

Olguța Laura Spornic • Aurel Ciocîrlea-Vasilescu

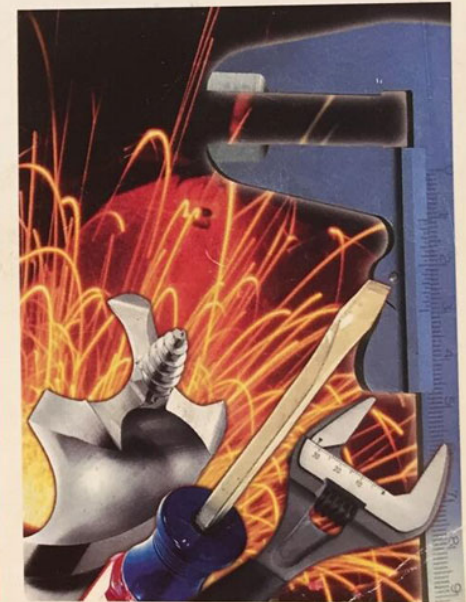
Mariana Constantin • Ioana Ciocîrlea-Vasilescu

filiera tehnologică • profil **TEHNIC**
domeniul pregătirii de bază **MECANICĂ**

Tehnologii generale mecanice

Programa școlară aprobată de

Ministerul
Educației,
Cercetării,
Tineretului
și Sportului



Manual pentru clasa a IX-a

NOȚIUNI TEHNICE GENERALE

1

- 1.1. Organizarea secțiilor, a atelierelor și a locurilor de muncă
- 1.2. Terminologie de specialitate
- 1.3. Documentație tehnică
- 1.4. Mijloace de măsurare pentru lungimi și unghiuri
- 1.5. Precizie dimensională. Precizie de măsurare și precizie de execuție

COMPETENȚE ȘI DEPRINDERI

Noțiunile prezentate în acest capitol contribuie la înțelegerea termenilor tehnici privind:

- organizarea secțiilor, a atelierelor și a locurilor de muncă conform regulamentelor de ordine interioară;
- definirea terminologiei de specialitate;
- utilizarea documentației tehnice;
- controlul operațiilor efectuate cu mijloace de măsurare pentru lungimi și unghiuri.

1.1. ORGANIZAREA SECȚIILOR, A ATELIERELOR ȘI A LOCURILOR DE MUNCĂ

Din punct de vedere organizatoric, structura de producție și de concepție reflectă locul în care se desfășoară activitatea de producție, de control tehnic de calitate și de cercetare în cadrul unor verigi organizatorice bine delimitate.

Structura de producție și de concepție a unei întreprinderi de producție industrială se referă la numărul și la componența unităților de producție, de control și de cercetare, la mărimea și amplasarea lor pe teritoriul întreprinderii, la modul de organizare internă a acestora și la legăturile funcționale care se stabilesc între ele în cadrul procesului de producție și de cercetare.

Verigile organizatorice de producție cel mai des întâlnite care formează structura de producție și de concepție sunt următoarele: *secția de producție, atelierul de producție, atelierul de proiectare, sectorul de producție, laboratorul de cercetare și control, locul de muncă.*

Gradul de mărime al unei întreprinderi influențează asupra numărului verigilor structurale. La întreprinderile mari și foarte mari, pentru executarea unui anumit stadiu al procesului de producție, se pot crea în structura de producție și de concepție mai multe verigi structurale de același fel. De exemplu, în industria constructoare de mașini, se pot crea mai multe secții de prelucrare mecanică și de montaj, iar în industria textilă, se pot crea mai multe verigi structurale pentru procesele de filat. La întreprinderile mici, se constituie unități productive pentru executarea mai multor stadii ale procesului tehnologic. De exemplu, la întreprinderile mici din industria constructoare de mașini, există, de regulă, o singură verigă productivă, pentru prelucrarea și montajul diferitelor produse.

În funcție de tipul produselor executate, fiecare întreprindere are o structură proprie de producție și de concepție, diferită de cea a altei întreprinderi. Astfel, structurile de producție sunt diferite în industria constructoare de mașini, în industria textilă și în industria chimică.

- **Secția de producție** reprezintă diviziunea principală dintr-o întreprindere, în care se desfășoară activități și faze ale procesului de producție, în vederea obținerii unor semifabricate sau a unor produse finite. O secție de producție se constituie atunci când volumul activității necesită 3-5 ateliere sau 6 formații de lucru.

În funcție de felul proceselor tehnologice care se desfășoară în cadrul secțiilor de producție, se diferențiază: **secții de bază** (care se clasifică în funcție de operațiile tehnologice executate), **secții auxiliare**, **secții de deservire**, **secții-anexă** (fig. 1.1).

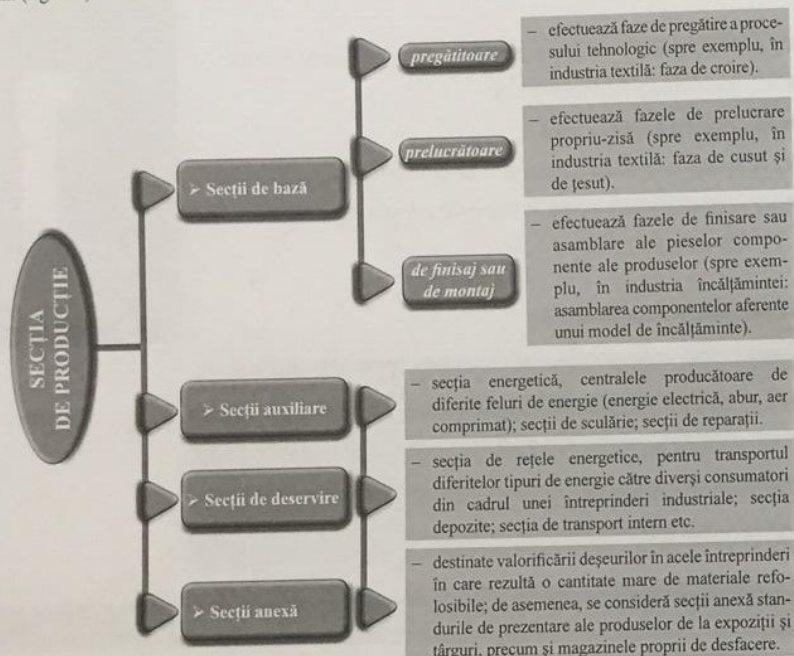


Fig. 1.1. Componenta secției de producție.

- **Atelierul de producție** este o subunitate de producție a unei secții care poate funcționa și în mod independent, deosebindu-se de secția de producție doar prin volumul mai mic de activitate. Se constituie pentru desfășurarea unor activități similare sau omogene, pentru a căror realizare sunt necesare mai multe formații de lucru (de obicei 3-5 formații). Activitățile de producție care pot avea loc în cadrul unui atelier sunt: activități de producție, de montaj, de service etc.

- **Atelierul de proiectare** constituie veriga structurală a cărei activitate este orientată spre executarea unor lucrări de proiectare de dimensiuni mai reduse, care nu au fost executate de institutele de specialitate. Existența acestui atelier, împreună cu cea a laboratorului de control și de cercetare, este impusă de situațiile în care trebuie să fie găsite soluții rapide, ca urmare a numeroaselor modificări ce pot surveni la cererea consumatorilor.

În cadrul secțiilor și al atelierelor, muncitorii sunt grupați în **formații de lucru**, care reprezintă o formă de organizare a muncii unui grup de executanți, conduși, de regulă, de un maestru, de un subinginer sau chiar de un inginer (doar în cazul unor lucrări complexe). Mărimea unei formații de lucru se stabilește în funcție de natura, de complexitatea și de diviziunea procesului de producție, oscilând între 10 și 40 de muncitori.

- **Sectorul de producție** este o subunitate a atelierului, delimitată teritorial, în care se execută un anumit tip de operații tehnologice sau o succesiune de operații legate de fabricația unei piese sau a unei părți de produs.
- **Laboratorul de cercetare și control** reprezintă veriga organizatorică în cadrul căreia se execută diferite analize și măsurători ale calității produselor, ale materiilor prime și ale materialelor.

- **Locul de muncă** este cel mai mic compartiment productiv, care ocupă o parte din suprafața atelierului sau a secției. Reprezintă spațiul în care un executant (individual sau colectiv) își desfășoară activitatea cu ajutorul uneltelor de muncă, acționând asupra obiectelor muncii, în vederea îndeplinirii obiectivelor activității sale.

Caracteristicile locului de muncă sunt:

- suprafața de producție dotată cu utilaje, mijloace tehnice și informaționale corespunzătoare, destinate executării unor operații tehnologice sau unor servicii productive;
- numărul de muncitori repartizați pe fiecare loc de muncă, corespunzător activității desfășurate.

Clasificarea locurilor de muncă este cuprinsă în figura 1.2.

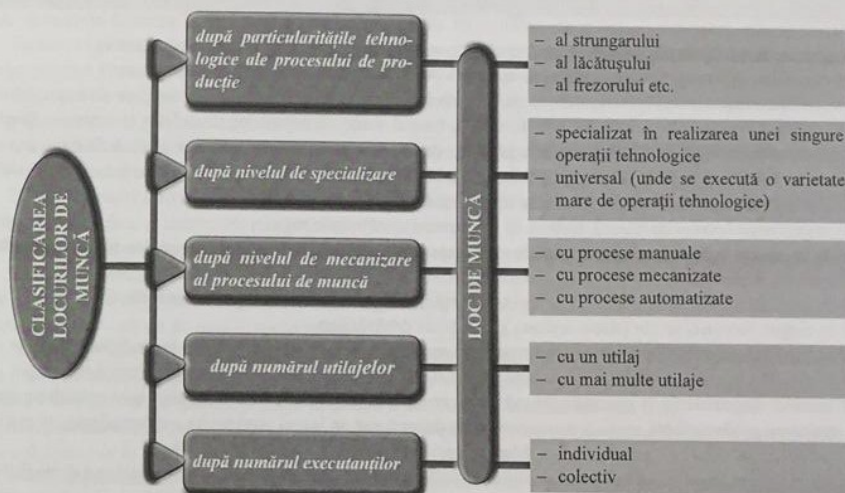


Fig. 1.2. Clasificarea locurilor de muncă.

În cadrul atelierelor de producție sau al sectoarelor și al liniilor de producție în flux, locul de muncă reprezintă veriga structurală de bază în cadrul căreia se desfășoară procesul de producție. Într-un astfel de loc de muncă pot lucra: un muncitor, o formație de muncă (sub forma unei brigăzi sau echipe) sau un muncitor care deservește mai multe locuri de muncă.

Forma obișnuită de deservire este aceea în care, la un loc de muncă, într-un schimb, lucrează un muncitor. Pentru anumite procese, se folosesc formații de muncă compuse din mai mulți muncitori. De exemplu, în secțiile de turnătorie, formația este compusă din trei muncitori: unul se ocupă cu încălzirea materiilor prime necesare, altul cu transportul materialului încălzit la locul de prelucrare și al treilea execută lucrarea propriu-zisă la locul respectiv de muncă.

Un muncitor poate deservi simultan mai multe locuri de muncă, atunci când utilajele de producție sunt automatizate. În acest caz, muncitorul are rolul de a urmări și a supraveghea lucrul efectuat de către mașinile automatizate, intervenind doar atunci când activitatea nu se desfășoară potrivit programării.

Elementele care definesc locul de muncă sunt: nivelul de înzestrare cu utilaje și scule, mărimea suprafeței ocupate, natura obiectelor muncii, condițiile de mediu ambiant, calificarea personalului care își desfășoară activitatea.

Organizarea locului de muncă este considerată rațională în situația în care asigură muncitorului condițiile necesare pentru obținerea unei productivități ridicate, cu cele mai reduse consumuri de resurse.

1.1.1. Regulamentul de ordine interioară

În spațiul în care lucrătorul își desfășoară activitatea, se concentrează scule, instrumente, materie primă, semifabricate și produse finite. În scopul sporirii randamentului și al micșorării efortului depus de către lucrător, este necesară o bună organizare a locului de muncă.

Organizarea locului de muncă trebuie să asigure:

- reducerea efortului fizic al muncitorului, prin eliminarea mișcărilor inutile și prin alegerea celor mai eficace procedee de lucru;
- condiții optime de microclimat (temperatură optimă a mediului, iluminare bună, nivel de zgomot scăzut, lipsa factorilor de perturbare a atenției);
- eliminarea posibilităților de accidentare;
- crearea unui spațiu suficient pentru amplasarea utilajelor și a bancurilor de lucru, precum și pentru executarea manevrelor de lucru necesare;
- depozitarea materialelor, a sculelor, a dispozitivelor și a pieselor prelucrate în locuri special amenajate;
- amplasarea dulapului pentru scule astfel încât să nu împiedice circulația și să permită efectuarea corectă a manevrelor de lucru, asigurând lucrătorului, în același timp, un număr minim de deplasări;
- iluminare uniformă, fără producerea unor umbre pronunțate și a unei direcții supărătoare.

Organizarea ergonomică a locului de muncă constă în: stabilirea zonelor optime și maxime de lucru, cu scopul asigurării mișcării nestânjenite a brațelor lucrătorului în timpul manevrării pieselor, a sculelor și a accesoriilor. Zona maximă de lucru are o rază de 72,32 cm pentru băieți și de 65,73 cm pentru fete, iar zona optimă de lucru are o rază de 46,48 cm pentru băieți și de 46,63 cm pentru fete. Câmpul vizual normal trebuie să fie cuprins între +15° și -45° față de direcția orizontală a privirii în plan vertical și între 0° și 60° în plan orizontal.

La organizarea locului de muncă, trebuie să se respecte următoarele reguli:

- la începutul lucrului, sculele și piesele să fie așezate astfel încât cele folosite mai des să fie amplasate mai aproape de muncitor;
- la locul de muncă să se găsească numai sculele și instrumentele necesare pentru lucrarea dată;
- în timpul lucrului, se vor păstra ordinea și curățenia desăvârșite;
- se vor respecta regulile de protecție a muncii și regulile de prevenire și stingere a incendiilor;
- la sfârșitul lucrului, sculele și instrumentele vor fi curățate și așezate la locul lor, în sertarele bancului;
- sculele, dispozitivele și aparatele de măsurare trebuie să fie păstrate în ordine, fapt care contribuie direct la creșterea productivității muncii; sculele păstrate dezordonat, în locuri nepotrivite, se degradează, se pot sparge sau deforma, ceea ce va conduce la scăderea preciziei de lucru și chiar la accidentări;
- la terminarea lucrului, se înlătură deșeurile, așchiile și pilitura, se controlează starea sculelor, a dispozitivelor și a verificatoarelor, iar obiectele mai grele sau mai voluminoase se depozitează în dulapuri special amenajate.

1.1.2. Măsurile tehnice de securitate a muncii, de prevenire și de stingere a incendiilor

Respectarea normelor de tehnică a securității muncii contribuie la asigurarea condițiilor normale de muncă și la înlăturarea cauzelor care pot provoca accidente de muncă sau îmbolnăviri profesionale. În această direcție, responsabilitatea revine atât celor care organizează, controlează și conduc procesul de muncă, cât și celor care lucrează direct în producție.

Conducătorul atelierului trebuie să ia măsuri pentru realizarea următoarelor obiective:

- asigurarea iluminatului, a încălzirii și a ventilației în atelier;
- asigurarea expunerii vizuale, prin afișe sugestive, a normelor privitoare la MTSM și PSI;
- echiparea mașinilor și a instalațiilor din atelier cu instrucțiuni de folosire;
- verificarea legării la pământ și la nul a tuturor mașinilor acționate electric;
- amplasarea cablurilor de racordare la rețeaua de curent electric astfel încât să nu împiedice căile de acces sau de acționare a aparatelor electrice;
- existența în atelier, în locuri vizibile, a unor mijloace pentru combaterea incendiilor;
- efectuarea instructajelor periodice privitoare la MTSM și PSI;
- echiparea atelierului cu instalații de ridicat pentru manipularea pieselor cu masă mai mare de 20 kg.

Muncitorilor din atelier le revin următoarele responsabilități:

- să folosească un echipament adecvat;
- înainte de începerea lucrului, să verifice dacă atmosfera nu este încărcată cu vapori de benzină sau cu gaze inflamabile;
- să controleze starea mașinilor, a dispozitivelor de pornire, de oprire și de inversare a sensului de mișcare a mașinii;

- în timpul lucrului, să respecte măsurile de MTSM și PSI specifice fiecărei operații;
- să acționeze comenzile electrice ale mașinii numai în situația în care este desemnat să execute această operație;
- la terminarea lucrului, să deconecteze legăturile electrice de la prize, să oprească mașinile, să așeze sculele pe bancurile de lucru sau în dulapuri, iar materialele sau piesele, în locuri indicate special.

1.2. TERMINOLOGIE DE SPECIALITATE

Terminologia de specialitate cuprinde următoarele noțiuni: *proces tehnologic, semifabricat, operații, faze, mânuiri, produs finit, rebut, materii prime, materiale, SDV-uri, mașini-unelte*.

Orice unitate de producție are ca obiectiv principal producerea de bunuri materiale și de servicii care se realizează prin desfășurarea unor procese de producție.

Conținutul activității de producție are un caracter complex și cuprinde atât activități de fabricație propriu-zise, cât și activități de laborator, de cercetare și de asimilare în fabricație a noilor produse.

Fabricația este o activitate de producție care transformă materiile prime în produse finite ce trebuie să aibă un nivel calitativ cât mai ridicat și costuri cât mai reduse.

