în presarea unei bucsă din oțel tratată termic, pe fusul respectiv.

Diametrul fusului arborelui care se recondiționează și diametrul interior al bucsăi trebuie să asigure o strângere mai bună. Înainte de presare, bucsa se va încălzi într-o baie de ulei până la temperatura de 180–200 °C. După presare, exteriorul bucsăi se prelucurează prin strunjire, rectificare și rodare la dimensiunile prescrise.

Pereții bucsăi nu trebuie să fie prea subțiri, iar duritatea ei după tratamentul termic trebuie să se încadreze între 42 și 52 HRC pentru arbori care lucrează în condiții obișnuite și între 50–62 HRC pentru cei care lucrează în condiții grele.

La fusurile arborilor cotiți se folosesc bucsă sectionate, fixate prin sudare.

Alezajul conic al arborelui principal în cazul unei uzări mici poate fi reparat prin rectificare, nedemontat de pe mașina respectivă. Când uzura este mare, conul se strunjește în așa fel încât vârful de centrate să pătrundă peste limita care indică lungimea lui de lucru, apoi se rectifică. La strunjire este indicat să se execute în arbore, la partea superioară a conului, o degajare cilindrică (fig. 6.14) pentru o fixare mai bună a vârfului de intrare.

Alezajul conic cu uzare accentuată se repară prin introducerea unei bucsă intermediare (fig. 6.15) care se fixează prin lipire. Bucșa conică are un alezaj interior conic, care corespunde cu numărul conului vârfului care se utilizează. Apoi se cimentează pe adâncimea de 0,5–0,8 mm și, după ungere cu un adeziv ca: Solidol, Epodur etc., se presează pe alezajul conic al arborelui principal 2 cu ajutorul unui șurub de strângere 3 ce trece prin arborele principal. Înainte de presare, alezajul conic se strunjește la dimensiunea bucsăi. După circa 24 de ore, timpul necesar pentru a face masă adezivul, se poate continua cu celelalte operații de finisare.

Fusurile uzate ale arborilor canelați, șuruburilor conducătoare etc. se recondiționează prin aceleași metode ca și fusurile arborilor netezi.

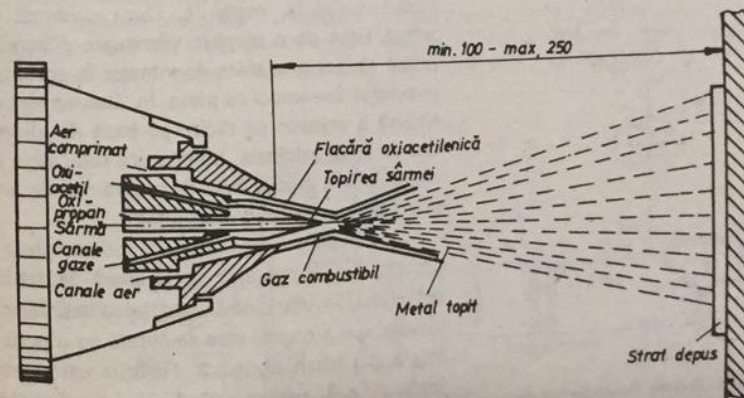


Fig. 6.14. Schema pulverizării la metalizarea cu sârmă și flacără oxiacetilenică.

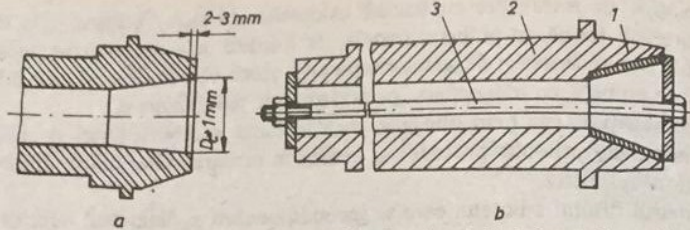


Fig. 6.15. Repararea alezajelor conice în arborele principal al mașinilor-unelte: a - prin strunjire și rectificare; b - prin bușare.

f. **Recondiționarea prin sudare.** Procedeele de recondiționare prin sudare sunt numeroase, dar mai avantajoasă este sudarea electrică cu electrodul vibrator, din cauză că stratul de sudură, ce se depune dintr-o singură trecere, are grosimea de 0,8–3 mm, duritate mare și nu necesită tratament termic ulterior.

Depunerea propriu-zisă prin arc electric se realizează pe strung, la care se adaptează capul de depunere prin arc electric cu electrod vibrator, prinderea piesei făcându-se între vârfuri sau în mandrina autocentrată a strungului.

Depunerea de metal prin contact electric vibrator sau prin vibrocontact constă în depunerea materialului pe piesă de la un electrod vibrator, fenomen care se produce datorită conectării repetate a contactului electric între electrod și piesă, unde se formează un arc electric. Adaosul de material care se depune pe piesă se datorește fenomenului de întrerupere periodică a curentului. În timpul procesului de depunere, electrodul atinge piesa, se produce un scurtcircuit care conduce la sudarea electrodului pe piesă. În momentul îndepărtării se rupe legătura, rămânând particule de material sudate pe piesă.

Depunerea cu arc electric vibrator poate avea loc în aer, sub strat de flux, sub jetul unui lichid de răcire sau în mediu de gaz protector.

Schema instalației de depunere cu arc electric vibrator sub jet de lichid de răcire este reprezentată în figura 6.16. Sârma electrod 1 de pe tamburul 2 este trasă de rolele 3 și trimisă prin duza calibrată 4 la piesa 5 ce urmează a fi încărcată. Una din rolele 3 este

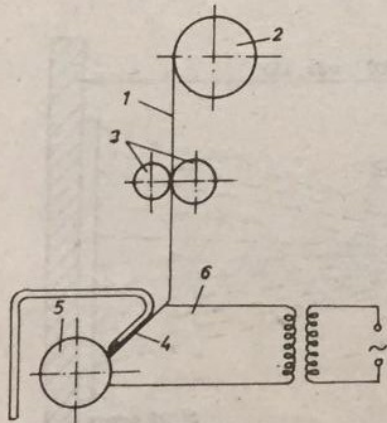


Fig. 6.16. Schema instalației de depunere cu arc electric vibrator sub jet lichid de răcire.

motoare, fiind antrenată de un motor electric cu turație variabilă, reglabilă. Duza calibrată este prinsă rigid de o pârghie vibratoare 6, care imprimă sârmei o mișcare de vibrație în apropierea punctului de contact cu piesa. În zona arcului este trimisă o emulsie de răcire pe bază de glicerină sau de sodă calcinată. Soluția are rolul de a răci metalul, de a proteja baia de sudură față de acțiunea negativă a aerului înconjurător.