Procesul de producție se compune din **procesul tehnologic și procesul de muncă**.

Procesul tehnologic este format din ansamblul operațiilor tehnologice prin care se realizează un produs sau repere componente ale acestuia. Procesul tehnologic modifică atât forma și structura, cât și compoziția chimică a diverselor materii prime pe care le prelucurează.

Pe lângă procesele tehnologice și de muncă, în unele ramuri industriale există și procese naturale în cadrul cărora obiectele muncii suferă transformări fizice și chimice sub acțiunea unor factori naturali (de exemplu, procese de fermentație în industria alimentară, procese de uscare a lemnului în industria mobiliei etc.).

Semifabricatul este produsul cu un anumit grad de prelucrare care se livrează altei secții sau altei întreprinderi, pentru a fi prelucrat în continuare, în vederea obținerii unui produs finit.

În timpul procesului tehnologic, se desfășoară o serie de activități specifice, în cadrul cărora se execută prelucrarea semifabricatului. În acest caz, se spune că se realizează o operație.

Operația înseamnă realizarea unei singure prelucrări a materiei prime sau a materialului, la același loc de muncă, folosind același tip de scule.

Operația este unitatea de bază a proiectării și a planificării producției pentru executarea căreia materialul sau semifabricatul este fixat într-o anumită poziție față de scula de prelucrare. Pentru realizarea unei operații, sunt necesare una sau mai multe poziționări.

Faza este partea din operație executată la o fixare, cu aceeași sculă și cu același regim de lucru. La executarea unei faze, de foarte multe ori este necesar ca aceleași manevre să fie repetate. Ca urmare, scula folosită se va deplasa repetat, pentru a realiza faza. Spunem, în acest caz, că sunt necesare mai multe treceri.

Trecerea este acea parte din fază în timpul căreia se îndepărtează un strat de material, printr-o singură deplasare a sculei și cu același regim de lucru.

La executarea unei faze de lucru, muncitorul face o serie de mișcări corelate cu execuția produsului, numite mânuiri.

Mânuierea include totalitatea mișcărilor necesare pentru executarea fazei de lucru sau de pregătire și are un scop bine definit de structura procesului de producție.

Mișcarea constituie cel mai simplu element al activității executantului. Constă într-o deplasare, luare de contact sau desprindere a acestuia de utilaj sau de organele sale de comandă, de unealta de lucru sau de obiectul muncii asupra căruia se lucrează în decursul procesului de producție. Mișcarea poate fi măsurată în timp și reprezintă baza normării activității de lucru.

Produsul finit este un bun material rezultat dintr-un proces de producție asupra căruia nu se mai intervine cu nicio prelucrare.

Rebutul reprezintă produsul care nu corespunde condițiilor calitative stabilite prin standarde, norme interne, contracte etc. și care nu poate fi utilizat direct în scopul pentru care a fost realizat, reprezentând o pierdere economică.

În situațiile în care dimensiunile rezultate din prelucrare sunt mai mari decât cele proiectate, ajustările ulterioare necesare implică risipă de material și de manoperă, iar când dimensiunile obținute sunt mai mici, piesele sunt inutilizabile (rebutul este irecuperabil).

Materia primă este materialul destinat prelucrării din care se obține produsul finit.

Materialul reprezintă substanța sau amestecul de substanțe care constituie materia primă folosită la obținerea produsului finit.

SDV-urile (scule-dispozitive-verificatoare) reprezintă un ansamblu de instrumente folosit la prelucrarea și controlul produsului, în diferite faze de prelucrare.

Mașinile-unelte sunt sisteme tehnice care transformă o formă de energie în alta și care, echipate cu scule și dispozitive, sunt folosite în procesul de producție.

1.3. DOCUMENTAȚIE TEHNICĂ (DESEN DE EXECUȚIE, FIȘĂ TEHNOLOGICĂ, PLAN DE OPERAȚII)

Într-o organizație economică de producție, orice produs se realizează după documentația tehnică aferentă acestuia, care poate fi numită *actul de naștere, de concepție al produsului respectiv*.

Documentația tehnică este alcătuită din:

- documentația de studiu, formată din documentele fazelor de concepție a produselor, premergătoare întocmirii documentației de bază, și din documentele cuprinzând date și calcule efectuate în cursul elaborării documentației de bază;
- documentația de bază, formată din documente ale căror prevederi trebuie să fie respectate la fabricarea produselor;
- documentația tehnologică, compusă din totalitatea documentelor necesare pregătirii fabricației produsului;
- documentația auxiliară, formată din: documentele cu caracter de prezentare, de informare și documentare; lista pieselor de schimb; lista sculelor și a accesoriilor care se livrează odată cu produsul.

Conținutul documentației tehnice este stabilit prin standarde și este structurat într-o parte scrisă și o parte desenată.

Documentele tehnice folosite în procesul de fabricație legate direct de realizarea produsului, sunt: *desenul de execuție, fișa tehnologică și planul de operații*.

Partea desenată a documentației tehnice cuprinde: desenul de ansamblu; desene pentru fiecare subansamblu în parte; desene de execuție pentru fiecare piesă (reper); desene de instalații; scheme de funcționare.

➤ **Desenul de execuție** este desenul definitiv, întocmit la scară, care conține toate informațiile necesare executării piesei sau ansamblului respectiv. Desenul de execuție cuprinde proiecția ortogonală a reperului în atâtea vederi, secțiuni sau rupturi câte sunt necesare determinării riguroso exacte și fără posibilități de interpretare diferită a formei piesei.

În general, desenele unei documentații tehnice se execută pe formate standardizate (SR EN ISO 5457:2002), de formă dreptunghiulară. Regulile de reprezentare și notare a vederilor și a secțiunilor sunt precizate în STAS 105-87.

Citirea unui desen de execuție constă în:

- înțelegerea deplină a formei geometrice și constructive a piesei;
- identificarea dimensiunilor formei constructive reprezentate;
- stabilirea modalităților de prelucrare și ordinea operațiilor respective;
- stabilirea stării suprafețelor formei constructive;
- înțelegerea tuturor notelor privitoare la condițiile tehnice.

Citirea și interpretarea desenului de execuție se desfășoară în mai multe etape:

- se citește în indicatorul desenului denumirea piesei și a ansamblului din care acesta face parte;
- se citesc datele privitoare la materialul din care se execută piesa și se verifică dacă aceste date corespund cu cele cuprinse în tabelul de componentă;
- se examinează proiecțiile piesei;
- se examinează și se citesc cotele piesei;

- se identifică starea suprafețelor piesei;
 - se stabilește succesiunea fazelor de lucru pentru diferite operații;
 - se citesc notele, observațiile și condițiile tehnice scrise, de obicei, în spațiul liber aflat deasupra indicatorului.
- **Fișa tehnologică** este un document standardizat folosit pentru piese de complexitate mică, pentru care nu sunt necesare prea multe amănunte. O fișă tehnologică cuprinde informații referitoare la:
- denumirea produsului, denumirea piesei, numărul desenului, numărul de produse care se fabrică, seria de fabricație;
 - date despre: semifabricat, material, calitatea materialului, consumul de material pentru o piesă;
 - denumirea și succesiunea operațiilor, cu indicarea atelierelor unde acestea se pot executa;
 - indicarea SDV-urilor necesare;
 - indicarea regimurilor de prelucrare;
 - normarea de timp.
- **Planul de operații** este întocmit pentru produse de complexitate mare, la producția de serie mare sau de masă. Se întocmește de către specialiști, după ce aceștia analizează mai multe variante și aleg cea mai avantajoasă soluție din punct de vedere tehnic și economic. Planul de operații este documentul în care este analizată operația defalcată pe faze.

Un plan de operații cuprinde informații referitoare la toate etapele ce trebuie parcurse pentru realizarea operației, precum:

- date necesare la identificarea piesei;
- date necesare la identificarea operației;
- succesiunea tehnologică a operațiilor;
- desenul simplificat al piesei, pentru indicarea operației;
- denumirea și identificarea fazelor;
- cotele intermediare, cu toleranțe și condiții tehnice;
- indicarea suprafețelor de bazare și a modului de prindere;
- sublinierea prin îngroșare a cotelor care se prelucurează;
- regimul de prelucrare, cu indicarea mașinilor-unelte.

1.4. MIJLOACE DE MĂSURARE PENTRU LUNGIMI ȘI UNGHIIURI

Calitatea unui produs este influențată de caracteristicile sale, care pot fi evaluate prin operații de măsurare și control. Pentru ca determinările efective să conducă la date apropiate de valoarea adevărată a acestora, măsurarea și controlul trebuie să beneficieze de instrumente și aparate de măsură cât mai performante.

Cele mai utilizate instrumente de măsură și control utilizate într-un atelier mecanic sunt: rigla gradată, ruleta, raportorul, șublerul, micrometrul. Pentru determinarea unor abateri de formă și de poziție (planitate, rectilitate, paralelism, perpendicularitate), se pot utiliza ehere, rigle, comparatoare.

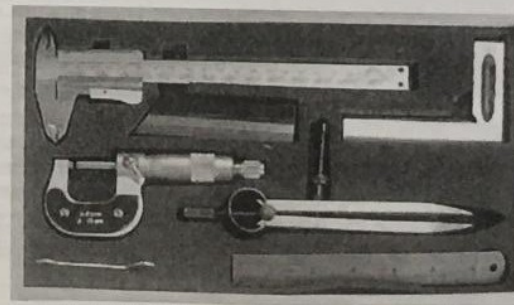


Fig. 1.3. Trusă cu mijloace de măsurat lungimi și unghiuri.

1.4.1. Mijloace de măsurare pentru lungimi

Lungimea este o mărime fizică fundamentală, a cărei unitate de măsură în Sistemul Internațional (SI) este **metrul**, simbolizat [m].

Conform definiției date la cea de-a XVII-a Conferință de Măsuri și Greutăți, din 1983, **metrul** este „lungimea drumului parcurs de lumină, în vid, în timpul de $1/299.792.458$ secunde”. Aceasta este cea de-a cincea și ultima definiție a metrelui.

Multiplii și submultiplii metrelui se formează cu ajutorul prefixelor cu factor de multiplicare 10^n .

Pentru distanțe foarte mari, se utilizează unitatea de măsură **an-lumină**, care este distanța parcursă de o rază luminoasă în timp de un an (365 de zile), ținând cont că viteza luminii este de $3 \cdot 10^8$ m/s.

În tabelul 1.1 sunt enumerați multiplii și submultiplii metrelui din SI, precum și alte unități de măsură tolerate.

Tabelul 1.1. Unități de măsură pentru lungime.

Submultiplii metrelui	Multiplii metrelui	Unități de măsură tolerate
decimetru (1 dm = 10^{-1} m)	decametru (1 dam = 10 m)	inch (1 in = 2,54 cm)
centimetru (1 cm = 10^{-2} m)	hectometru (1 hm = 10^2 m)	mila marină (1 mlm = 1,854 m)
milimetru (1 mm = 10^{-3} m)	kilometru (1 km = 10^3 m)	punct tipografic (1 p = 0,376 mm)
micrometru (1 μ m = 10^{-6} m)		cicero (1 cic = 12 p = 4,512 mm)
nanometru (1 nm = 10^{-9} m)		cuadrat (1 cv = 4 cic = 48 p = 18,051 mm)
picometru (1 pm = 10^{-12} m)		

Mijloacele de măsurare sunt sisteme tehnice construite în scopul comparării mărimii de măsurat cu unitatea de măsură specifică, pentru aflarea valorii măsurate.

Clasificarea mijloacelor de măsurare pentru lungimi se realizează după două criterii, conform schemei alăturată.

CLASIFICAREA MIJLOACELOR DE MĂSURARE PENTRU LUNGIMI	din punct de vedere constructiv	MĂSURI	Cele mai simple mijloace de măsurare care materializează unitatea de măsură ori un multiplu sau un submultiplu al acesteia.
		INSTRUMENTE DE MĂSURARE	Conțin în interiorul lor cel puțin o măsură și permit compararea directă a mărimii de măsurat cu unitatea de măsură (șubler, micrometru).
		APARATE DE MĂSURARE	Subansambluri formate din măsuri, subansambluri (aparate optice, aparate pentru măsurarea temperaturii).
		INSTALAȚII DE MĂSURARE	Ansambluri compuse din aparate, măsuri etc., formate în scopul măsurării mai multor parametri ai aceleiași mărimi fizice sau chiar a mai multor mărimi (microscopul de atelier, spectroscopul).
		SISTEME DE MĂSURARE	Ansambluri formate din aparate, măsuri și instalații, utilizate pentru efectuarea măsurărilor și pentru centralizarea rezultatelor (sistemul de măsurare și control de la o centrală electrică).
din punct de vedere al complexității		MĂSURI DE LUNGIME CU REPERE	metru-etalon, rigle, rulete, panglici de măsurare.
		MĂSURI DE LUNGIME TERMINALE (FĂRĂ REPERE)	lame plan-paralele, cale plan-paralele, calibre, lere, sfere.
		INSTRUMENTE DE MĂSURAT LUNGIMI	cu riglă și cursor (clupe, zoometre, șublere, compasuri de măsurat), cu șurub micrometric (micrometre), comparatoare.

➤ MĂSURI DE LUNGIME CU REPERE

Sunt măsurile de lungime ale căror valori sunt reprezentate de distanța dintre două repere trasate perpendicular pe axa de măsurare.

Ele pot fi rigle cu valori unice și rigle cu valori multiple.

Metru-etalon (prototipul internațional) este o bară executată dintr-un aliaj cu 90% Pt și 10% Ir, cu secțiunea sub forma literei K, înscrisă într-un pătrat cu latura de 20 mm (fig. 1.4). La capete, are trasate câte trei repere, astfel încât distanța dintre reperele centrale este de 1 m, la temperatura de 20 °C.

• **Riglele** sunt confecționate sub formă de bară rigidă (fig. 1.5), putând fi alcătuite dintr-un singur element (rigle rigide) sau din mai multe elemente (rigle flexibile).

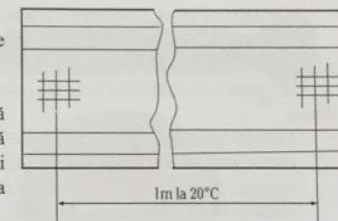


Fig. 1.4. Metru-etalon.

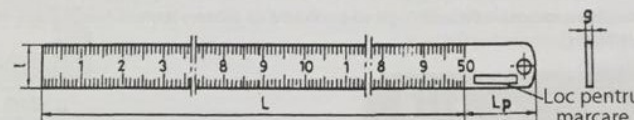


Fig. 1.5. Rigla metalică flexibilă de măsurat:

L – lungimea; l – lățimea; g – grosimea; L_p – lungimea de prindere.

• **Ruletele** sunt măsuri de lungime cu valori multiple, sub formă de benzi de măsurare, divizate în unități de lungime (fig. 1.6). Sunt formate dintr-o cutie metalică sau din mase plastice de diferite forme, în interiorul căreia se găsește rulat lama din oțel care poate avea lungimi diferite (1 m, 2 m sau chiar 10-20 m), gradată în metri, în centimetri sau în țoli.

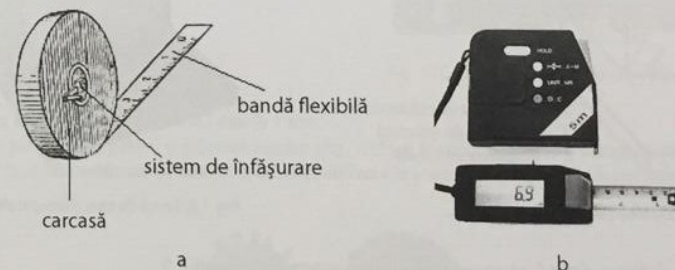


Fig. 1.6. Ruleta: a – analogică; b – digitală.

Ruletele se fabrică în următoarele variante: rulete obișnuite (pentru măsurări curente în industrie sau în activitățile obișnuite), cu lest (pentru măsurări în plan vertical, pentru măsurarea stocurilor din rezervoare), din fibră de sticlă (pentru măsurări sub tensiune electrică) și de buzunar (pentru măsurări curente).

Ruleta are o riglă gradată flexibilă, care se poate utiliza și pentru determinarea lungimii unor suprafețe curbe (de exemplu, circumferința cercului). Precizia de măsurare poate fi $\pm 0,1$ sau $\pm 0,5$ mm.

• **Panglicile de măsurare** sunt măsuri de lungime cu scară unilaterală sau cu valori multiple, confecționate sub formă de bandă. Pentru măsurări topografice obișnuite, se utilizează panglici topografice metalice, în croitorie sau în cizmărie se folosesc panglici din țesături textile sau din mase plastice, iar pentru măsurări informative efectuate în industria textilă, benzi de hârtie.

➤ MĂSURI DE LUNGIME TERMINALE

Sunt măsurile a căror valoare reprezintă distanța dintre suprafețele terminale perpendiculare pe axa de măsurare, numite suprafețe de măsurare.

Din grupa măsurilor terminale fac parte: lamele plan-paralele, calele plan-paralele, calibrele, lerele pentru grosimi și sferele.

• **Lamele plan-paralele** sunt folosite pentru verificarea planității suprafețelor prelucrate prin lepuire. Lepuirea este o operație mecanică de îmbunătățire a calității suprafeței și a planității piesei, prin îndepărtarea de material, aplicată după orice tip de prelucrare mecanică: strunjire, frezare, rectificare, electroeroziune. Lamele plan-paralele sunt confecționate din sticlă optică și au formă cilindrică, cu suprafețele celor două baze perfect plane și paralele. Se păstrează în truse, iar pentru verificare se pot folosi una sau mai multe la un loc.

• **Calele plan-paralele** (fig. 1.7) sunt utilizate la verificarea și etalonarea aparatelor de măsurare și la reglarea mașinilor-unelte, la conservarea și la transmiterea unității de măsurare a lungimii. Au formă paralelipipedică, cu două suprafețe de măsurare plane și paralele și cu finisare foarte bună. Sunt confecționate din oțel, carburi metalice cu wolfram, materiale ceramice, cu un coeficient de dilatare termică liniară mică, între 10 °C și 30 °C, și duritate de 65 HRC.

Indicații de utilizare:

- se șterg înainte de utilizare;
- se verifică periodic;
- se țin la aceeași temperatură înainte de utilizare;
- se curăță, se ung și se reintroduc în trusă după utilizare (fig. 1.8);
- se evită efectuarea determinărilor în încăperi cu umiditate mare sau supraîncălzite.

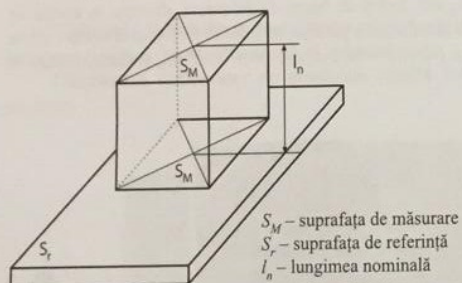


Fig. 1.7. Utilizarea calelor în plan paralel.



Fig. 1.8. Trusă de cale plan-paralele.



Fig. 1.9. Dispozitiv-suport pentru cale.

Calele mai pot fi păstrate în dispozitive-suport, ca în figura 1.9.

Un exemplu de verificare cu ajutorul micrometrului și al calelor păstrate în dispozitiv-suport este dat în figura 1.10.

• **Calibrele** sunt măsuri terminale care se folosesc la controlul dimensiunilor, al formei și al poziției relative a pieselor (fig. 1.11), al filetelor acestora (fig. 1.12). Sunt mijloace de verificare deoarece nu măsoară dimensiunile efective, ci verifică dacă acestea corespund sau nu prescripțiilor din desenul de execuție. Se păstrează în truse (fig. 1.13).

• **Lerele pentru grosime** (fig. 1.14) sunt măsuri terminale cu valoare unică, în formă de lamelă metalică flexibilă. Se utilizează la verificarea jocului existent între două suprafețe prelucrate, la determinarea

abaterilor de formă de la rectilitate sau planitate, la reglarea și apoi la verificarea reglajului unor mecanisme, la determinarea jocului apărut ca urmare a uzurii mecanismului.

Fig. 1.10. Exemplu de verificare cu ajutorul micrometrului și al calei.

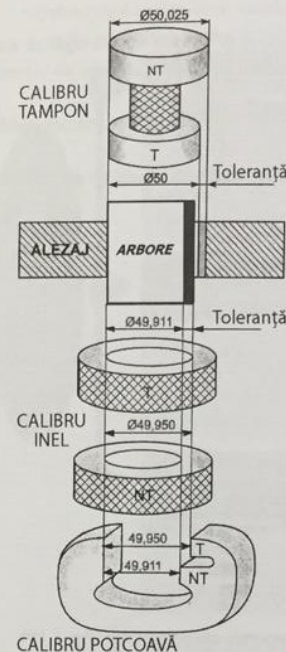


Fig. 1.11. Verificarea arborelui și a alezajului cu diferite tipuri de calibre.

Grosimea lerelelor variază de la 0,03 mm la 1 mm.

Lerele se pot folosi și pentru verificarea razelor (fig. 1.15), a filetelor (fig. 1.16), a unghiurilor (fig. 1.17).

• **Sferele** sunt bile calibrate de diametre diferite, utilizate la controlul conicităților interioare. Ele sunt păstrate în truse.

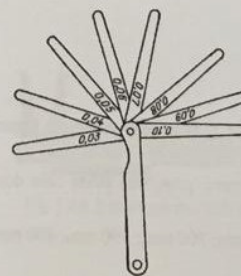


Fig. 1.14. Lere (spioni) pentru grosimi.



Fig. 1.15. Lere pentru raze.



Fig. 1.16. Lere pentru verificarea filetelor.



Fig. 1.17. Lere pentru verificarea unghiurilor.

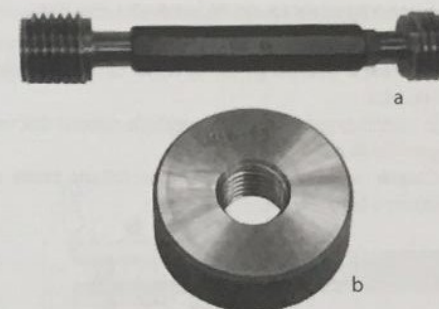


Fig. 1.12. Calibre pentru verificarea filetelor: a - calibr-tampon; b - calibre-inel.



Fig. 1.13. Trusă cu calibre pentru verificarea filetelor.

> INSTRUMENTE DE MĂSURAT LUNGIMI

1 **Instrumentele cu riglă și cursor**, folosite pentru măsurarea lungimilor, sunt formate dintr-o riglă ce are un cioc sau un braț la un capăt și dintr-un cursor cu braț. Suprafețele de măsurare se află între fețele interioare ale ciocurilor sau ale brațelor.

În această grupă intră instrumentele de măsurat fără vernier (clupe, zoometre), instrumentele cu vernier (șublere) și compasurile de măsurat.

Clupele sunt instrumente din lemn, folosite pentru măsurări exterioare, în domeniul forestier și în industria de prelucrare a lemnului (fig. 1.18).

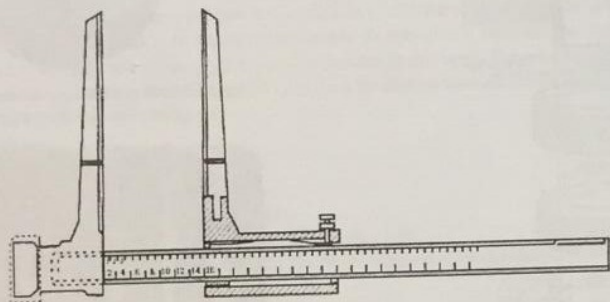


Fig. 1.18. Clupă.

Zoometrele sunt instrumente utilizate pentru măsurarea dimensiunilor corporale ale animalelor (fig. 1.19).

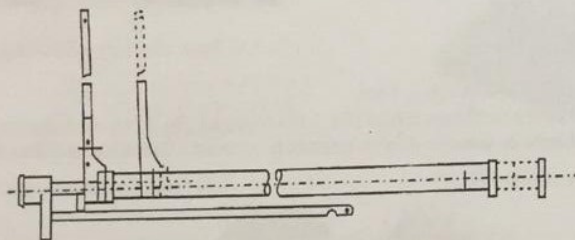


Fig. 1.19. Zoometru.

Șublerele sunt cele mai răspândite instrumente pentru măsurat lungimi.

Sunt formate dintr-o riglă cu scară gradată și un cursor cu vernier. Precizia de măsurare poate fi: 0,1 mm; 0,05 mm; 0,02 mm.

Șublerele sunt caracterizate de: limita superioară de măsurare, precizia de măsurare, grosimea peste cele două ciocuri, lungimea ciocurilor și greutate.

Limita superioară de măsurare, notată cu L , poate avea valoarea de: 150 mm; 200 mm; 300 mm; 500 mm; 800 mm; 1.000 mm; 1.500 mm; 2.000 mm.

Unitatea de măsură utilizată la măsurarea cu șublerul este milimetrul.

Părțile componente ale șublerelor sunt: ciocurile fixe, ciocurile mobile, vernierul, rigla gradată, tija de adâncime, șurubul de blocare, cursorul.

Șublerele se pot clasifica conform figurii 1.20.

♦ **Șublerele de exterior și interior**, folosite pentru măsurarea dimensiunilor exterioare și interioare, sunt prevăzute cu tijă de adâncime (fig. 1.21).

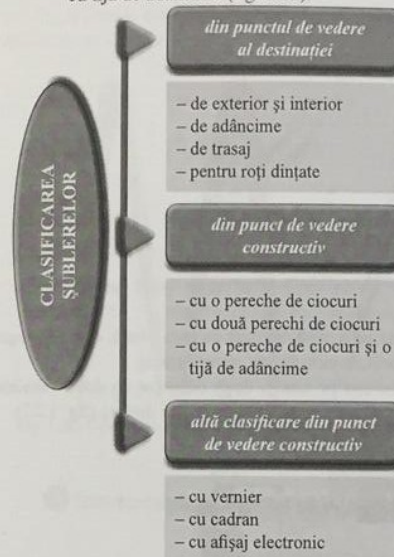


Fig. 1.20. Clasificarea șublerelor.

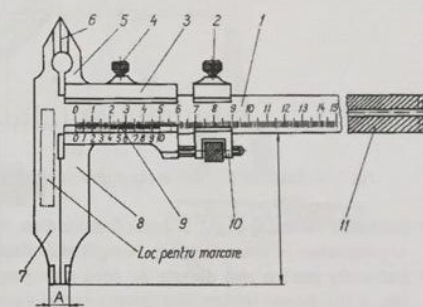


Fig. 1.21. Șubler de exterior și interior: 1 – riglă; 2 – dispozitiv de avans fin; 3 – cursor; 4 – șurubul cursorului; 5 – ciocuri de interior; 6 – suprafețe de măsurare; 7, 8 – ciocuri; 9 – vernier; 10 – dispozitiv de avans fin; 11 – tijă de adâncime.

Vernierul este o scară gradată care permite citirea diviziunii după virgulă (zecimi sau sutimi de milimetru).

Riglă gradată are o scară care permite citirea dimensiunii în milimetri.

Pentru măsurarea canalelor interioare, se pot folosi șublere de forma celui din figura 1.22.

♦ **Șublerele de adâncime** sunt utilizate numai pentru măsurarea adâncimilor. Rigla gradată culisează într-un suport-traversă care poartă vernierul, suprafața de sprijin fiind lama. Măsurarea se face așezând șublerul pe suprafața frontală a găurii care se măsoară. În figura 1.23 este prezentată o variantă constructivă a șublerului de adâncime.

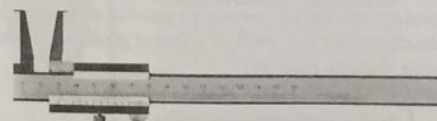


Fig. 1.22. Șubler pentru măsurarea canalelor interioare.

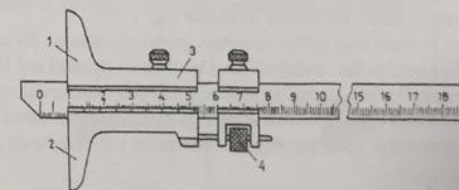


Fig. 1.23. Șubler de adâncime: 1 și 2 – tâpile cursorului; 3 – cursor; 4 – dispozitiv de avans al cursorului.

Pentru determinarea dimensiunii în milimetri, se localizează reperul cu „0” de pe vernier. Acesta se va afla între două repere de pe scara gradată în milimetri. Pentru determinarea valorii de după virgulă, se identifică reperul de pe vernier aflat în prelungirea unui reper de pe scara gradată.

Măsurarea dimensiunilor liniare cu șublere de diferite precizii este reprezentată simplificat în figura 1.24.

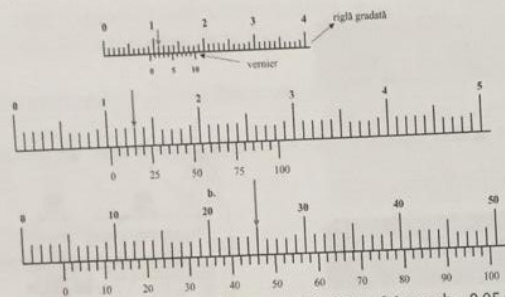


Fig. 1.24. Exemple de citire în cazul unui șubler cu precizia de: a - 0,1 mm; b - 0,05 mm; c - 0,02 mm.

- **Șublerele de trasaj** (fig. 1.25) sunt formate dintr-o riglă fixată pe o talpă de fontă cu baza plană, care folosește la poziționare pe masa de trasaj. Pe riglă se deplasează cursorul cu cioc ascuțit, pentru trasaj.
- **Șublerele pentru roți dințate** au două rigle perpendiculare una pe alta și două cursoare cu două verniere (fig. 1.26). Aceste șublere sunt folosite exclusiv pentru măsurarea grosimii dinților roților dințate (fig. 1.27).



Fig. 1.25. Șubler pentru trasaj.

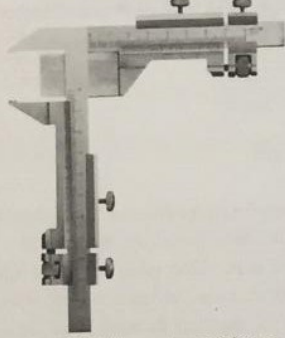


Fig. 1.26. Șubler pentru roți dințate.

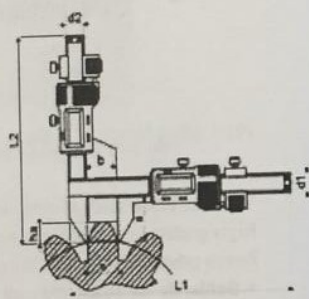


Fig. 1.27. Măsurarea grosimii dinților roților dințate.

Din punct de vedere constructiv, șublerele se mai pot clasifica în: șublere cu vernier, șublere cu cadran (fig. 1.28), șublere cu dispozitiv digital de afișare (fig. 1.29).

În cazul unui șubler cu cadran gradat cu valoarea diviziunii de 0,05 mm, citirea indicațiilor se face astfel: pe rigla gradată sunt trasate diviziuni din 5 în 5 mm. Cadranul are 100 de diviziuni a 0,05 mm, deci domeniul de indicare este de 5 mm. Pe rigla gradată se vor citi, în dreptul extremității cursorului, centimetrii și eventualele jumătăți de centimetru, iar diferența dintre valoarea efectivă a măsurării și valoarea indicată de riglă va fi citită pe cadranul gradat. Cele două rezultate vor fi însumate, obținându-se astfel valoarea finală a citirii, direct în milimetri.

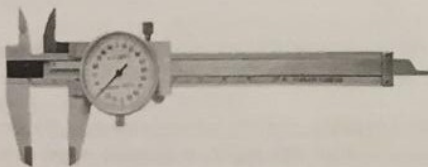


Fig. 1.28. Șubler cu cadran.

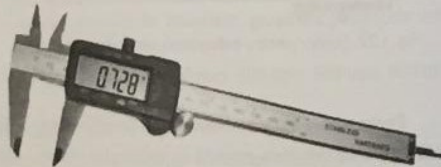


Fig. 1.29. Șubler digital de interior, exterior, de adâncime.

Compasurile de măsurat (fig. 1.30) sunt cele mai utilizate instrumente indirecte de măsurat lungimi. Se compun din două brațe articulate, terminate cu vârfuri utilizate pentru încadrarea piesei de măsurat; sunt prevăzute cu un sector circular, divizat în unități de lungime. Pentru determinarea dimensiunii, se așază vârfurile compasului pe o riglă gradată. Măsurarea se va face pe masa de măsurare.

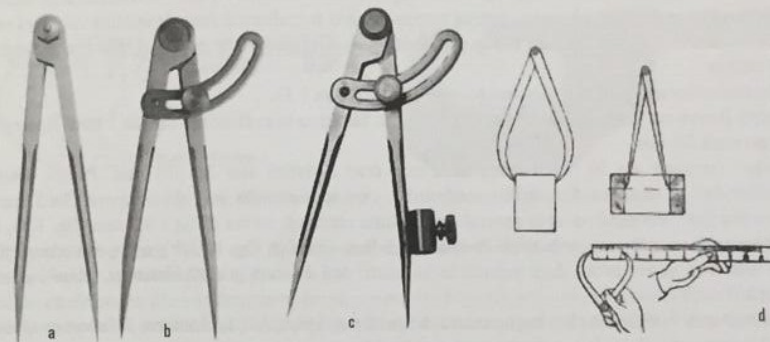


Fig. 1.30. Diferite tipuri de compasuri: a - simplu; b - cu braț de culisare; c - cu braț de culisare și cu suport pentru creion; d - măsurarea cu compasul, folosind și rigla.

2 Instrumentele de măsurat cu șurub micrometric se numesc micrometre și se clasifică conform figurii 1.31.

Funcționarea lor se bazează pe transformarea mișcării de rotație a unui șurub micrometric în mișcare de translație. Pasul șurubului micrometric este de 0,5 mm, deci deplasarea liniară la o rotație completă a tamburului este tot de 0,5 mm. Micrometrele au o precizie de măsurare mai mare decât a șublerelor, și anume: 0,01 mm; 0,002 mm; 0,001 mm.

Principalul criteriu de clasificare a micrometrelor este destinația lor. În funcție de acest criteriu, micrometrele pot fi: pentru exterior, pentru interior, pentru roți dințate, pentru filete, pentru adâncime, pentru sârme, pentru țevi, pentru tablă, cu pârghie.

(A) Micrometrele de exterior (fig. 1.32) au ca principal element al limitei de măsurare deschiderea potcoavei.