În vederea operației de sudare, piesa nu necesită nici o pregătire preliminară deosebită a suprafeței, în afară de îndepărtarea murdăriei și uleiului sau a ruginii care se curăță cu o perie de sârmă sau hârtie abrazivă. Fusurile care trebuie încărcate prin sudare, având rizuri mari, adâncituri, ovalități sau bătăi mai mari de 1,5 mm trebuie strunjite până se înlătură defectele.

Alezajele, canalele și canalele de pană care trebuie menținute, se protejează prin astuparea cu dopuri de grafit sau cupru până la nivelul suprafeței piesei. Stratul de sudare se prelucrează prin strunjire și rectificare.

În ceea ce privește canalele de pană, dacă deformările acestora nu depășesc 15% din dimensiuni, ele se măresc prin frezare la dimensiuni standardizate imediat superioare. În cazul deformărilor exagerate, canalul se astupă prin sudare și se frezează altul, decalat de cel vechi, cu 120° sau 180°.

Filetele uzate cu spire sfărâmate sau rupte se repară prin tăierea altui filet cu dimensiuni mai mici dacă acest lucru este posibil, înlocuindu-se în acest caz piulița care va avea aceeași dimensiuni cu cea inițială în afară de filet.

Porțiunea arborelui unde inelele de etanșare (din pâslă, piele sau cauciuc) freacă, trebuie bine lustruită cu pastă de rodat.

6.2.2. Recondiționarea arborilor cotiți

În timpul funcționării pot apărea: fisuri sau crăpături, încovoierea, răscuirea, uzura fusurilor paliere și a fusurilor manetoane, deteriorarea filetelor, uzura locașurilor de pană, des centrarea flanșei de fixare a volantului, înfundarea canalelor de ungere etc.

Fisurarea arborilor cotiți se produce din cauza oboselii materialului sau tratamentului termic necorespunzător și neobservată la timp provoacă avarii grave. Din aceste considerente, după demontare și spălare se execută un control cu defectoscopul electromagnetic sau cu ultrasunete.

Dacă fisurile sunt mici și numai la suprafață, iar prin rectificarea fusurilor treptele de reparații prescrise dispar, arborii cotiți respectivi mai pot fi utilizați; dacă fisurile sau crăpăturile sunt profunde și nu pot fi înlăturate prin rectificare, și dacă fisurile se identifică pe manivelele arborelui cotit, acesta se înlocuiește.

Uzările dimensionale și abaterile de la forma geometrică a fusurilor sunt mai pronunțate la fusurile de bielă decât la fusurile paliere și se manifestă sub formă de conicitate și ovalitate. Datorită forțelor de inițiere și a distribuirii orificiilor de ungere, uzura maximă a fusurilor manetoane se produce pe fețele dinspre axa arborelui cotit.

Constatarea uzurii fusurilor se face prin măsurarea în planul manivelor și perpendicular pe acesta (fig. 6.17). Măsurarea se face în două secțiuni (1 și 2 din figură) la distanța de 8–10 mm de planul de racordare cu manivelele.

Dacă uzurile măsurate – ovalitatea și conicitatea – sunt în limitele admise și nu depășesc jumătate din jocul minim admis la montajul dintre fusuri și cuzineți sau dacă jocul dintre aceste piese este sub 0,25 mm, arborele cotit poate fi folosit fără recondiționare.

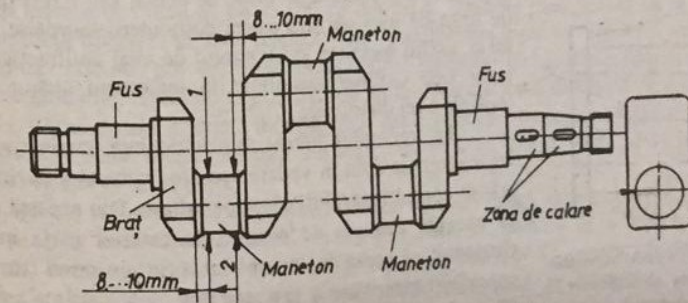


Fig. 6.17. Măsurarea uzurilor de arbori cotiți.

Când uzurile fusurilor depășesc valorile maxime prescrise se va trece la recondiționare, care se realizează prin prelucrarea la dimensiunile de reparații sau prin compensarea uzării cu adaos de material (când arborii au fost deja recondiționați până la ultima treaptă de reparații).

Prelucrarea la dimensiunile de reparație se face pe mașini de rectificat arbori cotiți, începând cu fusurile paliere. La rectificarea fusurilor manetoane se verifică cu regularitate raza manivelei, a cărei mărime trebuie să fie egală cu cea inițială. După rectificarea urmează netezirea fusurilor și echilibrarea dinamică a arborelui cotit.

Recondiționarea fusurilor cu compensarea uzării cu depunere de metal se realizează prin cromare, metalizare și sudare etc., urmată de prelucrări mecanice și echilibrare.

Încovoierea arborilor cotiți se produce în timpul funcționării sub acțiunea unor sarcini transversale și se verifică cu ajutorul comparatorului cu cadran după ce în prealabil arborele a fost așezat pe două prisme sau între vârfuri.

Încovoierea maximă admisă este de 0,03 mm. În cazul încovoierilor mai mari, arborele trebuie îndreptat la rece, cu ajutorul unei prese hidraulice cu care se aplică o forță ce trebuie să imprime o săgeată de sens invers de 10...15 ori mai mare decât cea măsurată. După îndreptare se verifică și se repetă, la nevoie, operația până când încovoierea scade sub 0,03 mm.

Răsucirea arborilor cotiți se stabilește prin măsurarea abaterilor unghiulare a axelor fusurilor manetoane față de planul care trece prin axele fusurilor paliere și manetoane și se corectează cu dispozitive cu care se poate aplica o răsucire de sens invers.

Canalele de ungere înfundate trebuie curățate timp de 8–10 min cu petrol, la o presiune de 14–15 bar, și, apoi, suflate cu aer comprimat 2–3 min. Dacă canalul este atât de înfundat încât nu cedează la acest procedeu, va fi desfundat cu sârmă de oțel, dacă este nevoie cu scoaterea dopurilor de închidere și etanșare.

Orificiile de centrare se curăță cu o sculă combinată de ceruit cu un burghiu sau cu o freză ascuțită la 60° sau cu un cap abraziv.

6.2.3. Recondiționarea lagărelor de alunecare cu cuzineți

Lagărele cu alunecare sunt executate, de obicei, dintr-o bucată sau din două bucăți cu sau fără cuzineți.

Recondiționarea lagărelor se impune în cazurile când: suprafețele de frecare sunt uzate și jocul dintre fus și lagăr depășește abaterea admisă sau lagărul s-a ovalizat; pe suprafețele de frecare apar urme de gripaj sau rizuri produse de lipsa de ulei sau din cauza pătrunderii murdăriei (praf, nisip, așchii metalice etc.); stratul de aliaj antifracțiune din lagăr este exfoliat sau topit; în lagăre au apărut fisuri; lagărele s-au distrus etc.

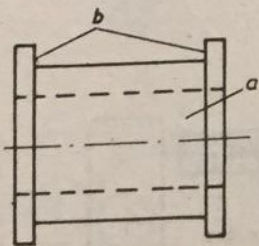


Fig. 6.18. Răzuirea suprafețelor de reazem ale lagărelor cu alunecare.

La recondiționarea sau înlocuirea cuzinetelor din lagăre trebuie avut în vedere așezarea corectă a cuzinetelor, atât în corpul lagărului, cât și pe arbore. Din această cauză, se execută operații de păsuire, la exterior și la interior. Cuzinetul se așază în locașul lui, prin ajustarea (răzuirea) suprafeței exterioare *a* și a suprafețelor inelare de sprijin *b* (fig. 6.18).

Ajustarea se controlează cu vopsea, prin rotirea sau deplasarea cuzinetului în locașul său. Ajustarea se consideră bună dacă se obțin 6–8 pete pe o suprafață pătrată cu latura de 25 mm. Ajustajul corect dintre fusul arborelui și cuzinet se obține prin răzuirea fiecărui cuzinet, în parte controlat tot cu vopsea, însă în acest caz numărul de pete crește de la 12 la 20 pe aceeași suprafață. Ajustarea se consideră bună când petele de vopsea sunt distribuite uniform pe întreaga suprafață a lagărului.



Fig. 6.19. Răzuirea manuală a suprafețelor circulare.

Operația de răzuire începe întotdeauna cu acoperirea fusului cu un strat subțire și uniform de vopsea de tușat. De aceea, cuzineții se așază pe fus sau în cazul bușelor se introduc pe arbore, rotindu-se ușor într-o parte și în cealaltă. După scoaterea de pe fus a cuzinetelor li se cercetează mărimea și forma petelor și se fixează într-un dispozitiv sau menghină pentru răzuire. Răzuirea se face numai pe porțiunea unde vopseaua a lăsat urme (fig. 6.19). După ce primele pete au fost îndepărtate prin răzuire se așază din nou cuzinetul sau bușca pe fus și operația se repetă până când suprafața cuzinetului este complet acoperită de vopsea. La răzuire, trebuie folosite numai răzuitoare dreptunghiulare cu unghiul de tăiere de 60–70°, muchiile drepte și bine ascuțite. Ascuțirea se execută la polizor și apoi pe placa de ascuțit, care este formată dintr-o placă de fontă cu dimensiunile 300 × 400 mm, pe care se presară praf de șmirghel (cu sedimentare în 60 min). În felul acesta ascuțirea se face repede și bine, iar suprafața prelucrată va fi foarte curată.

O bună ajustare a lagărelor se realizează în următoarele condiții: suprafața care urmează a fi răzuită nu trebuie să aibă urme de ulei; răzuirea de degroșare să se execute prin apăsarea pe răzuitoare, până ce vopseaua se aplică mai uniform pe suprafața răzuită, după care apăsarea se micșorează; pentru a se obține o suprafață curată, fără rizuri, răzuitoare se înmoaie din când în când, în timpul răzuirii, într-o soluție de săpun; vopseaua fără corpuri străine trebuie să fie bine frecată și aplicată pe fusurile arborelui cu o bucată de pânză de în făcută sul; stratul de vopsea aplicat pe fus trebuie micșorat, pe măsura sporirii numărului de pete pe suprafața care se răzuiește.

În cazul lagărelor de precizie înaltă, fusurile arborilor se vor acoperi cu terebentină în loc de ulei, pentru că în acest caz, proeminențele de pe suprafața lagărului vor fi licioase; urmele de răzuire trebuie să aibă formă dreptunghiulară; direcția răzuitoare trebuie să fie schimbată, pentru ca urmele de vopsea să fie mai aparente.

După răzuire se execută canalele de ungere.

Muchiile canalelor de ungere se rotunjesc obligatoriu. Dacă ar rămâne ascuțite, lubrifiantul ar fi răzuit de pe fus. Canalele de ungere nu vor fi prelungite până la marginea lagărului, pentru ca uleiul să nu se scurgă din lagăr. Trebuie ținut seama ca la răzuirea lagărului jocul dintre el și fusul respectiv să fie astfel ales încât să asigure o ungere corectă. În caz contrar, pot apărea în funcționarea lagărului următoarele fenomene: dacă jocul este prea mic, uleiul nu se poate răspândi uniform pe toată suprafața de alunecare a lagărului, filmul de ulei prezintă întreruperi și apare o frecare mare între lagăr și fus; dacă jocul este prea mare, uleiul iese ușor din lagăr, arborele va bate în lagăr, se va încălzi repede și se va uza în scurt timp.