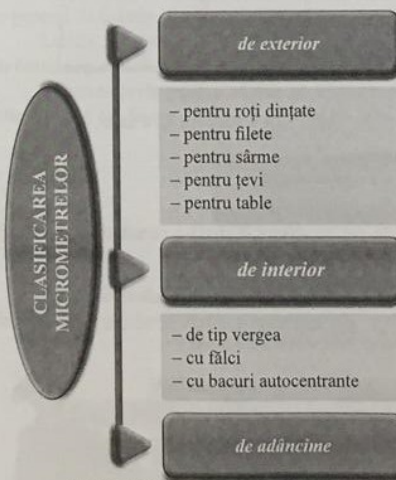


Fig. 1.31. Clasificarea micrometrelor.

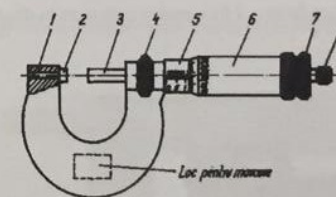


Fig. 1.32. Micrometru de exterior:

1 - potcoavă; 2 - nicovală; 3 - tijă; 4 - rozeta dispozitivului de fixare; 5 - braț cilindric; 6 - tambur; 7 - piuliță; 8 - dispozitiv de limitare a apăsării.

Domeniul de măsurare este limitat de mărimea potcoavei. Domeniile de măsurare ale micrometrelor cresc din 25 în 25 milimetri.

Micrometrele de exterior sunt fabricate în următoarele domenii de măsurare: 0–25 mm; 25–50 mm; 475–500 mm.

Pentru efectuarea măsurării, piesa se introduce între suprafețele de măsurare. Apoi, se realizează contactul dintre tija șurubului micrometric și piesă, după care se rotește continuu, până se realizează forța de apăsare necesară măsurării. Citirea indicațiilor constă în citirea numărului întreg și a jumătăților de milimetru de pe brațul cilindric și a sutimilor de milimetru de pe tambur.

Citirea dimensiunilor măsurate cu micrometrul este dată în figura 1.33.

Scara gradată liniară are domeniul de măsurare 0–25 mm. Mărimea unei diviziuni este de 1 mm. Reperele de sub linia continuă reprezintă 0,5 mm.

Scara gradată circulară are 50 de diviziuni. Mărimea unei diviziuni este de 0,01 mm. Pentru determinarea dimensiunii în milimetri, se localizează marginea tamburului, care se poate afla între două repere. Dacă după ultima diviziune de deasupra liniei continue se vede reperul de sub linia continuă, se vor adăuga 0,5 mm (fig. 1.33, a). Dacă după ultima diviziune de sus nu se mai vede nicio diviziune sub linia continuă (fig. 1.33, b), nu se mai adaugă jumătatea de milimetru; în acest caz, se vor aduna doar valorile în milimetri dați de scara gradată liniară și sutimile de milimetru dați de scara circulară.

Pentru determinarea valorii în sutimi de milimetru, se localizează poziția liniei continue în raport cu scara gradată circulară. Această valoare se adaugă la cea determinată mai înainte.

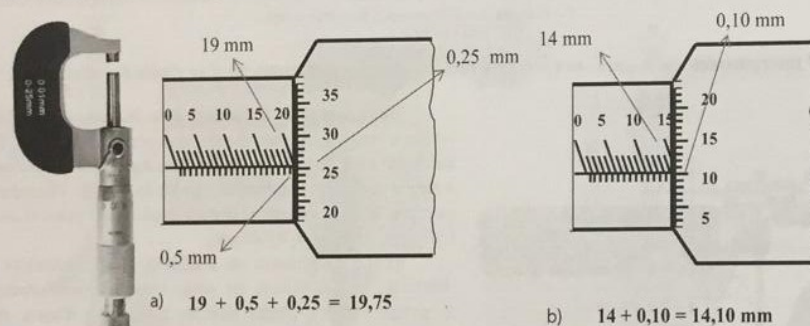


Fig. 1.33. Exemple de citire a indicațiilor unui micrometru.

O variantă constructivă a micrometrului de exterior o reprezintă cel cu afișare digitală a rezultatului măsurării (fig. 1.34).

Micrometrele se pot fixa pentru măsurare în dispozitive de diferite tipuri (fig. 1.35).



Fig. 1.34. Micrometru digital de exterior.



Fig. 1.35. Fixarea micrometrului în dispozitiv.

Micrometrele pentru roți dințate (fig. 1.36) sunt micrometre de exterior utilizate pentru măsurarea elementelor constructive ale roților dințate. Au ca elemente caracteristice suprafețele de măsurare sub formă de talere, care se folosesc la măsurarea cotei peste dinți la roțile dințate cilindrice. Diametrul minim al talerelor este de 25 mm. Limitele superioare de măsurare sunt cuprinse între 25 și 100 mm.

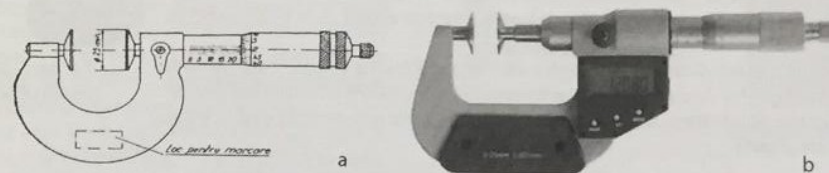


Fig. 1.36. Micrometru pentru roți dințate: a – analogic, b – digital.

Micrometrele pentru filete sunt folosite pentru măsurarea diametrului mediu, a diametrului exterior sau a diametrului interior al filetelor (fig. 1.37).

Micrometrele pentru filete se deosebesc de micrometrele obișnuite prin utilizarea unor vârfuri de măsurare speciale (fig. 1.38). Aceste vârfuri se introduc în alezajele speciale practicate în tija 1 și în nicovala 2 (fig. 1.32).



Fig. 1.37. Micrometru pentru filete.

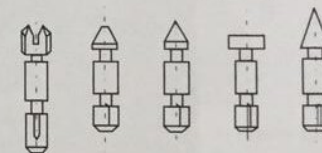


Fig. 1.38. Vârfuri de măsurare pentru micrometrul de filete.

Măsurarea elementelor filetului cu acest micrometru constituie o metodă directă de măsurare și se folosește, în general, la filetele cu precizie scăzută.

Limita superioară de măsurare a acestor filete este cuprinsă între 25 și 200 mm. Micrometrele pentru filete cu limita superioară de măsurare mai mare de 25 mm sunt însoțite de cale de reglare.

Micrometrele pentru sârme se folosesc pentru măsurarea dimensiunii sârmelor sau a altor produse similare. Micrometrul din figura 1.39 are domeniul de măsurare 0–10 mm și valoarea diviziunii de 0,01 mm.



Fig. 1.39. Micrometru pentru sârme.

Micrometrele pentru țevi se folosesc pentru măsurarea grosimii pereților țevelor și sunt prevăzute cu suprafețe de măsurare cu diferite forme geometrice (fig. 1.40).

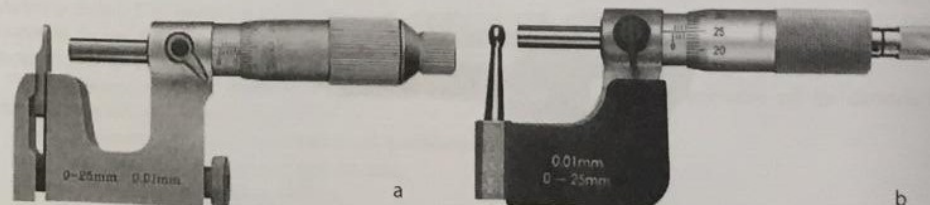


Fig. 1.40. Micrometre pentru țevi cu suprafețe de măsurare diferite:
a – ambele suprafețe plane și paralele; b – o suprafață cu formă de butoiș și o suprafață plană.

Micrometrele pentru table se folosesc pentru măsurarea grosimii tablelor și a altor elemente caracteristice, fiind prevăzute cu o potcoavă având o formă specială (fig. 1.41).

B) Micrometrele de interior sunt utilizate pentru măsurarea dimensiunilor interioare și a abaterilor de formă geometrică prin metoda evaluării directe; se păstrează în truse (fig. 1.42). În funcție de tipul constructiv, micrometrele de interior pot fi: de tip vergea, cu fălci, cu bacuri autocentrante. Principiul de măsurare este același ca la micrometrul de exterior.

Pentru măsurarea diametrelor alezajelor interioare se folosește îndeosebi **micrometrul de tip vergea** (fig. 1.43). Acest micrometru este compus în principal din următoarele elemente: suprafețe sferice de măsurare, șurub micrometric, tambur gradat cu o porțiune conică, bușă filetată, scară gradată.

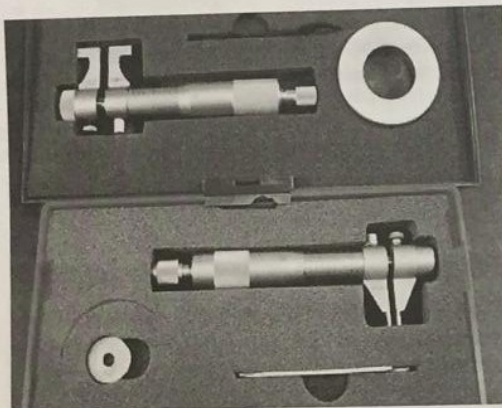


Fig. 1.42. Păstrarea micrometrelor de interior în trusă.



Fig. 1.43. Micrometru de interior de tip vergea.

Micrometrul de interior cu fălci (fig. 1.44) este prevăzut cu două fălci având dimensiunile de 5 mm pentru limitele de măsurare de 5–10 mm și de 10 mm pentru limitele de măsurare 25–50 mm și 30–55 mm.



Fig. 1.44. Micrometru de interior cu fălci.



Fig. 1.41. Micrometru pentru table.

C) Micrometrele de adâncime se folosesc pentru măsurarea adâncimii pragurilor și a găurilor înfundate (fig. 1.45). Ele sunt constituite din următoarele părți componente: tijă de măsurare; talpă de așezare; braț cilindric; bușă gradată; tambur; dispozitiv de limitare a forței de măsurare.

Suprafața plană inferioară a tălpii se poziționează pe suprafața frontală a găurii înfundate a cărei adâncime se măsoară. Prin rotirea șurubului micrometric, se deplasează tija pe direcție perpendiculară. Deplasarea continuă până când se atinge fundul cavității.

La acest tip de micrometru, se livrează un set de patru tije, cu lungimi de 25, 50, 75 și 100 mm. Suprafețele de măsurare ale tijelor pot fi plane sau sferice.

Ambele scări gradate au indicațiile în sens invers scării gradate a micrometrului de exterior.

Domeniul de măsurare al micrometrelor de adâncime este de 0–25 mm. Pentru mărirea acestui domeniu se folosesc prelungitoare – tije asamblate la șurubul micrometric – cu lungimi din 25 în 25 mm.

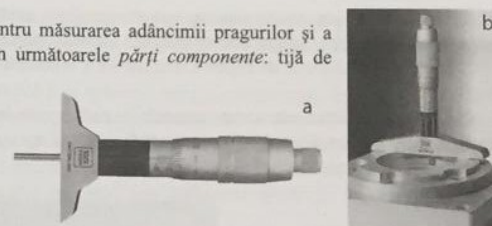


Fig. 1.45. Micrometru de adâncime: a – prezentare generală; b – mod de folosire.

O variantă constructivă diferită de cea a micrometrului clasic o constituie **micrometrul cu pârghie și cadran** (fig. 1.46). Deosebirea constă în construcția potcoavei, în care se găsește sistemul de amplificare, de transmitere și de indicare pe scara gradată a deplasării realizate de nicovala mobilă, prin pârghii și roți dințate. După reglarea la cotă, nicovala mobilă este acționată doar prin intermediul unui buton. Acest micrometru este prevăzut și cu o rozetă de reglare a indicatorilor folosiți pentru limitarea câmpului de toleranță. Restul elementelor sunt similare cu cele ale unui micrometru de exterior obișnuit.

Pentru efectuarea de măsurători *directe*, trebuie mai întâi să se realizeze aducerea acului indicator pe poziția zero a scării gradate. Dacă, în acest caz, o diviziune a tamburului conic nu se suprapune perfect peste generatoarea trasată pe cilindrul gradat, se rotește tamburul până când diviziunea următoare se suprapune peste aceasta. Dimensiunea măsurată va rezulta ca sumă a citirilor de pe cilindrul gradat, de pe tamburul gradat și de pe cadran.

Pentru efectuarea de măsurători *prin comparație*, aparatul se reglează la dimensiunea pe care dorim să o verificăm. Pentru aceasta, se introduce ușor blocul de cale între suprafețele de măsurare, apoi se rotește șurubul micrometric, astfel încât suprafețele de măsurare să fie în contact cu blocul de cale, iar acul indicator să fie pe poziția zero a scării gradate. Când s-a atins această poziție, se blochează șurubul micrometric. După aceasta, prin acționarea butonului de palpate, se scoate blocul de cale.

Micrometrul de măsurare în trei puncte (fig. 1.47) reprezintă o altă variantă constructivă la care principiul de măsurare este același cu cel de la micrometrul de exterior.

3) Comparatoarele sunt aparate de măsură cu amplificare mecanică, ce permit determinarea mărimii unor abateri de formă și de poziție, precum: paralelism, perpendicularitate, cilindricitate, planitate, rectilinitate, circularitate, abateri în direcție radială, abateri în direcție axială. Se folosesc la compararea dimensiunilor liniare ale piesei măsurate în raport cu dimensiunea de comparație.

Comparatoarele sunt aparate cu amplificare mecanică, electrică, optică, pneumatică sau fotoelectrică, care se prezintă în diferite variante constructive.

Din categoria aparatelor comparatoare cu amplificare mecanică fac parte:

- comparatoarele cu cadran circular;
- comparatoarele cu pârghie;
- comparatoarele de interior;
- minimetrele;
- ortotestele;
- pasametrele;
- optimetrele.

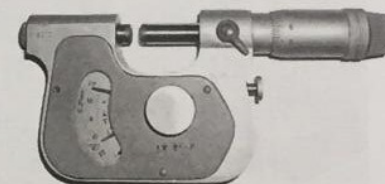


Fig. 1.46. Micrometru de exterior cu pârghie și cadran.



Fig. 1.47. Micrometru de măsurare în trei puncte.

Cu excepția optimetrelor (aparate optico-mecanice), celelalte sunt aparate cu amplificarea mecanică. Pentru măsurare, comparatorul se fixează într-un suport (fig. 1.48).

În funcție de sistemul de afișare a rezultatelor măsurătorilor, comparatoarele pot fi analogice (fig. 1.49) sau digitale (fig. 1.50).

Cele mai utilizate sunt comparatoarele cu cadran circular (fig. 1.51), care pot fi folosite la măsurarea abaterilor efective, dar și la măsurători absolute ale unor dimensiuni mici sau ale unor deformații care nu depășesc limita superioară de măsurare pe scara gradată.



Fig. 1.48. Comparator mecanic cu suport.



Fig. 1.49. Ceas comparator mecanic analogic: diferite tipuri.



Fig. 1.50. Ceas comparator digital.

Ceasul comparator este constituit din următoarele componente (fig. 1.51): carcasă, cadran, scară gradată circulară, tijă palpator, limitatoare, mecanism cu roți dințate și cremalieră.

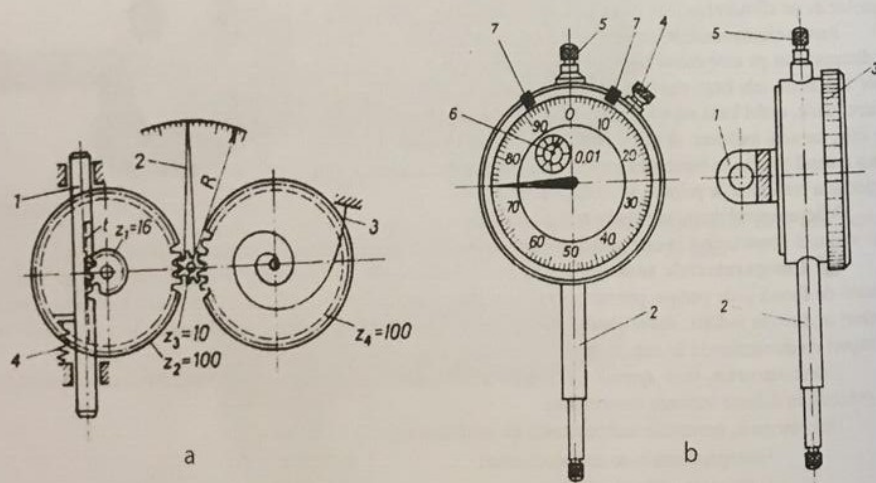


Fig. 1.51. Comparator cu cadran circular: a - schema de principiu; b - vedere generală.

Scara gradată a acestui comparator are 100 de diviziuni, iar deplasarea palpatorului cu 1 mm provoacă rotirea acului indicator cu 360°. Pentru a putea realiza o măsurare cu ajutorul comparatorului, acesta se fixează într-un suport prin intermediul urechii 1 sau al corpului 2.

Pentru a verifica funcționarea comparatorului se ridică și se coboară ușor tija palpatorului, folosind butonul 5.

Reglarea la zero se face fixând comparatorul în suport și punându-l în contact cu blocul de cale de reglare, astfel ca tija palpatorului să se găsească aproximativ la jumătatea cursei de măsurare. Orientarea pentru aprecierea mărimii cursei se face cu ajutorul indicatorului de rotații 6. În acest fel, acul indicator poate ocupa o poziție oarecare față de scara gradată.