Lagărele și bușele cu alunecare din oțel, dintr-o bucată, care nu se pot regla, pot fi reparate prin încărcare cu sudură sau prin metalizare. Înainte de a începe sudarea, lagărul sau bușca se încălzesc până la temperatura de 400–500°C, pentru a înlătura posibilitatea de deformare sau fisurare. După sudare, interiorul se strunjește și apoi se rectifică.

Recondiționarea prin metalizare a lagărelor și a cuzinetelor se face cu ajutorul suprafețelor metalizate a căror ajustaje sunt prelungite și aruncă lateral metalul pulverizat. Cuzineții, înainte de metalizare se împerechează și se fixează cu o bridă, pentru a se putea executa un filet vibrant.

Pentru a mări aderența stratului metalizat, lagărul sau cuzinetul trebuie încălzit în prealabil, apoi bine centrat pe mașina pe care se execută metalizarea. După metalizare urmează operațiile de prelucrări metalice la dimensiunile respective.

Lagărele dintr-o bucată și bușele de dimensiuni mari se mai repară și prin metalizare exterioară în felul următor: lagărul sau bușea se taie în lungul axei în două jumătăți simetrice, suprafețele tăiate se ajustează și se păsuiesc perfect, după care se asamblează și se strunjesc la interior la dimensiunea necesară, iar pe suprafața exterioară se execută un filet vibrant pe care se aplică stratul de metal, folosind sârmă de oțel cu conținut mic de carbon. Apoi suprafața exterioară a bușei se strunjește până la dimensiunea necesară, se presează în locasul interior al lagărului și, apoi, se prelucrează împreună cu lagărul.

6.2.4. Înlăturarea defectelor rulmenților și înlocuirea lor

Un rulment la care se observă urme de rizuri, ciupituri sau îngrijirea căilor de rulare și a corpurilor de rostogolire, nu mai poate fi folosit.

Ceea ce se poate remedia la un rulment este îndepărtarea petelor de coroziune. În celelalte cazuri, rulmenții se înlocuiesc cu alții noi, cu precizia impusă de subsamblul mașinii, utilajului sau instalației respective.

Repararea propriu-zisă a rulmenților se poate face numai la aceia care lucrează pe ace sau role, fără inel interior (direct pe arbore) și când arborii au fost recondiționați prin rectificare, iar diametrul lor a fost micșorat. În acest caz, rolele sau acele trebuie să fie înlocuite cu altele cu diametrul corespunzător.

Acele și rolele pentru rulmenți pot fi procurate direct de la societățile comerciale producătoare de rulmenți și numai în cazuri speciale se pot executa în atelierul de reparații. Acele nu trebuie să aibă abateri mai mari de $2,5\mu\text{m}$ în ceea ce privește conicitatea, poligonalitatea și convexitatea. Înainte de montaj ele se sortează. Limita de sortare nu trebuie să depășească $-2\mu\text{m}$ pentru mașini foarte precise; $-3\mu\text{m}$ pentru mașini normale și $-5\mu\text{m}$ pentru alte scopuri.

6.2.5. Repararea cuplajelor, ambreiajelor și frânelor

a. **Repararea cuplajelor.** Lucrările de reparare a cuplajelor sunt specifice fiecărui tip de cuplaj.

La cuplaje elastice se înlocuiesc, cu ocazia reparațiilor, inelele sau lamelele din material elastic.

Inelele se execută din cauciuc la care rezistența la tracțiune este de minimum 60 daN/cm^2 ; alungirea relativă, la rupere este de minimum 250%; duritatea 55-70 grade Shore. În cazul cuplajului cu lamele, acestea se execută, în general, din talpă crupon.

Cuplajele cardanice au o construcție care nu permite ca piesele componente să fie reparate și, ca atare, ele vor fi întotdeauna înlocuite cu altele noi.

La cuplaje dințate repararea constă în general în recondiționarea danturii uzate și în micșorarea jocului dintre dinți. Aceasta se face prin cromare dură, dacă dantura nu este

prea uzată, sau piesele în cauză se execută din nou, dacă dinții s-au subțiat sau s-au rupt. Ceea ce trebuie avut în vedere la repararea sau la execuția pieselor este precizia danturii, care este în funcție de viteza periferică a unui punct de pe cercul de divizare și anume: precizie normală pentru cuplajele care lucrează la nivele periferice de până la 15 m/s inclusiv; precizie mărită pentru cuplajele care lucrează la viteze periferice de peste 15 m/s.

Dantura bușelor și a manșoanelor dințate se execută cu profilul în evolventă, unghiul profilului de referință fiind egal cu 20° , iar toate danturile aceluiași cuplaj se execută în aceeași clasă de precizie.

b. **Repararea ambreiajelor.** Repararea ambreiajelor conice cu fricțiune constă în rectificarea suprafeței conului exterior, având însă grijă ca el să nu ajungă, în timpul cuplării, în fundul contrapiesei. Dacă suprafețele de contact ale conurilor prezintă urme de gripaj sau ovalitate, se rectifică ambele piese păstrând același unghi de înclinare la fiecare.

După rectificare, suprafața trebuie să fie netedă și curată.

La ambreiajele cu plăci de fricțiune, de obicei, se înlocuiesc discurile de fricțiune și se repară clișeeții care comandă strângerea ambreiajelor. Locurile unde clișeeții se uzează foarte mult sunt marcate cu A (fig. 6.20). Completarea cu material a acestor vârfuri se face prin sudare cu arc electric, folosind electrozi de oțel cu crom sau crom-nichel, după care se ajustează la forma inițială, la un polizor sau mașină de rectificat plan. Plăcile de fricțiune se execută din oțel cu conținut de carbon 0,1-0,15% care, după ștanțare, se cementează pe o adâncime de 0,5 mm, de preferat în cuptor de cementare cu gaz. Apoi, se călesc la o temperatură de 820°C , încălzite într-o baie cu sare. Răcirea lor se face după ce au fost strânse într-un dispozitiv cu care se scufundă în apă, pentru a nu se deforma.

După călire, lamelele se introduc într-o tobă de sablat cu alică de oțel sau fontă cu diametrul de 0,8-1 mm amestecate cu rumeguș de lemn stropit cu petrol.

După sablare lamelele fixate pachet cu ajutorul unui șurub se supun unei reveniri termice într-un cuptor electric de recoacere cu gaz, la care flacăra a fost întreruptă și care are temperatura de $250-260^\circ\text{C}$. La această temperatură se ține timp de 80-90 min, iar după răcire se rectifică pe ambele fețe.

Lamelele de fricțiune ale ambreiajelor electromagnetice sunt supuse unei uzări mai intense. Prin uzarea lamelelor de fricțiune întrefierul cuplat devine mai mic, din care cauză el trebuie verificat din când în când și reglat din nou.

Când uzarea este avansată și lamelele nu mai pot fi folosite se înlocuiesc cu altele noi.

Când pe suprafața de contact a inelului de alunecare au apărut rizuri sau rugozități, diametrul acestuia se rectifică până la 1 mm. Dacă uzările devin mai pronunțate, inelul trebuie înlocuit.

c. **Repararea frânelor.** La mașinile-unelte, poduri rulante, precum și la autovehicule, cele mai folosite frâne sunt frânele cu saboți, cu bandă și cu disc.

Defecțiunile mai importante care apar la frâne sunt: uzarea tamburului, saboților, benzilor și a discurilor, ruperea tiranților, uzarea alezajelor și a bolturilor.

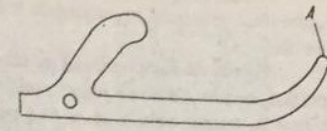


Fig. 6.20. Clișeețul unui ambreiaj cu plăci de fricțiune.

Benzile de ferodo ale frânelor mașinilor-unelte și mașinilor de ridicat trebuie înlocuite dacă grosimea acestora este mai mică de 3 mm, prezintă fisuri, cute etc. pe banda de oțel.

Banda de ferodo nituită pe sabot sau pe banda de oțel trebuie să adere pe toată suprafața, neadmițându-se jocuri mai mari de 0,3 mm. Aderarea ferodoului sabotilor și a benzii la tambur trebuie să se facă pe întreaga suprafață de frecare. La desfacerea frânelor, ferodoul trebuie să se depărteze uniform pe tambur cu cel puțin 0,25 mm și cel mult cu 1,25 mm, la frâna cu bandă și cu 1,0 mm, la frâna cu sabot.

Sistemul de părghii, datorită uzării alezajelor și buloanelor, nu trebuie să capete un joc mai mare decât de două ori jocul inițial. În caz contrar, întregul sistem se demontează și se reconstruiește. Dacă uzarea alezajelor nu depășește 15% din diametrul inițial, repararea se execută prin alezarea lor și înlocuirea buloanelor cu altele, având diametrul mai mare, corespunzător noilor alezaje. Dacă uzarea alezajelor depășește limita de 15%, remedierea se poate face prin încărcarea alezajului cu sudură și prelucrarea la diametrul nominal, prin introducerea unei bușe presate în alezajul prelucrat sau prin înlocuirea pieselor respective.

Deformarea sabotilor de frână se îndalătură prin îndreptarea acestora; dacă sabotii nu pot fi îndreptați sau sunt uzați pe suprafețele de prindere a ferodoului se va încerca restabilirea formei circulare a sabotilor prin strunjire. Această operație este admisă dacă posibilitățile de reglaj permit compensarea prelucrării prin apropierea sabotului de tambur; în caz contrar, se adaugă compensatoare pe suprafața sabotilor, se încarcă cu sudură și se prelucreză la dimensiunea necesară sau se înlocuiesc.

Uzarea tamburului de frână se elimină prin prelucrarea la o dimensiune următoare de reparație însoțită de reglarea poziției sabotilor. În cazul uzărilor mari, se pot restabili dimensiunile inițiale ale tamburului prin presarea și sudarea unor bușe sau bandaje din același oțel (în interiorul sau exteriorul tamburului, după caz, în funcție de sistemul de frânare existent). După presare bușele se strunjesc perfect centrat.

Arborii și buloanele cu o uzură mai mare de 5% din diametrul lor și cu o ovalitate mai mare de 0,5 mm se repară prin încărcarea cu sudură și apoi strunjire la dimensiunea nominală. Uneori, când tehnologia reconstrucției prezintă dificultăți sau uzurile sunt mai mari decât limitele de mai sus, piesele se înlocuiesc cu altele noi.

Repararea frânelor prezintă o foarte mare importanță. De aceea, la introducerea în reparație se demontează complet toate mecanismele frânei, se înlocuiesc piesele degradate.

6.2.6. Repararea mecanismelor de transmisie cu curele

Defectele acestor mecanisme pot fi: canale uzate, joc mare între arbore și roată, canal de pană lărgit etc. Controlul canalelor de curea se poate realiza fie cu șabloanele (fig. 6.21) fie cu ajutorul roletor (fig. 6.22). Verificarea canalelor cu șabloanele se face la fanta de lumină.

Repararea constă în îndepărtarea, prin strunjire, a coroanei uzate și montarea, prin fretare, a unei noi coroane pe care se execută alte canale. Suprafețele canalelor nu trebuie să prezinte sufluri, porozități, crăpături sau alte defecte.

Strunjirea roții trebuie făcută prin fixarea acesteia pe dorn și între vârfuri. De preferat ca dornul să aibă o mică conicitate, pentru a obține o centrare bună. Pentru a nu se crea vibrații, roțile care lucrează la viteze periferice mari, peste 25 m/s, se echilibrează dinamic, sub 25 m/s se echilibrează static.