După aceasta, se aduce reperul zero în dreptul acului indicator, prin desfacerea, șurubului 4 și rotirea ramei 3, odată cu cadranul circular.

Folosind indicele de toleranță 7, se fixează câmpul de toleranță pe scara gradată.

1.4.2. Mijloace de măsurare pentru unghiuri

Prin noțiunea de **unghi** se înțelege:

unghiul plan – unghiul cuprins între două drepte concurente, definit ca raport dintre lungimea arcului decupat de cele două drepte pe circumferința unui cerc cu centrul în punctul de intersecție al dreptelor și raza acelui cerc:

$$\alpha = \frac{l}{r}$$

unghiul solid – unghiul unui con, definit ca raport dintre aria decupată de acest con pe suprafața unei sfere care are centrul în vârful conului și pătratul razei sferei:

$$\Omega = \frac{S}{r^2}$$

Unități de măsură

În Sistemul Internațional (SI), pentru măsurarea unghiurilor este prevăzută o unitate de măsură suplimentară, în raport cu unitățile fundamentale de măsură. Această unitate se numește **radian**.

Radianul este unghiul cuprins între două raze ale unui cerc, care intersectează pe circumferința acestuia un arc de cerc a cărui lungime este egală cu raza.

Conform acestei definiții, mărimea unui unghi închis de un cerc este:

$$\alpha = \frac{2\pi \cdot r}{r} = 2\pi \text{ rad,}$$

iar un semicerc este egal cu π rad.

Pentru unghiul plan, mai sunt tolerate următoarele unități de măsură:

a) **gradul sexagesimal** (°), care rezultă din împărțirea circumferinței cercului în 360 de părți egale:

$$1^\circ = \frac{2\pi}{360} = \frac{\pi}{180} \text{ rad.}$$

Submultiplii gradului sexagesimal sunt minutul sexagesimal ($1' = 1/60^\circ$) și secunda sexagesimală ($1'' = 1/60'$).

b) **gradul centesimal** (°), care rezultă din împărțirea circumferinței cercului în 400 de părți egale:

$$1^s = \frac{2\pi}{400} = \frac{\pi}{200} \text{ rad.}$$

Submultiplii gradului centesimal sunt: minutul centesimal ($1^s = 100^\circ$), secunda centesimală ($1^c = 100^s$). Mai facem precizarea că:

$$1 \text{ rad} = 57^\circ 14' 44''.$$

Măsurarea unghiurilor se poate face prin trei metode:

1. cu *măsură-etalon* pentru unghiuri;
2. prin *metoda goniometrică*;
3. prin *metoda trigonometrică*.

1 **Metoda măsurării cu măsuri-etalon pentru unghiuri** servește la verificarea și măsurarea unghiurilor prin comparare, folosind: șabloane, ehere, cale unghiulare, calibre.

- **Șabloanele** sub formă de unghiuri (fig. 1.52) sunt utilizate pentru măsurarea unghiului de ascuțire a sculelor așchietoare. Precizia verificărilor efectuate cu aceste mijloace este scăzută.

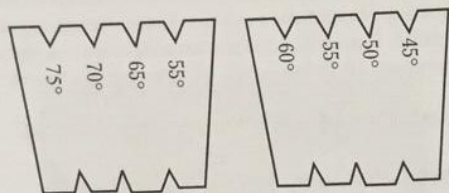


Fig. 1.52. Șabloane unghiulare.

- **Eherele** sunt mijloace de măsurare cu valoare fixă, utilizate pentru verificări și trasări de unghiuri. Valoarea unghiurilor active este, de regulă, de 90°, dar se construiesc și ehere pentru unghiuri de 30°, 45°, 60° și 120°. Sunt două tipuri de ehere: fixe și reglabile.

Eherele fixe sunt numite și „colțare”. Cele mai utilizate sunt cele în formă de L (fig. 1.53 a) și cele în unghi de 45° (135°) (fig. 1.53, c).

Eherele reglabile (fig. 1.52, c) se fixează la valoarea unghiului necesar, după raportor sau după șablon. Aceste tipuri de ehere se pot folosi atât la măsurarea unghiurilor, cât și la trasarea și la verificarea acestora.

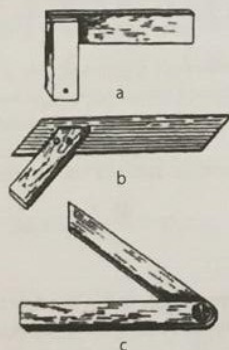


Fig. 1.53. Instrumente pentru măsurarea unghiurilor: a – echer fix la unghi de 90°; b – echer fix la unghi de 45° (135°); c – echer reglabil.

Formele constructive de ehere cel mai des utilizate sunt prezentate în figura 1.54.

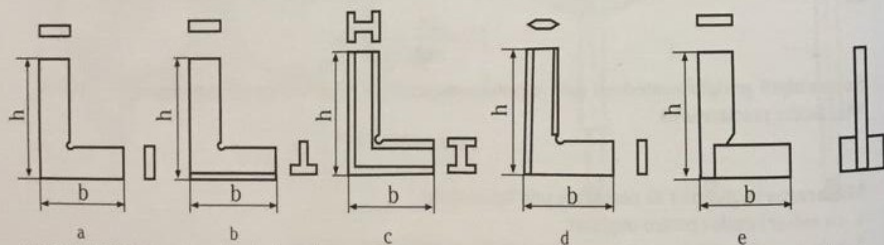


Fig. 1.54. Ehere: a – echer simplu; b – echer cu talpă; c – echer profilat; d – echer pentru suprafețe; e – echer lamă.

Verificarea echerelor se face prin:

- metoda fantei de lumină, prin care se compară trei ehere, două câte două, observând fanta de lumină ce apare la contactul dintre suprafețele aflate în contact;
- metoda calibrelor lamelare;
- metoda comparării cu un echer-etalon.

- **Calele unghiulare** permit verificarea unghiului echerului prin metoda fantei de lumină. Mărimea fantei de lumină se apreciază, prin comparație, cu fante-etalon cunoscute.

Calele unghiulare se păstrează, ca și calele plan-paralele, în truse speciale (fig. 1.55).



Fig. 1.55. Trusă de cale unghiulare.

- **Calibrele** sunt folosite la determinarea abaterii unghiului măsurat față de măsura utilizată, prin metoda comparării.

2 **Metoda goniometrică** folosește mijloace de măsurare pentru unghiuri; acestea sunt prevăzute cu două suprafețe de așezare care se pot roti una față de cealaltă, suprapunându-se peste laturile unghiului care trebuie măsurat. Unghiul este determinat direct în grade, minute și secunde.

Din grupa aparatelor goniometrice fac parte:

- raportoarele;
- nivelele cu bule de aer;
- capetele divizoare;
- microscopul de atelier.

- **Raportoarele** sunt mijloace folosite la măsurarea directă a mărimii unghiurilor interioare sau exterioare. Conțin una sau mai multe măsuri de unghiuri. Diviziunile raportoarelor sunt marcate din 10' în 10' sau din 5' în 5'. Din punct de vedere constructiv, raportoarele diferă prin modul de citire și prin modul de așezare al suprafețelor de măsurare. Ele pot fi de mai multe tipuri: mecanice simple, mecanice cu vernier (cele mai complexe), mecanice cu lupă, optice etc.

Un raportor mecanic (fig. 1.56) este constituit dintr-o riglă de care este rigidizat un disc divizat în grade sexagesimale. În jurul aceleiași ax, se rotește un al doilea disc, prevăzut cu o plăcuță cu vernier, divizată și ea circular.

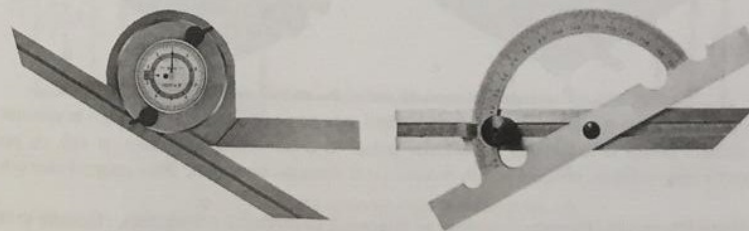


Fig. 1.56. Raportor mecanic.

Pentru măsurare, se poziționează talpa raportorului astfel încât rigla fixă să coincidă cu o latură a unghiului. Se rigidizează rigla mobilă cu ajutorul șurubului, se îndepărtează raportorul de pe piesă și se citește valoarea unghiului.

O variantă mai precisă oferă raportorul mecanic cu lupă, ce are precizia de măsurare de $2'-5'$, iar domeniul de măsurare poate fi cuprins între următoarele limite: $(0-90)^\circ$, $(0-180)^\circ$ și $(0-360)^\circ$.

- **Nivelele cu bulă de aer** se folosesc pentru determinarea abaterilor de la pozițiile orizontală sau verticală ale suprafețelor plane.

Nivela cu cadran (fig. 1.57) este prevăzută cu un tub de sticlă umplut cu eter etilic. În interiorul tubului, rămâne o bulă care se deplasează de-a lungul unui cadran. Valoarea unei diviziuni poate varia de la $4''$ la $1'$, iar distanța dintre repere este de 2 mm.

Un alt tip de nivelă este cea cu laser (fig. 1.58).



Fig. 1.57. Nivelă cu cadran (cu bulă de aer).



Fig. 1.58. Nivelă cu laser.

- **Capetele divizoare** se utilizează pe scară largă pentru realizarea divizării unghiulare a pieselor sau pentru verificarea unghiurilor la centru ale acestora. Cele mai perfecționate și mai precise capete divizoare sunt cele cu citire optică.

- **Microscopul de atelier** se folosește pentru măsurări de mare precizie, cum ar fi controlul distanței dintre centrele alezajelor, la piesele de dimensiuni mici (de exemplu, plăci de ghidare), la care toleranța este foarte mică. Precizia de măsurare a microscopului mare de atelier este de 0,01 mm. Microscopul universal are valoarea diviziunii de 0,001 mm.

Microscopul mare de atelier (fig. 1.59, a) poate măsura conicitatea unei piese cu o precizie foarte mare. Avantajul utilizării acestei metode este eliminarea erorilor datorate neuniformității forței de măsurare, precum și a deformațiilor ce apar la contactul instrumentelor de măsurare cu piesa de măsurat.

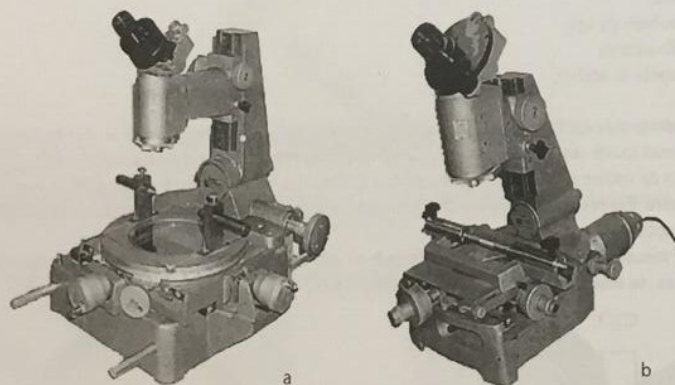


Fig. 1.59. a - microscopul mare de atelier; b - microscopul mic de atelier.

Microscopul mare de atelier este prevăzut cu două sănii, una cu posibilitatea de deplasare în direcție transversală, care poate fi utilizată pentru determinarea diametrelor piesei în două secțiuni oarecare, și alta cu posibilitatea de deplasare în direcție longitudinală, utilizată pentru determinarea distanței dintre cele două secțiuni care conțin cele două diametre.

Fiecare dintre dimensiuni (diametre, lungime) se determină ca diferență a două citiri, efectuate la tamburul celor două șuruburi micrometrice care acționează cele două sănii (transversală și longitudinală).

Pentru ca măsurarea lungimii să fie mai precisă, se poate folosi o cală plan-paralelă, în locul efectuării celor două citiri la tamburul șurubului micrometric al saniei longitudinale.

În final, se compară valorile măsurate cu valorile prescrise, trăgându-se concluzii cu privire la precizia de execuție a piesei măsurate.

În figura 1.59. b este prezentat microscopul mic de atelier.

3 **Metoda trigonometrică** permite determinarea măsurii unghiurilor prin calcul, folosind funcțiile trigonometrice.

Un exemplu în care se aplică metoda trigonometrică este controlul conicităților exterioare. Acest control se poate realiza cu ajutorul microscopului de atelier (mare sau mic): se compară conicitatea sau unghiul prescris cu conicitatea sau unghiul măsurat, trăgându-se concluzii cu privire la precizia de execuție a piesei măsurate.

1.5. PRECIZIE DIMENSIONALĂ. PRECIZIE DE MĂSURARE ȘI PRECIZIE DE EXECUȚIE

Prin **dimensiune** se înțelege mărimea care exprimă valoarea numerică a unei lungimi, în unitatea de măsură aleasă.

Cota este dimensiunea înscrisă pe desenul de execuție.

Dimensiunile, în general, pot fi de mai multe tipuri: nominală, limită admisibilă, medie și efectivă.

Dimensiunea nominală (N) este stabilită prin calcul și are aceeași valoare pentru arbore și pentru alezaj în asamblarea considerată.

- **Arbore** – denumire convențională a oricărei suprafețe exterioare, chiar dacă nu este cilindrică (la montaj, piesa cuprinsă).

- **Alezaj** – denumire convențională a oricărei suprafețe interioare a unei piese, chiar dacă nu este cilindrică (la montaj, piesa cuprinzătoare).

Dimensiunea limită admisibilă, maximă sau minimă, reprezintă dimensiunile care au rolul de a asigura funcționarea în condiții bune a pieselor.

Dimensiunea medie este semisuma dimensiunilor limită.

Dimensiunea efectivă este valoarea obținută prin prelucrare, care este pusă în evidență prin măsurare.

În mod convențional, se folosesc următoarele notații: litere mari pentru dimensiunile alezajelor și litere mici pentru dimensiunile arborilor.

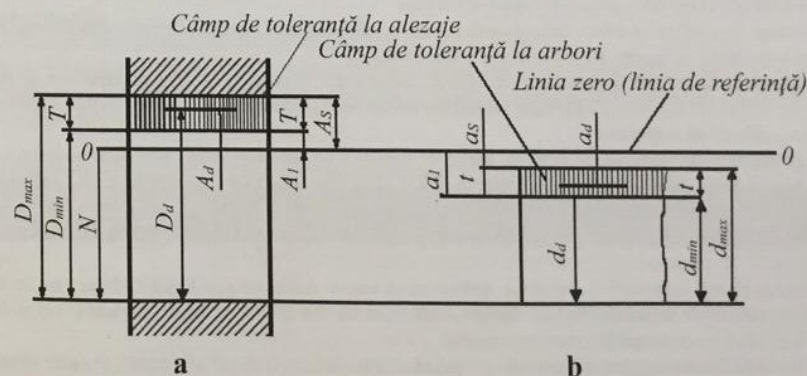


Fig. 1.60. Notarea dimensiunilor la arbori și alezaje.

Pentru reprezentarea din figura 1.60, piesele sunt considerate bune, dacă:

$$d_{\min} < d_{ef} < d_{\max}$$

$$D_{\min} < D_{ef} < D_{\max}$$

În urma prelucrării și a comparării dimensiunii obținute cu cea prescrisă în documentația de execuție, pot apărea următoarele situații:

$$\begin{array}{ll} d_{ef} < d_{\min} & \text{sau } D_{ef} > D_{\max} \rightarrow \text{piesa este rebut irecuperabil;} \\ d_{ef} > d_{\min} & \text{sau } D_{ef} < D_{\min} \rightarrow \text{piesa este rebut recuperabil;} \\ d_{ef} = d_{med} & \text{sau } D_{ef} = D_{med} \rightarrow \text{precizia este optimă.} \end{array}$$

Abaterea (notată cu a , respectiv cu A) reprezintă diferența algebrică dintre dimensiunea considerată (maximă, minimă, efectivă) și dimensiunea nominală corespunzătoare.

Abaterile sunt de două feluri: abatere limită și abatere efectivă.

➤ **Abaterea limită** (a_s – abatere superioară, a_i – abatere inferioară) este diferența dintre dimensiunea limită și dimensiunea nominală corespunzătoare.

Aplicând relațiile de calcul pentru arbori în situația din figura 1.60, se obțin următoarele relații:

1. pentru alezaje

$$A_s = D_{\max} - N; \quad D_{\max} = N + A_s$$

$$A_i = D_{\min} - N; \quad D_{\min} = N + A_i$$

2. pentru arbori

$$a_s = d_{\max} - N; \quad d_{\max} = N + a_s$$

$$a_i = d_{\min} - N; \quad d_{\min} = N + a_i$$

➤ **Abaterea efectivă** (a_{ef} , respectiv A_{ef}) este diferența algebrică dintre dimensiunea efectivă și dimensiunea nominală.

$$A_{ef} = D_{ef} - N; \quad D_{ef} = N + A_{ef}$$

$$A_{ef} = d_{ef} - N; \quad d_{ef} = N + a_{ef}$$

După măsurare, putem ajunge la următoarele situații:

- când $a_{ef} > a_s$ și $A_{ef} < A_i$, piesa este rebut recuperabil;
- când $a_{ef} > a_i$ și $A_{ef} > A_s$, piesa este rebut irecuperabil.

Abaterile se reprezintă în raport cu linia zero (linie de referință, care reprezintă dimensiunea nominală, N).

Abaterile pot avea valori pozitive, negative sau zero.

Toleranța este diferența dintre dimensiunea maximă și dimensiunea minimă (diferența dintre abaterea superioară și abaterea inferioară). Toleranța are întotdeauna valori pozitive.

Măsurarea este atribuirea de numere mărimilor, astfel încât să poată fi descrise relațiile care se stabilesc între mărimi. Aceste numere se numesc **valori ale mărimilor măsurate**. Mijlocul tehnic necesar efectuării acestei identificări îl constituie **mijlocul de măsurare**.

Dacă mijlocul de măsurare ar fi ideal, atunci ar putea să furnizeze valoarea adevărată a mărimii de măsurat. Trebuie precizat că nu există mijloace de măsurare ideale, deci, prin măsurare, nu se poate obține valoarea adevărată, informația de măsurare fiind afectată de erori.

Mijlocul de măsurare furnizează o valoare ce se numește **valoare măsurată**, care este diferită de **valoarea adevărată** a mărimii.

Obiectul științei măsurării îl constituie determinarea valorii măsurate și a limitelor între care se află valoarea adevărată a mărimii de măsurat. Cu alte cuvinte, trebuie determinată atât valoarea măsurată, cât și intervalul de incertitudine, adică eroarea care afectează măsurarea.

Știind că **precizia** reprezintă diferența dintre valoarea măsurată și valoarea "adevărată", se poate spune că precizia de execuție și precizia de măsurare sunt cu atât mai bune, cu cât valoarea furnizată de mijlocul de măsurare este mai apropiată de valoarea adevărată, intervalul de incertitudine fiind mai restrâns. Valoarea "adevărată" este valoarea obținută prin compararea cu un standard.

FIȘĂ DE EVALUARE

1

a. Așezați în ordinea complexității, începând cu veriga structurală cea mai simplă, următoarele elemente care intră în structura de producție și de concepție: atelier de producție, loc de muncă, sector de producție, secție de producție.

b. Reprezentați grafic, sub forma unui afiș, legătura dintre elementele enumerate mai sus.

2

Completați spațiile libere, astfel ca anunțul să fie corect.

a. În funcție de felul proceselor tehnologice care se desfășoară în cadrul secțiilor de producție, există:

– secții

– secții

– secții

– secții

b. Documentația tehnică este alcătuită din:

–

–

–

–

c. Planul de operații cuprinde informații referitoare la toate etapele ce trebuie parcurse pentru realizarea operației:

.....

d. Măsurile terminale sunt:

f. Unitățile de măsură pentru unghiuri sunt:

f. Dimensiunile pot fi:

3

Scrieți în dreptul fiecărei afirmații litera **A**, dacă este adevărată, sau litera **F**, dacă este falsă:

a. Un loc de muncă este dotat cu mașini/utilaje în care se execută o anumită operație sau un grup de operații de producție asemănătoare.

b. În ordinea complexității, mijloacele de măsurare sunt: măsuri, aparate de măsurare, sisteme de măsurare, instrumente de măsurare, instalații de măsurare.

c. Desenul de execuție este desenul provizoriu care conține o parte dintre informațiile necesare pentru executarea piesei sau a ansamblului respectiv.

d. Produsul finit este un bun material rezultat dintr-un proces de producție și asupra căruia nu se mai intervine cu nicio prelucrare.

e. Micrometrele au o precizie de măsurare mai mică decât cea a șublerelor.

f. Comparatorul este un aparat de măsură care permite determinarea mărimii unor abateri de formă și de poziție.

g. O piesă este considerată bună, dacă dimensiunea efectivă este mai mare decât dimensiunea minimă și mai mică decât dimensiunea maximă.

4

Realizați corespondența corectă dintre elementele coloanei A și elementele coloanei B.

A. Activități specifice procesului tehnologic	B. Definiții
1. Operația	1. totalitatea mișcărilor necesare pentru executarea fazei de lucru sau de pregătire.
2. Faza	2. realizarea unei singure prelucrări a materiei prime sau a materialului la același loc de muncă și folosind același tip de scule.
3. Mănuirea	3. poate fi măsurată în timp și ea reprezintă baza normării activității de lucru.
4. Mișcarea	4. partea din operație executată la o fixare, cu aceeași sculă și cu același regim de lucru. La executarea ei, de foarte multe ori este necesar ca aceleași manevre de realizare să fie repetate, deci scula folosită se va deplasa repetat.

- 5 Realizați un eseu structurat pe următoarele puncte:
- organizarea locului de muncă (reguli ce trebuie respectate, depozitarea materialelor, amplasarea dulapului de scule);
 - identificarea SVD-urilor de la locul de muncă;
 - regulamentul de ordine interioară;
 - măsuri tehnice de securitate a muncii în atelierele în care vă desfășurați activitatea.

REZOLVĂRI

- a – loc de muncă, sector de producție, atelier de producție, secție de producție.
- a – secții de bază, secții auxiliare, secții de deservire, secții anexe; b – documentația de studiu, documentația de bază, documentația tehnologică, documentația auxiliară; c – date necesare la identificarea piesei; date necesare la identificarea operației; succesiunea tehnologică a operațiilor; desenul simplificat al piesei pentru indicarea operației; denumirea și identificarea fazelor; cotele intermediare cu toleranțe și condiții tehnice; indicarea suprafețelor de bazare și modul de prindere; sublinierea prin îngroșare a cotelor care se prelucrează; regimul de prelucrare cu indicarea mașinilor-unelte; d – lame plan-paralele, cale plan-paralele, calibre, lere pentru grosimi, sfere; e – radianul, unități tolerate: gradul sexagesimal, gradul centesimal; f – nominală, limită admisibilă (maximă sau minimă), medie, efectivă.
- a – A; b – F; c – F; d – A; e – F; f – A; g – A.
- A1 – B2; A2 – B4; A3 – B1; A4 – B3.

Operații de Lăcătușărie Generală

2

- 2.1. Operații de lăcătușărie
- 2.2. Asamblări nedemontabile
- 2.3. Asamblări demontabile

COMPETENȚE ȘI DEPRINDERI

Noțiunile prezentate în acest capitol contribuie la înțelegerea modului de efectuare corectă a operațiilor de lăcătușărie generală, prin:

- efectuarea operațiilor pregătitoare și a operațiilor de prelucrare în conformitate cu documentația tehnică;
- identificarea și utilizarea materialelor, a SDV-urilor pentru realizarea asamblărilor demontabile și nedemontabile;
- verificarea operațiilor de lăcătușărie generală.

2.1. OPERAȚII DE LĂCĂTUȘĂRIE

În atelierele de lăcătușărie se efectuează ajustarea, asamblarea și repararea unor piese metalice prin următoarele operații: curățare, îndreptare, trasare, debitare, îndoire, pilire, găurire, filetare, finisare și polizare a semifabricatelor.



2.1.1. Curățarea

Semifabricatele și materialele supuse prelucrării sau asamblării trebuie să fie curate. De aceea, înaintea utilizării, se înlătură de pe suprafața acestora praful, așchiile metalice mărunte, pulberile abrazive, precum și resturile rămase în urma prelucrărilor anterioare.

Aceste măsuri sunt importante mai ales în operațiile de asamblare a mecanismelor de precizie.

Operațiile de curățare se clasifică conform figurii 2.1.

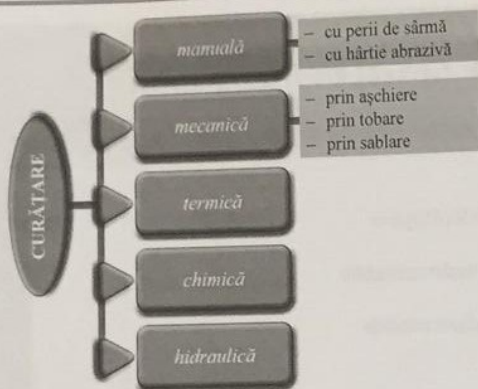


Fig. 2.1. Clasificarea operațiilor de curățare.

• **Curățarea manuală** necesită un efort fizic deosebit. Se aplică pe suprafețe mici.

• **Curățarea mecanică** prin așchiere se poate realiza prin dăltuire, cu pietre abrazive pe mașini de polizat.

– **Curățarea prin tobare** se aplică pieselor turnate sau forjate. Se realizează în instalații numite tobe, care sunt acționate de un motor electric și de un reductor de turație. În tobe se introduc fontă și nisip sub formă de steluțe. Datorită frecărilor care apar între piese și materialul introdus, are loc procesul de înlăturare a oxizilor și a impurităților.

– **Curățarea prin sablare** se realizează în instalații de sablat. Procesul are loc datorită acțiunii abrazive a unui jet de nisip sau de alicie din fontă, proiectat cu putere pe suprafața semifabricatelor.

– **Curățarea termică** se face prin arderea și înlăturarea impurităților de pe suprafața semifabricatelor. Impuritățile se ard cu ajutorul unui arzător, după care se înlătură stratul deteriorat.

– **Curățarea chimică** are loc prin atacul chimic al suprafețelor, utilizând soluții acide sau alcaline (aliaje de aluminiu). După decapare, urmează spălarea suprafețelor.

– **Curățarea hidraulică** constă în introducerea semifabricatelor încălzite într-o cameră de curățare și proiectarea unui jet de apă rece. Desprinderea stratului de impurități are loc datorită șocului termic.

Curățarea semifabricatelor include următoarele operații:

- curățarea propriu-zisă;
- spălarea semifabricatelor sau a pieselor;
- suflarea semifabricatelor sau a pieselor.

Curățarea propriu-zisă constă în îndepărtarea impurităților și a urmelor de vopsea de pe suprafețe, folosind pensule, mijloace abrazive sau cârpe.

Spălarea pieselor se efectuează în scopul îndepărtării impurităților rămase în urma curățării. Pentru producția individuală, spălarea se execută manual în băi de petrol lampant, în benzină, în alcool sau în apă fierbinte cu sodă. La producția de serie mare, spălarea se execută mecanizat, utilajele folosite la spălare fiind prevăzute și cu dispozitive de uscare.

Suflarea semifabricatelor sau a pieselor se efectuează cu aer comprimat, în scopul îndepărtării impurităților depuse pe suprafețe, dar și pentru uscarea semifabricatelor. Aerul folosit are o presiune de 3-6 bar și trebuie să fie perfect uscat și încălzit, pentru a grăbi procesul de uscare după spălare. De asemenea, aerul trebuie să aibă o presiune cât mai mare, pentru a putea îndepărta corpurile străine din locurile greu accesibile.

Măsuri tehnice de securitate a muncii la curățarea pieselor

În atelierele unde se curăță piesele, se vor lua următoarele măsuri de protecție a muncii și de prevenire a incendiilor:

- se vor interzice lucrările care produc scântei sau lucrările la care se folosește flacăra;
- spațiile vor fi bine aerisite;
- se va interzice fumatul.

2.1.2. Îndreptarea semifabricatelor

Îndreptarea este operația de remediere aplicată semifabricatelor (table, bare sau sârme) care prezintă îndoituri, bombări sau ondulații.

Sunt situații în care această operație se aplică și pieselor finite care s-au deformat în timpul prelucrării, accidental sau din cauza suprasolicitării. Operația de îndreptare se aplică materialelor care au o bună plasticitate, precum oțelul, aluminiul, cuprul.

Operațiile de îndreptare se clasifică conform criteriilor specificate în figura 2.2.



Fig. 2.2. Clasificarea operațiilor de îndreptare.

Pentru îndreptarea manuală a tablelor subțiri și a pieselor executate din metale și aliaje neferoase, se folosesc **ciocane** executate din metale moi (cupru, plumb sau alamă). Ciocanele trebuie să aibă fața netedă și dimensiunea adecvată grosimii tablei de îndreptat.

Pentru table foarte subțiri, operația se execută prin netezire, folosindu-se **bare** din lemn sau din metal. Piese din fontă nu pot fi supuse operației de îndreptare, deoarece se sparg.

Tablele care au deformări în partea centrală se îndreaptă prin așezare pe placa de îndreptat cu umflătura în sus și prin aplicarea de lovituri cu ciocanul, de la marginea tablei spre centru. Loviturile sunt aplicate mai puternic și mai rar pe margine, apoi mai ușor și mai des spre centru.

Tablele cu deformări marginale se îndreaptă în același fel, doar că loviturile se aplică dinspre centru spre margini, mai puternic în centru și mai ușor spre margini.

Schema operației de îndreptare este prezentată în figura 2.3.

Pentru îndreptarea benzilor din tablă, loviturile se aplică puternic, una lângă alta și uniform, cu ciocanul, începând de la muchia mai mică și înaintând spre muchia mai lungă.

Loviturile scad în intensitate spre muchia alungită.

Îndreptarea sârmelor se realizează prin aplicarea unor forțe de întindere la capete. Pentru aceasta, sârma se trece printre două scânduri prinse în menghină și se trage de capete.

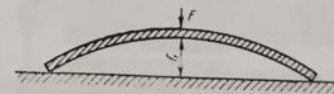


Fig. 2.3. Schema operației de îndreptare.

Utilajele folosite la îndreptarea mecanică sunt:

- mașina de îndreptat cu cilindri;
- presa mecanică;
- mașina de îndreptat și calibrat bare.

Mașina de îndreptat cu cilindri (de planat) prezintă două rânduri de cilindri așezați în zigzag. În timp ce se deplasează, materialul este supus încovoierii succesive în sensuri diferite, obținându-se deformarea plastică necesară îndreptării.

Se folosesc mașini de îndreptat cu șapte cilindri, trei cilindri inferiori și patru cilindri superiori. Creșterea numărului de cilindri determină o precizie sporită a operației de îndreptare. Acest utilaj este destinat îndreptării tablelor.

Mașina de îndreptat și calibrat bare cuprinde un tambur ce se rotește, în care se montează trei perechi de role hiperbolice. Semifabricatul trece printre perechile de role care sunt așezate înclinat una în raport cu cealaltă. Deplasarea semifabricatului este produsă de mișcarea de rotație a roletelor de antrenare.

Controlul operației de îndreptare constă în:

- verificarea aspectului suprafeței semifabricatului;
- controlul planității;
- controlul rectilinității.

Prin verificarea aspectului se caută identificarea urmelor de strivire și a crăpăturilor.

Controlul planității și al rectilinității se face prin metoda fantei de lumină, utilizându-se rigle, plăci de control sau șabloane.

Măsuri tehnice de securitate a muncii la îndreptare

Pentru evitarea accidentelor, în timpul operației de îndreptare trebuie respectate următoarele recomandări:

- uneltele de mână să fie în bună stare, fără crăpături și deformări;
- piesele mari trebuie să fie bine fixate în dispozitive;
- ciocanele să fie prevăzute cu mânere bine fixate, pentru a se evita rănirea mâinilor;
- echipamentul de protecție trebuie să aibă toți nasturii încheiați, pentru a se preveni prinderea acestora de piese în timpul lucrului.

2.1.3. Trasarea

Trasarea este operația de reproducere pe materialul brut a liniilor de contur limită până la care materialul trebuie înlăturat prin prelucrare, în vederea obținerii dimensiunilor dorite ale piesei.

Sculele și dispozitivele folosite la trasare sunt:

- masa de trasare;
- acul pentru trasat;
- punctatorul;
- prisme de așezare și centrare;
- echerale;
- compasul pentru trasat;
- rigla;
- dispozitivul pentru trasat centre;
- șablonul.

În figura 2.4 sunt prezentate câteva scule folosite la trasare.

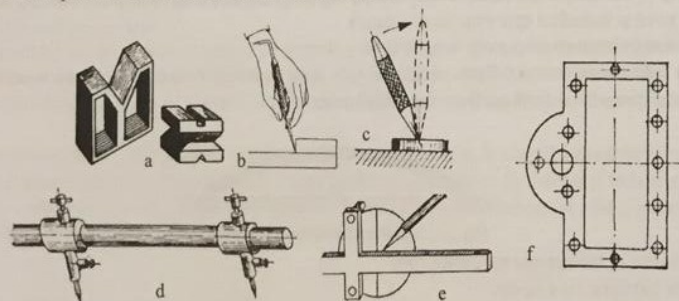


Fig. 2.4. Scule folosite pentru trasare:

a – prisme; b – ac pentru trasat; c – punctator; d – compas pentru trasat; e – dispozitiv pentru trasat centre; f – șablon.

Operații de lăcătușărie generală

Pentru executarea trasării, suprafețele se curăță de zgură și de praf, cu o mătură sau cu o perie de sârmă. Apoi, suprafața se colorează, pentru ca urma acului de trasat sau urmele punctatorului să fie vizibile.

Colorarea suprafețelor include următoarele etape:

- se freacă cu ceta suprafața de trasat;
- se vopsește suprafața cu pensula, folosind un amestec lăptos de praf de cretă, de ipsos sau de var în apă;
- se acoperă suprafața cu o soluție de piatră vântată în apă; după uscarea, suprafața capătă o culoare arămie.

După colorarea suprafeței, se începe operația de trasare propriu-zisă. Acul se ține înclinat față de muchia inferioară a riglei și în contact direct cu aceasta, pentru a evita trasarea de linii curbe.

Operația de trasare se poate realiza prin următoarele metode:

- trasarea în plan;
- trasarea în spațiu;
- trasarea după șablon;
- trasarea după model.

➤ **Trasarea în plan** constă în trasarea conturului piesei pe o singură suprafață a semifabricatului. Pentru realizarea corectă a operației, linia se va trasa o singură dată, iar acul trebuie să prezinte o poziție corectă. Pentru o evidențiere mai bună, liniile trasate pot fi marcate cu punctatorul.