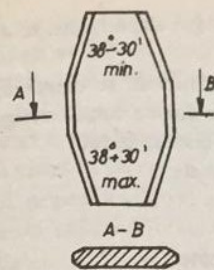


Fig. 6.21. Șablon de verificat.

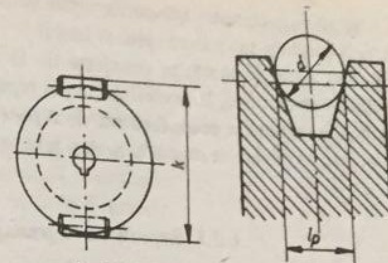


Fig. 6.22. Verificarea canalelor cu role.

6.2.7. Repararea mecanismelor de transmisie cu roți dințate

Defecțiunile caracteristice roților dințate sunt: uzarea flancurilor danturii, cu ciupituri, fisuri și crăpături (pitting) – datorită oboselii materialului, uzarea părților laterale și frontale ale dinților, strivirea sau ruperea dinților, desprinderi de așchii la capetele dinților datorită șocurilor, cuplărilor necorespunzătoare, griparea produsă din cauza lipsei de ulei sau a supraîncălzirii angrenajului, uzarea locașului de pană sau a canelurilor etc.

La apariția unuia din fenomenele arătate roata în cauză trebuie înlocuită. O dată cu aceasta se înlocuiește și roata cu care angrenează.

Este greșită practicarea inversării roților dințate în așa fel ca ele să lungece pe flancurile opuse. Prin această inversare jocul dintre dinți nu poate fi eliminat.

O reparație proprie-zisă poate fi făcută numai la roțile dințate, de mică importanță, care lucrează la viteze periferice mici (sub 0,3 m/s), cu modulul de peste 3 mm, al căror număr de dinți uzați sau ruți nu depășește 10% din numărul total de dinți, iar dinții sunt așezați în șir.

Repararea poate fi făcută prin înlocuirea dinților uzați sau ruți cu un sector dințat, scos dintr-o coroană dințată. Sectorul dințat are la partea opusă dinților, formă de coadă de rândunică.

Se îndepărtează prin rabotare sau frezare dinții respectivi și o dată cu aceștia se îndepărtează și o parte din coroana roții sub formă de coadă de rândunică.

Se scoate dintr-o coroană dințată, special executată, având aceleași dimensiuni ca și roata de reparat, un sector dințat egal cu canalul executat în roată.

Sectorul dințat se montează prin fretare, cu ajutorul șuruburilor (fig. 6.23, a) sau prin sudare (fig. 6.23, b).

Repararea mai poate fi făcută prin îndepărtarea prin strunjire a coroanei uzate și montarea prin fretare a unei coroane dințate noi.

În vederea montării prin fretare se procedează astfel:

– se încălzește coroana într-un cup-tor electric sau cu flacără până la temperatura de 500–600° C;

– se scoate afară și se curăță interiorul cu zgură;

– se introduce pe roată cu lovituri ușoare de ciocan;

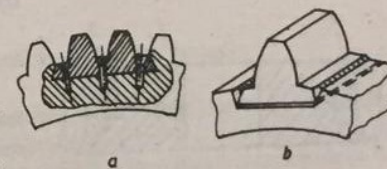


Fig. 6.23. Repararea roților dințate.

– se răcește complet într-un loc lipsit de curenții de aer, după răcire se asigură fixarea prin șuruburi sau sudură aplicată lateral.

Roata, astfel reparată, se strunjește fin la exterior și frontal, se danturează, se șevăruiește și se rectifică. În același fel se pot repara și roțile dințate conice. Asigurarea contra rotirii pe arbore se poate face prin două pene paralele, dispuse la 180° .

Sectoarele dințate se repară în același fel ca și roțile dințate.

6.2.8. Repararea angrenajelor melcate

În industria constructoare de mașini sunt folosite în mod curent angrenajele melcate cilindrice cu posibilitatea de reglare a jocului între flancuri. Menținerea unui joc minim între flancuri este necesară în primul rând la angrenajele melcate ale *mecanismelor de divizare* pentru mașini-unelte (mașini de prelucrat roți dințate, mese rotative, capete divizoare etc.) și uneori la angrenajele melcate de transmitere a puterii, unde trebuie reduse oscilațiile de răscuire ale sistemului de antrenare care pot fi provocate, de exemplu, prin forțe de așchiere pulsatorii.

Pentru menținerea jocului minim și optim de angrenare, angrenajele melc-roată melcată sunt dotate cu dispozitive de reglare a jocului sau compensare a uzării.

Când dispozitivul de reglare nu mai poate înlătura jocul dintre melc și roata melcată din cauza uzării prea mari a dinților roții melcate și a spirelor melcului se procedează la înlocuirea și repararea pieselor în cauză. De obicei, uzarea accentuată apare la roata melcată care, fiind din bronz, se uzează mai repede. Acestea având, în general, diarmând a se monta, prin presare, o coroană nouă 2 pe butucul 1 (fig. 6.24).

urmând a se monta, prin presare, o coroană nouă 2 (fig. 6.24) pe butucul 1.

Solidarizarea coroanei dințate cu butucul se face cu ajutorul unor știfturi filetate 3 fixate jumătate în batiu și jumătate în coroană.

Coroana se prelucurează până aproape de cota finală și se montează împreună cu șurubul melcat pe un aparat de controlat angrenaje. În poziția angrenată, fără joc, se compară distanța dintre axe cu distanța teoretică micșorată cu valoarea abaterii (toleranței) admise la distanța între axe. În baza valorii obținute se prelucurează în continuare roata melcată până se realizează condiția menționată.

6.2.9. Recondiționarea camelor, excentricelor și a crucilor de Malta

Uzura acestor piese apare pe suprafețele active de lucru (cu conturul camei în contact cu rola sau tachetul, pe suprafața exterioară și interioară a rolei, pe suprafața de contact a tachetului etc.)