➤ **Trasarea în spațiu** constă în trasarea conturului piesei pe mai multe suprafețe ale semifabricatului. Se acordă o atenție deosebită alegerii bazelor de măsurare.

➤ **Trasarea după șablon** se aplică în producția de serie (la un număr mare de piese). Se acordă o atenție deosebită așezării șablonului pe suprafața semifabricatului, pentru a reduce volumul de deșeuri.

➤ **Trasarea după model** se folosește în atelierele de reparații, în regim de urgență. Trasarea se execută direct după piesa uzată sau deteriorată ori după o altă piesă similară.

Controlul operației de trasare constă în verificarea cotelor conturului trasat și în compararea acestora cu cotele de pe desenul de execuție sau cu dimensiunile piesei model. În acest scop, se utilizează: rigle gradate, echerale, compasuri, rapoarte, șublere.

Precizia la trasare este influențată de nivelul de pregătire profesională și de calitatea și precizia SDV-urilor utilizate.

Măsuri tehnice de securitate a muncii la trasare

Pentru evitarea accidentelor, în timpul trasării trebuie respectate următoarele recomandări:

- uneltele de mână să fie în bună stare, fără crăpături și deformări;
- piesele mari trebuie să fie bine fixate în dispozitive;
- instrumentele de lucru să fie folosite și depozitate în așa fel încât să nu apară pericolul de accidentare prin tăiere sau prin înțepare.

2.1.4. Debitarea

Operația tehnologică prin care se îndepărtează total sau parțial materialul dintr-o piesă, dintr-un semifabricat ori dintr-un material se numește **debitare** sau **tăiere**.

Clasificarea metodelor de debitare se realizează conform figurii 2.5.

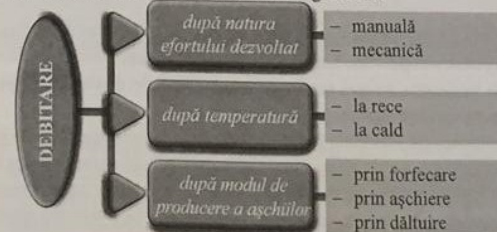


Fig. 2.5. Clasificarea metodelor de debitare.

Debitarea mecanică se realizează folosind efectul forței de forfecare sau prin aşchiere.

Principalele operații de tăiere (fig. 2.6) sunt:

- retezarea - tăierea tablelor sau a semifabricatelor după un contur deschis;
- decuparea - realizarea pieselor prin tăiere după un contur închis, prin separarea acestora de semifabricat;
- perforarea - tăierea după un contur închis, pentru formarea în material a găurilor cu un anumit profil;
- crestarea - realizarea de semifabricate cu contururi de diverse forme;
- debavurarea - îndepărtarea marginilor nedorite după operația de matrițare, turnare sau ștanțare.

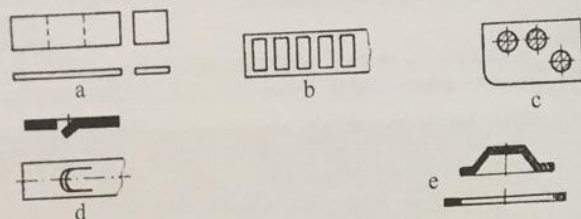


Fig. 2.6. Principalele operații de tăiere

a - retezarea; b - decuparea; c - perforarea; d - crestarea; e - debavurarea.

Sculele pentru debitare mai des folosite sunt: fierăstrăul de mână și foarfeca de mână.

Fierăstrăul de mână este utilizat pentru tăierea barelor de secțiune rotundă sau dreptunghiulară și a țevilor având diametrul sau laturile cu dimensiunea de până la 30 mm.

În figura 2.7 este prezentat un fierăstrău de mână folosit în atelierele mecanice sau în activitățile casnice.

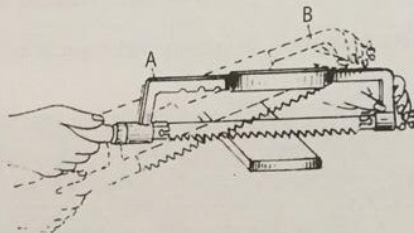


Fig. 2.7. Tăierea cu fierăstrăul mecanic.

Pentru această operație, trebuie să se respecte următoarele recomandări:

- barele din metal de secțiune dreptunghiulară se taie totdeauna pe secțiunea îngustă; în acest fel, apăsarea fierăstrăului se repartizează pe o suprafață mai mică și forța de tăiere este mai mică;
- dacă platbanda care se taie este prea subțire, atunci operația se va aplica pe fața lată;
- la tăierea țevelor, fierăstrăul va fi ținut întâi în poziție orizontală și se va înclina pe măsură ce pânza pătrunde în material;
- la tăierea țevelor cu pereți subțiri, pentru ca acestea să nu se turtească, se vor folosi plăci de strângere fasonate din lemn sau se vor introduce dopuri din lemn în interiorul țevelor;
- la alegerea pânzelor de fierăstrău, se ține seama de caracteristicile materialului: pentru un material dur, pânza de fierăstrău va avea pasul dinților mai mic;
- pentru ca pânza să nu alunece pe suprafața piesei, se recomandă crestarea inițială la locul de tăiere;
- o pânză nouă va fi folosită întâi pentru tăierea metalelor moi și apoi pentru tăierea metalelor mai dure.

Foarfece de mână (fig. 2.8.) se folosește, în general, la tăierea tablelor subțiri care au grosimea mai mică de 1 mm. Se mai folosește pentru tăierea tablelor din oțel cu grosimea până la 2 mm și a tablelor din alamă sau cupru cu grosimea până la 3 mm.

La debitarea mecanică prin forfecare se utilizează foarfeca-vibrator și mașina de ronțait. La tăierea cu **foarfeca-vibrator** (numită și **foarfeca cu cuțite scurte**), mișcarea de rotație a motorului electric este transformată în mișcare de translație alternativă de un mecanism bielă-manivelă. Frecvența de lucru este cuprinsă între 1.000 și 1.700 curse/min. Metoda permite debitarea tablelor cu grosimea de maximum 3 mm.

Mașina de ronțait are la bază același principiu de funcționare ca al foarfecii-vibrator. Se poate utiliza pentru grosimi de maximum 4 mm.

Dălțile de mână sunt scule aşchietoare confecționate din oțel de scule sau din oțel aliat. Sunt de două tipuri: dalta lată și dalta în cruce. Dalta în cruce se utilizează la prelucrarea canalelor.

• Debitarea manuală prin forfecare

La debitare, tășurile trebuie să se suprapună maximum 2 mm, iar jocul dintre tășuri nu trebuie să depășească 0,5 mm. Foarfeca se orientează perpendicular pe suprafața tablei. Debitarea se face, de obicei, după trasaj. La debitarea conturului curb, se utilizează foarfeca de mână cu tășuri curbe.

• Debitarea manuală prin aşchiere

Semifabricatul se fixează în menșină. Cu mâna dreaptă se ține mânerul fierăstrăului, iar cu mâna stângă se prinde cadrul metalic. Pentru debitare se imprimă o mișcare rectilinie alternativă. Pânza de fierăstrău se fixează orientată cu dinții înaintea. Pentru a evita frecările dintre pânză și metal, se recomandă ungerea cu ulei mineral sau cu unsoare consistentă.

• Debitarea manuală prin dăltuire

Dalta se va așeza sub un unghi de 5°-60°. Unghiul de ascuțire se alege în funcție de duritatea metalului sau a aliajului. Pentru materiale dure, unghiul de ascuțire este mai mare, iar pentru materiale moi, se alege un unghi de ascuțire mai mic.

La dăltuire se aplică două metode: dăltuirea după menșină și dăltuirea după trasaj.

La alegerea procedurii de debitare, se ține cont de productivitatea muncii și de pierderile de material. Pentru table groase, se recomandă debitarea în linie dreaptă, cu foarfeca-ghilotină. La debitarea unui contur complex, se poate utiliza mașina de ronțait.

Debitarea oțelurilor dure se poate face cu discuri abrazive. Barele se debitează pe strunguri, iar profilele cu ștanțe sau foarfeci.

Controlul operației de debitare constă în verificarea dimensiunilor piesei și a calității conturului debitat. Verificarea dimensională se efectuează cu un șubler, cu o riglă sau cu un echer.

Măsuri tehnice de securitate a muncii la debitare

La operațiile de debitare se vor respecta următoarele norme de protecție a muncii:

- echipamentul de protecție trebuie să aibă toți nasturii încheiați, pentru a se preveni prinderea de foarfecă;
- piesa se va fixa bine în dispozitiv sau pe masa mașinii;
- instrumentele de lucru vor fi folosite și depozitate în așa fel încât să nu apară pericolul de accidentare prin tăiere sau prin înțepare.

2.1.5. Îndoirea

Îndoirea este operația de deformare plastică a materialelor metalice, fără îndepărtare de material, în urma căreia rezultă curbarea pieselor sau îndoiri sub un unghi dat, cu o anumită racordare, prin aplicarea unei forțe exterioare. După îndoire axa de simetrie (fibra medie deformată) nu-și modifică lungimea. Partea superioară a barei este solicitată la întindere, iar partea inferioară la compresiune.

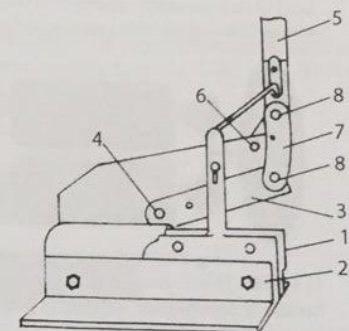


Fig. 2.8. Foarfeca de mână

1 - cuțit inferior; 2 - corp; 3 - cuțit superior; 4 - bolt; 5 - pârghie de acționare; 6 - bolt; 7 - pârghie de legătură cu cuțitul superior; 8 - bolturi.

Semifabricatele supuse operației de îndoire sunt: table, bare, țevi, sârme, profile.
Metodele de îndoire sunt cuprinse în figura 2.9.

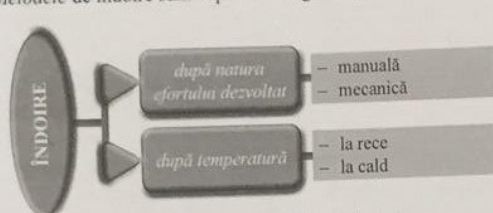


Fig. 2.9. Clasificarea metodelor de îndoire.

În figura 2.10 este prezentată schema operației de îndoire.

Sculele și dispozitivele utilizate la îndoire sunt următoarele: nicovale, ciocane, menghine, prese manuale, prese mecanice, mașini de îndoit.

Îndoirea manuală a tablelor și a benzilor se execută folosind ca reazeme nicovale de diferite forme sau prin fixare în menghină. Se utilizează **ciocane** din lemn sau din materiale moi.

Operația de îndoire constă în:

- trasarea tablei;
- așezarea tablei pe muchia nicovalei cu partea trasată în sus;
- aplicarea loviturilor de ciocan.

La îndoirea tablelor în unghi de 90° se execută mai întâi o îndoire la 40° - 50° , prin lovituri ușoare de ciocan, apoi se dă forma definitivă, la 90° .

Îndoirea manuală a platbandelor și a barelor se execută prin fixarea semifabricatului în menghină și prin aplicarea de lovituri cu ciocanul.

Pentru semifabricate cu grosimea mai mare de 5 mm, îndoirea se va realiza la cald, pentru a crește plasticitatea și pentru a evita apariția fisurilor, dar și pentru a ușura efortul lucrătorului.

Pentru bare și profile de secțiune mică, se pot folosi dispozitive speciale (fig. 2.11).

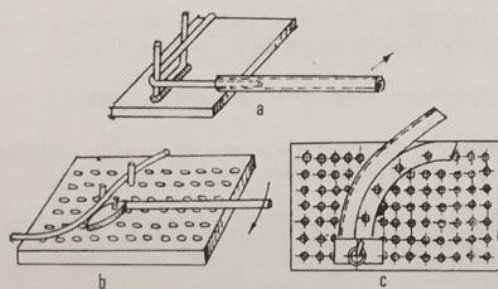


Fig. 2.11. Dispozitive pentru îndoire
a - pe suporturi; b - pe placă de îndoi; c - după șablon.

Controlul operației de îndoire urmărește verificarea mărimii și a poziției razelor și a unghiurilor de îndoire, prezența unor lovituri sau a unor fisuri. Controlul se efectuează cu șublere, rigle gradate, raportoare, șabloane.

Măsurile tehnice de securitate a muncii la îndoire

Operația de îndoire impune respectarea următoarelor recomandări:

- echipamentul de protecție trebuie să aibă toți nasturii încheiați;
- piesa se va fixa bine în dispozitiv sau pe masa mașinii;
- sculele și dispozitivele vor fi utilizate și depozitate conform prescripțiilor tehnice.

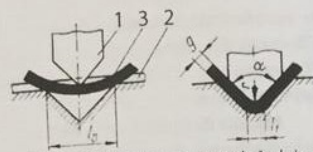


Fig. 2.10. Schema operației de îndoire
1 - poanson; 2 - placă de îndoire;
3 - material.

2.1.6. Pilirea

Pilirea este aplicată ca operație de ajustare după debitarea semifabricatelor sau după alte prelucrări mecanice, pentru obținerea unui anumit grad de netezime a suprafețelor sau a unei anumite forme, necesare asigurării unei îmbinări corecte.

Clasificarea metodelor de pilire se realizează conform figurii 2.12.



Fig. 2.12. Clasificarea metodelor de pilire.

Pilirea manuală necesită un efort fizic deosebit, un grad de atenție ridicat și multă manoperă. Productivitatea acestei metode este scăzută.

Pilirea mecanică se aplică în cazul unor adaosuri mari de prelucrare, care ar necesita un efort fizic deosebit.

Înainte de executarea operației de pilire, se măsoară semifabricatul, pentru a se stabili dimensiunile adaosului pentru prelucrare.

Operația de pilire se efectuează cu **pile** care se aleg în funcție de calitatea suprafețelor ce trebuie să fie obținute.

Pentru prelucrarea suprafețelor, se execută pilirea dreaptă și pilirea în cruce. Pilirea dreaptă se execută deplasând pila perpendicular pe direcția muchiilor active ale fălcilor menghinei. Pilirea în cruce se execută mișcând lateral pila, sub un unghi de 30° - 40° față de direcția muchiilor active ale menghinei. În acest fel, se îndepărtează neregularitățile care apar pe suprafața piesei la pilirea pe o singură direcție.

În figura 2.13 sunt prezentate modalitățile de pilire și de finisare a suprafețelor.

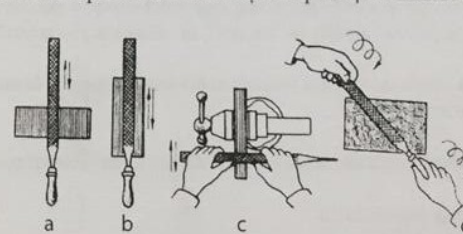


Fig. 2.13. Pilirea manuală
a, c - pilire transversală; b - pilire longitudinală; d - pilire circulară.

După prelucrarea prin pilire la dimensiunile cerute, se aplică o operație de **netezire**, care se execută cu **pile fine** și cu **pânze** sau **prisme abrazive**.

Pentru creșterea productivității muncii la pilire, se folosesc dispozitive acționate pneumatic sau electric sau mașini de pilit. Sculele folosite în acest caz se numesc pile de mașină.

În figura 2.14 este prezentată mașina de pilit cu mișcare alternativă.

Piesa care urmează a fi prelucrată se așază pe masa mașinii. Coloana verticală este pusă în mișcare prin intermediul unei pedale care va executa o mișcare de du-te-vino, prin intermediul unui mecanism bielă-manivelă acționat de un motor electric.

Pila va executa mișcări alternative, cu o frecvență de 70-340 de curse duble pe minut.

Piesa de prelucrat va fi apăsată manual pe suprafața activă a pilei și va fi bine ținută cu mâinile de către lucrător. Întreținerea pilelor necesită respectarea următoarelor recomandări:

- pilele noi se folosesc la început pentru pilirea materialelor moi: alame, bronzuri;

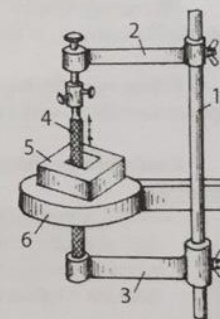


Fig. 2.14. Mașina de pilit cu mișcare alternativă:
1 - coloană verticală;
2, 3 - console; 4 - pilă;
5 - piesă de pilit; 6 - masa mașinii.

- după ce bavurile dinților au fost eliminate, pilele pot fi folosite și pentru materiale cu duritate mai mare: fonte dure, oțeluri;
- pilele vor fi ferite de oxidare;
- sculele pentru pilit se depozitează în cutii așezate în locașuri speciale, pentru a evita deteriorarea danturii;
- metalele moi, precum plumbul și cositorul, nu vor fi pilit cu pile fine, pentru a evita încălcarea danturii cu așchii;
- pilele încărcate se curăță cu o perie de sârmă;
- pilele se feresc de ulei, deoarece se produce alunecarea dinților pe suprafața de prelucrat și metalul nu se mai așchiază;
- în situația în care pilele s-au murdărit cu ulei, se curăță cu cărbune de lemn și apoi cu o perie de sârmă, până dispare orice urmă.

În tabelul 2.1 sunt enumerate caracteristicile pilirii de degroșare și ale pilirii de finisare.