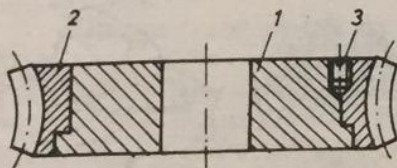


Fig. 6.24. Repararea roților melcate.

Recondiționarea unei came sau excentric se face prin încărcarea cu sudură electrică.

Încărcarea cu sudură trebuie făcută pe întreaga suprafață activă, folosind electrozi speciali cu pastă de mangan și sormait.

Înainte de a începe repararea trebuie executat un șablon din tablă cu grosimea de

1,5–2 mm perfect plană, lăsând un adaos față de conturul camei ce trebuie reparată de 0,5–0,8 mm și chiar mai mult, dacă conturul este prea uzat.

Șablonul se montează la loc și se fac o serie de măsurări asupra pieselor acționate de cama cu excentricul în cauză în vederea determinării grafice a profilului camei, respectiv șablonului. După aceea, se întocmește un desen indicând forma precisă și valorile limită ale profilului.

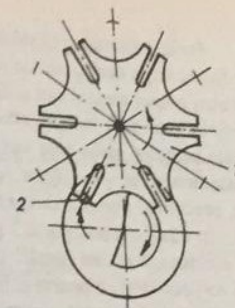


Fig. 6.25. Cruce de Malta.

Cu profilul determinat grafic se controlează șablonul din tablă și se ajustează până ce conturul acestuia se suprapune peste cel determinat grafic.

După încărcare, piesele se ajustează după conturul șablonului lăsând un adaos de material de 0,2–0,3 mm. După această primă ajustare cama sau excentricul se montează în mecanismul respectiv și se verifică corecta lui funcționare. Apoi, cama se ajustează definitiv la forma finală, iar suprafețele active de lucru se lustruiesc cu pastă de rodat, în așa fel ca suprafața să nu prezinte rizuri, denivelări, exfolieri, ciupituri, concavități (se admit numai suprafețele convexe), și să fie perfect perpendiculară pe axa de rotație a camei.

În general, camele, excentricile, și crucile de Malta uzate se înlocuiesc cu altele noi, executate din oțel carbon OLC15, oțel aliat 15 CO 8 cementate și apoi călite etc.

Metodele folosite la executarea camelor și a crucilor de Malta sunt diferite, ele fiind în funcție de condițiile impuse profilului și de posibilitățile atelierului, dar în toate cazurile la executarea unei came se deosebesc următoarele faze: executarea de piese semifabricate; trasarea profilului; decuparea profilului; tratamentul termic; finisarea și controlul profilului.

Partea de material care trebuie înlăturată din camă se decupează prin găurire, cu ajutorul sudării oxiacetilenice sau prin frezare.

Prelucrarea profilului se face manual, cu dispozitive speciale sau pe o mașină de frezat prin copiere.

După prelucrare, camele se tratează termic (suprafața activă de lucru a camei se cementează pe o adâncime de 0,5–1,5 mm și se căleşte până la durezza de 58–62 HRC) și se finisează.

Crucile de Malta 1 se recondiționează, de obicei, prin rectificarea suprafețelor uzate ca: role, bolțuri etc. Astfel, canalele în care glisează rola 2 (fig. 6.25) se rectifică până la îndepărtarea totală a uzurii. Canalele se rectifică toate la aceeași cotă, indiferent dacă uzarea este mai mică la unele din ele, iar verificarea se face cu cale plan-paralele, calibre sau cu dornuri cilindrice a căror ovalitate și conicitate nu depășesc 0,02 mm. Abaterile unghiulare ale canalelor nu trebuie să depășească $5'$.

6.2.10. Măsuri de tehnică a securității muncii

La recondiționarea pieselor componente și a mecanismelor de transmisie a mișcării de rotație se vor respecta toate măsurile de tehnică a securității muncii și de prevenire și stingere a incendiilor specifice mașinilor și locurilor de muncă unde se realizează lucrarea respectivă.

Pentru montarea și demontarea mecanismelor, în vederea evitării accidentelor, se vor folosi scule nedeteriorate și dispozitive în bună stare de funcționare. Operațiile de demontare a unei mașini sau utilaj trebuie să se desfășoare sub conducerea directă a maestrului. Înainte de a începe demontarea se va studia documentația tehnică și se vor stabili masele pieselor grele care vor fi manevrate numai cu mijloace de ridicat și transportat. De asemenea, se vor asigura spațiile de acces între mașinile și utilajele ce sunt în reparație, precum și iluminarea corespunzătoare a fiecărui loc de muncă.

În cazul recondiționării prin cromare, metalizare, sudare etc. personalul muncitor care efectuează aceste lucrări va trebui să fie bine instruit în privința funcționării instalației respective și să poarte echipamentul de protecție adecvat.

Pentru efectuarea reparațiilor mașinilor și utilajelor, în locuri greu accesibile sau la înălțimi, se vor lua măsuri suplimentare, ca de exemplu, folosirea centurilor de siguranță.

CUPRINS

CAP. 1. NOȚIUNI GENERALE PRIVIND EXECUȚIA ȘI MONTAJUL MAȘINILOR-UNELTE

1.1. Definiție, clasificare	3
1.2. Condiții tehnice impuse mașinilor-unelte	3
1.3. Principalele părți componente ale mașinilor-unelte	4
1.4. Principalele mecanisme folosite la construcția mașinilor-unelte	7
1.4.1. Mecanisme de transmitere a mișcării de rotație	8
1.4.2. Mecanisme de transformare a mișcării de rotație în mișcarea de translație	13
1.4.3. Mecanisme pentru transformarea mișcării de rotație continuă în mișcarea de rotație intermitentă	14
1.4.4. Mecanisme pentru variația continuă a turațiilor	17
1.4.5. Mecanisme pentru inversarea sensului de mișcare	18
1.5. Considerații privind execuția și montajul mașinilor-unelte	19

CAP. 2. MAȘINI ȘI UTILAJE ÎN CONSTRUCȚIA DE MAȘINI

2.1. Strunguri	21
2.1.1. Clasificarea strungurilor	21
2.1.2. Strunguri normale universale	21
2.1.3. Strunguri verticale (carousel)	23
2.1.4. Strunguri revolver	25
2.1.5. Strunguri semiautomate și automate	26
2.2. Mașini de alezat	28
2.2.1. Mașini de alezat verticale	28
2.2.2. Mașini de alezat orizontale	28
2.2.3. Mașini de alezat în coordonate	29
2.3. Mașini de rectificat	30
2.3.1. Mașini de rectificat rotund exterior	30
2.3.2. Mașini de rectificat rotund fără vârfuri	31
2.3.3. Mașini de rectificat rotund interior	32
2.3.4. Mașini de rectificat plan	32
2.4. Mașini de frezat	33
2.4.1. Clasificarea mașinilor de frezat	33
2.4.2. Mașini de frezat de banc	34
2.4.3. Mașini de frezat cu consolă	34
2.4.4. Mașini de frezat plan	35
2.4.5. Mașini de frezat longitudinal	36
2.5. Mașini de rabotat	36
2.5.1. Clasificarea mașinilor de rabotat	36
2.5.2. Mașini de rabotat cu masă mobilă	38
2.5.3. Mașini de rabotat cu masă fixă	38
2.6. Mașini de mortezat	39
2.7. Mașini de broșat	40
2.7.1. Clasificarea mașinilor de broșat	40
2.7.2. Mașini de broșat cu acțiune discontinuă	41
2.7.3. Mașini de broșat cu acțiune continuă	41

2.8. Mașini speciale de finisat	41
2.8.1. Mașini de lepuț	41
2.8.2. Mașini de honuit	43
2.8.3. Mașini de superfinisat	43
2.9. Mașini de ascuțit scule	44
2.9.1. Mașini universale de ascuțit	44
2.9.2. Mașini speciale de ascuțit	46
2.10. Mașini-unelte agregat și mașini-unelte cu comandă program	46
2.10.1. Componerea mașinilor-unelte agregat	46
2.10.2. Mașini-unelte agregat simple	47
2.10.3. Mașini-unelte agregat semiautomate	48
2.10.4. Mașini-unelte agregat automate	48
2.10.5. Mașini de prelucrat cu comandă după program	49
2.10.6. Mașini cu sisteme de comandă numerică digitală	52
2.11. Lucrări speciale de asamblare și montaj a mașinilor-unelte. Răzuirea ghidajelor batiurilor. Asamblarea cutiilor de viteze și avansuri. Pregătirea montanților și traverselor, meselor și săniilor. Asamblarea generală. N.T.S. specifice	53
2.11.1. Răzuirea ghidajelor batiurilor	53
2.11.2. Asamblarea cutiilor de viteze și avansuri	59
2.11.3. Pregătirea montanților și traverselor	60
2.11.4. Pregătirea săniilor și meselor pentru asamblare	62
2.11.5. Asamblarea generală a mașinilor-unelte	62
2.11.6. Norme de tehnica securității muncii specifice asamblării	65
2.12. Verificarea asamblării. Probe de mers în gol și probe de mers în sarcină	65
2.12.1. Verificarea asamblării	65
2.12.2. Probe de mers în gol	67
2.12.3. Probe de mers în sarcină	68

CAP. 3. REGLAREA MAȘINILOR-UNELTE

3.1. Reglarea turațiilor	69
3.2. Reglarea săniilor, meselor și sculelor	70
3.3. Noțiuni generale privind reglarea dispozitivelor	73

CAP. 4. MECANIZAREA ȘI AUTOMATIZAREA MAȘINILOR-UNELTE

4.1. Noțiuni introductive	74
4.2. Elementele sistemelor de automatizare	75
4.3. Mecanizarea și automatizarea dispozitivelor de la mașinile-unelte	76
4.4. Mecanizarea și automatizarea fixării semifabricatelor	76
4.5. Strunguri automate	77
4.6. Mașini agregat	77
4.7. Mașini cu comandă numerică	78

CAP. 5. CONTROLUL LUCRĂRILOR DE MONTAJ. CONTROLUL JOCURILOR ȘI AL PRECIZIEI GEOMETRICE A MAȘINILOR-UNELTE. APARATE FOLOSITE LA CONTROL

5.1. Controlul lucrărilor de montaj	80
5.2. Aparat pentru controlul mașinilor-unelte	87

CAP. 6. RECONDIȚIONAREA PIESELOR UZATE ALE MAȘINILOR-UNELTE. REPARAREA CUPLAJELOR, FRĂNELOR, ȘI AMGRENAJELOR

6.1. Procedee de recondiționare	88
6.1.1. Recondiționarea prin prelucrări mecanice	88
6.1.2. Recondiționarea prin sudare	90
6.1.3. Recondiționarea prin deformare plastică	90
6.1.4. Recondiționarea prin acoperiri galvanice	91
6.1.5. Recondiționarea prin metalizare	91
6.2. Recondiționarea arborilor și lagărelor. Repararea cuplajelor și angrenajelor	92
6.2.1. Recondiționarea arborilor și osiilor	92
6.2.2. Recondiționarea arborilor cotiți	99
6.2.3. Recondiționarea lagărelor de alunecare cu cuzineți	100
6.2.4. Înlăturarea defectelor rulmenților și înlocuirea lor	102
6.2.5. Repararea cuplajelor, ambreiajelor și frânelor	102
6.2.6. Repararea mecanismelor de transmisie cu curele	104
6.2.7. Repararea mecanismelor de transmisie cu roți dințate	105
6.2.8. Repararea angrenajelor melcate	106
6.2.9. Recondiționarea camelor, excentricelor și a crucilor de Malta	106
6.2.10. Măsuri de tehnică a securității muncii	107

Plan editură: 26 027
Format: 16/70 × 100. Coli de tipar: 7
Bun de tipar: 30.06.1999
Tiparul executat la Imprimeria „Oltenia” – Craiova
B-dul Mareșal Ion Antonescu, nr. 102
Comanda 91