Tabelul 2.1. Caracteristicile operației de pilire.

Felul pilirii	Caracteristici	Metode de realizare
Pilirea de degroșare	– adaosul de prelucrare este mare – se utilizează pile aspre – calitatea suprafeței prelucrate este medie – efortul dezvoltat este ridicat	1. pilirea în cruce 2. pilirea transversală 3. pilirea longitudinală
Pilirea de finisare	– se utilizează pile fine, dublu fine – calitatea suprafețelor prelucrate este bună – adaosul de prelucrare este mic – efortul fizic este redus	1. pilirea longitudinală 2. pilirea transversală 3. pilirea circulară

Pilirea suprafețelor plane se realizează cu pile late. Dacă este necesară o calitate deosebită, după degroșare se pot utiliza pile fine. În cazul materialelor moi, se pot utiliza apărători care să evite apariția unor urme de strivire.

Pilirea suprafețelor curbe diferă în funcție de suprafețele prelucrate, care pot fi concave sau convexe. La pilirea suprafețelor convexe, se utilizează pile late, iar la pilirea suprafețelor concave, se utilizează pile rotunde, semirotunde sau ovale.

Pilirea suprafețelor interioare se execută cu pile cu formă și secțiune transversală apropiate de profilul alezajului supus prelucrării. Se aplică după operația de găurire sau dăltuire.

Controlul suprafețelor prelucrate prin pilire urmărește două aspecte: dimensiunile (forma) piesei și calitatea suprafețelor.

Controlul dimensiunilor pieselor executate se realizează cu:

- *rigle de control, șublere* – pentru suprafețe plane;
- *echere* – suprafețe unghiulare;
- *șabloane* – suprafețe profilate.

Controlul calității piesei prelucrate se face atât în cursul executării operației de pilire, cât și la sfârșitul prelucrării.

Calitatea suprafeței controlate cu rigla se stabilește prin aprecierea grosimii și a uniformității *fantei de lumină* observate între muchia riglei și suprafața prelucrată. Verificarea cu rigla se face pe mai multe direcții. Dacă fanta de lumină este uniformă înseamnă că pilirea s-a executat corect, dar grosolan, și au rămas rizuri pe suprafața prelucrată. Dacă fanta de lumină este neuniformă înseamnă că pilirea nu s-a executat corect.

În cazul în care se cere o precizie deosebită, verificarea se face cu *vopsea*, pe placa de verificare. În acest scop, suprafața plăcii de verificare se unge cu un strat subțire de ulei mineral amestecat cu funingine. Piesa este așezată cu întreaga suprafață de prelucrat pe suprafața vopsită a plăcii de verificare și este mișcată ușor pe placă. Se vor obține urme de vopsea numai pe proeminențele suprafeței de prelucrat. Acestea vor fi pilit, apoi va urma o nouă verificare.

Paralelismul suprafețelor se controlează cu ajutorul *compasului de exterior*. Se deplasează compasul în lungul suprafețelor, deschiderea lui trebuind să rămână constantă. Când compasul de exterior alunecă ușor de-a lungul suprafețelor, aceasta înseamnă că suprafețele sunt paralele.

Măsuri tehnice de securitate a muncii la pilire

Pentru realizarea operației de pilire în bune condiții, lăcătușul trebuie să respecte următoarele recomandări:

- pilele vor fi prevăzute cu mânere bine fixate, pentru a se evita rănirea mâinilor;
- piesa se va fixa bine în dispozitiv sau pe masa mașinii;
- pornirea mașinii de pilit se va face în gol și apoi se va apropia piesa de pilă;
- în timpul operației de pilire se vor purta ochelari de protecție.

2.1.7. Găurirea

Găurirea este operația tehnologică de prelucrare prin așchiere prin care se obțin găuri (alezaje) în materiale compacte.

Operația de găurire este frecvent întâlnită în lucrările de lăcătușărie.

Prin această operație se prelucurează:

- găuri de trecere pentru șuruburi;
- găuri de nit;
- găuri pentru filetare;
- găuri pentru centrarea pieselor;
- găuri pentru obținerea degajărilor în piese, înainte de prelucrare.

Sculele folosite pentru găurire se numesc **burghie** (fig. 2.15).

Pentru executarea operațiilor de găurire în lăcătușărie se folosesc: **mașini de găurit** manuale sau acționate electric.

Mașinile de găurit manuale sunt:

- a. coarba (fig. 2.16);
- b. mașina de găurit cu clichet (boraciul, fig. 2.17).

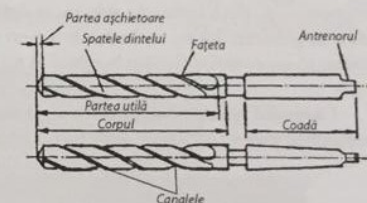


Fig. 2.15. Burghiul – părți constitutive.

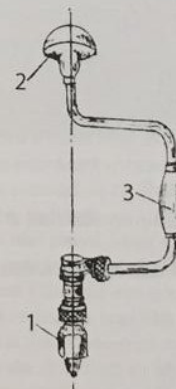


Fig. 2.16. Coarba: 1 – mandrină; 2 – mâner de sprijin; 3 – mâner de acționare.

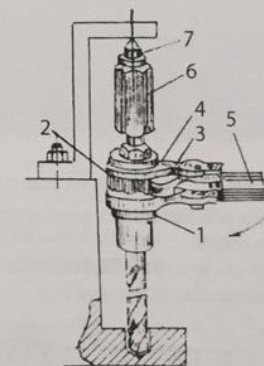


Fig. 2.17. Mașina de găurit cu clichet
1 – ax; 2 – roată dințată; 3 – clichet; 4 – dispozitiv de prindere a mecanismului cu clichet; 5 – mâner; 6 – piuliță înaltă; 7 – suportul mașinii.

La utilizarea mașinii, se fixează burghiul pe obiectul care se găurește în așa fel încât acesta să fie așezat în centrul punctat al găurii. Se rotește mânerul cu un sfert sau cu o jumătate de rotație în direcția săgeții din figură. La rotirea mânerului, clichetul rotește roata dințată și axul cu burghiul. La mișcarea înapoi a mânerului, clichetul va aluneca în gol peste dinții roții dințate.

Tehnologia găuririi

După punctarea centrelor pentru găurile ce urmează a fi executate, se parcurg *etapele* următoare:

1. pregătirea găuririi, care constă în:

- alegerea corespunzătoare a burghiilor necesare;
- fixarea corespunzătoare a burghiului în dispozitive;
- stabilirea parametrilor regimului de aşchiere (turaţia şi avansul burghiului).

2. găurirea propriu-zisă, care constă în:

- adâncirea centrului găurii cu un punctator mare;
- verificarea fixării piesei şi a burghiului prin găurirea pe o adâncime de 1/4 din diametrul burghiului;
- controlul găurii obţinute;
- găurirea definitivă.

Recomandări:

- la începerea operaţiei de găurire se recomandă un avans mai mic;
- în timpul găuririi, burghiul trebuie să fie scos periodic din material, pentru evacuarea aşchiilor de metal;
- la găurile înfundate, cursa burghiului trebuie să fie limitată;
- execuţia găurilor în table să se facă, acolo unde este posibil, în pachete sau prin decupare (burghiarea este neeconomică şi, dacă tabla este subţire, se deformează). Pachetele de tablă trebuie să fie cât mai compacte (strânse cu bride), iar grosimea lor nu va depăşi de 4-5 ori diametrul burghiului. Aceste precauţii sunt necesare pentru ca evacuarea aşchiilor să nu devină dificilă şi burghiul să nu fie deviat.

Controlul operaţiei de găurire urmăreşte să descopere eventualele defecte (fisuri ce pot apărea) şi să verifice dimensiunile piesei (dacă sunt conform documentaţiei), cu ajutorul şublerelor, al micrometrelor şi al calibrelor.

Măsurii tehnice de securitate a muncii la găurire

Pentru evitarea accidentărilor la operaţiile de găurire şi de alezare, se vor respecta următoarele recomandări de tehnica securităţii muncii:

- echipamentul de protecţie trebuie să aibă toţi nasturii încheiaţi, pentru a se preveni prinderea acestora de scula aşchietoare sau de arborele maşinii;
- sculele şi piesele vor fi fixate bine în dispozitive înainte de începerea lucrului cu maşina;
- aşchiile se vor îndepărta cu o mătură sau o perie, nu cu mâna liberă;
- la găurirea bronzului şi a fontei se vor purta ochelari de protecţie şi aşchiile vor fi îndepărtate cu aer comprimat sau cu o pensulă.

2.1.8. Filetarea

Asamblările prin filet sunt simple şi sigure în exploatare, ceea ce face ca acest tip de asamblare să fie foarte utilizat în construcţia de maşini.

Filetul este un canal elicoidal prelucrat pe suprafaţa exterioară sau interioară a unui cilindru. Elementele geometrice ale filetului sunt reprezentate în figura 2.18.

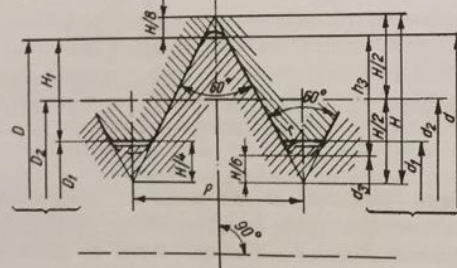


Fig. 2.18. Elementele filetului.

Operații de lăcătușărie generală

Semnificațiile notațiilor din desen sunt următoarele:

- **diametrul exterior**, notat cu d la şuruburi şi cu D la piulițe, reprezintă distanța dintre vârfurile filetului la şuruburi, respectiv fundurile filetului la piulițe, măsurată perpendicular pe axa filetului;
- **diametrul interior**, notat cu d_1 la şuruburi şi cu D_1 la piulițe, reprezintă distanța dintre fundurile filetului la şuruburi, respectiv vârfurile filetului la piulițe, măsurată perpendicular pe axa filetului;
- **pasul** filetului, notat cu p , este distanța măsurată pe o paralelă la axa filetului, între două puncte consecutive ale aceleiaşi spire;
- **diametrul mediu**, notat cu d_2 la şuruburi şi cu D_2 la piulițe, reprezintă distanța dintre mijloacele flancurilor filetului măsurat perpendicular pe axa filetului;
- **unghiul** filetului, notat cu α , este cuprins între flancurile consecutive ale filetului, măsurat în planul axial al filetului.

Executarea filetelor se realizează manual, folosind **tarozi** şi **filiere**, şi mecanizat, cu **maşini de filetat portabile acţionate electric**, pe **maşini de găurit** etc.

• Filetarea interioară manuală se execută astfel:

- cu tarozi sau cu garnituri de câte trei tarozi (fig. 2.19), pentru executarea filetului metric normal;
- în garnituri de doi tarozi, pentru executarea filetului metric fin sau pentru ţevi.

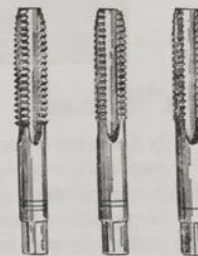


Fig. 2.19. Set de tarozi.



Gaura piesei care se filetează se alege în funcție de diametrul nominal al filetului. O gaură prea mică va duce la înțepenirea sau la ruperea tarodului, iar o gaură prea mare va avea ca efect un filet executat incomplet.

Diametrele burghiilor cu care se produc găurile ce urmează a fi filetate sunt standardizate. Astfel, pentru un anumit tip de filet metric, se recomandă burghiul necesar pentru găurire.

La producerea găurilor filetate înfundate, gaura va avea o lungime mai mare decât lungimea porțiunii filetate, pentru ca partea de tăiere a tarodului să depășească lungimea filetată.

La filetarea găurilor străpunse, tarodul trebuie să aibă coada de lungime egală cu lungimea găurii, astfel încât partea de calibrare a acestuia să treacă prin toată gaura.

Tarodul se unge înainte de începerea operației de filetare cu un lubrifian corespunzător materialului piesei. De obicei, se folosesc emulsii diluate cu apă, petrol lampant, ulei de înfiert, ulei fiert de rapiță sau terebentină. Tarodul se introduce în gaură, astfel încât axa lui să coincidă cu axa găurii, pentru a evita înțepenirea sau ruperea acestuia.

• Filetarea exterioară se execută cu filiere (fig. 2.20).

Tija care urmează să fie filetată se strânge sau se pilește pe întreaga lungime de filetare. Capul tijei va fi teșit.

Diametrul tijei pentru filetat va fi cu 0,3-0,5 mm mai mic decât diametrul exterior al filetului care trebuie obținut. Dacă diametrul tijei este prea mic, se va obține un filet incomplet, iar dacă diametrul este prea mare, filiera se va bloca.

Etapele de realizare a unui filet exterior sunt următoarele:

- se fixează tija în menghină cu capul de filetare în sus;
- se unge din abundență cu lubrifian;
- se montează filiera în portfilieră;
- se aşază filiera pe capătul tijei;
- se roteşte filiera în sensul acelor de ceasornic pentru filetul pe dreapta şi invers, pentru filetul pe stânga;
- la încheierea operaţiei, se roteşte filiera în sens invers, pentru scoaterea acesteia de pe piesă.



Fig. 2.20. Filieră.

Controlul operației de filetare interioară se realizează cu ajutorul calibrelor filetate. Filetele exterioare se pot verifica cu ajutorul piulițelor, al calibrelor-inel sau al şabloanelor.

Măsuri tehnice de securitate a muncii la filetare

Pentru evitarea accidentărilor care se pot produce la operațiile de filetare, se vor respecta următoarele recomandări:

- echipamentul de protecție trebuie purtat regulamentar;
- sculele și piesele vor fi fixate bine în dispozitive înainte de începerea lucrului cu mașina;
- se vor purta ochelari de protecție și așchiile vor fi îndepărtate cu aer comprimat sau cu o pensulă.

2.1.9. Finisarea

În lăcătușărie finisarea suprafețelor se realizează în general prin **șlefuire**.

Șlefuirea este operația de finisare a suprafețelor pieselor cu ajutorul unor pulberi abrazive, prin care se obține îmbunătățirea calității și a aspectului suprafețelor.

Pentru șlefuire manuală se folosește pânză sau hârtie de șlefuit fixată în suporturi de lemn. Suprafața piesei se freacă până se obține un aspect lucios. Operația se realizează în faze succesive, folosindu-se abrazivi cu granulații din ce în ce mai mici.

Șlefuirea se poate realiza și cu ajutorul unor mașini care seamănă cu polizoarele, cu deosebirea că în locul pietrei de polizor se montează un disc de șlefuit acoperit cu pâslă sau cu piele. Se pot folosi și discuri din lemn de esență moale (plop, tei) sau din plută.

Controlul operației de finisare se realizează vizual sau prin măsurare.

Măsuri tehnice de securitate a muncii la finisare

Pentru evitarea accidentărilor care se pot produce la operațiile de finisare, se vor respecta următoarele recomandări:

- înainte de începerea lucrului cu mașinile de șlefuit, se va verifica corectitudinea montării discului de șlefuit pe ax;
- în timpul lucrului, vor fi purtați ochelari de protecție, inclusiv echipament complet de protecție;
- după terminarea operației, mâinile vor fi spălate cu multă apă și săpun.

2.1.10. Polizarea

Polizarea este operația de prelucrare prin așchiere care folosește corpuri abrazive, numite pietre de polizor.

În urma operației de polizare rezultă:

- degroșarea sau curățarea semifabricatelor;
- îndepărtarea neregularităților de pe suprafețe;
- îndepărtarea de pe suprafețe a neregularităților rămase de la alte prelucrări;
- ascuțirea sculelor așchietoare.

Operația de polizare se execută cu **polizoare**. Polizoarele pot fi: fixe și mobile.

Polizoarele fixe intră în dotarea oricărui atelier de lăcătușărie și se montează pe banc. Se folosesc pentru curățarea și fasonarea pieselor de mici dimensiuni și la ascuțirea sculelor.

O atenție deosebită trebuie acordată verificării și montării pietrelor de polizor (fig. 2.21 și fig. 2.22). Acestea sunt discuri confecționate din materiale constituite din granule abrazive legate între ele cu un liant. Pieseile abrazive se caracterizează prin: formă, dimensiune, natura abrazivului, natura liantului, structură, duritate.

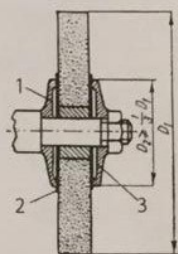


Fig. 2.21. Piatră abrazivă cilindrică
1 - flanșă fixă pe ax;
2 - garnitură din piele;
3 - flanșă mobilă.

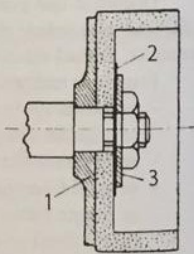


Fig. 2.22. Piatră abrazivă oală
1 - flanșă fixă pe ax;
2 - garnitură din piele;
3 - flanșă mobilă.

Operații de lăcătușărie generală

În timpul operației de polizare se poate produce spargerea pietrei de polizor din următoarele cauze:

- fisurare prin lovire din cauza depozitării incorecte;
- defecte de fabricație (structură neomogenă a pietrei sau ardere necorespunzătoare);
- echilibrare incorectă înainte de montare pe axul polizorului;
- depășirea vitezei periferice maxime admise în exploatare;
- prinderea accidentală a semifabricatelor sau a piesei între piatră și suportul de sprijin;
- împingerea violentă a piesei și contactul brusc dintre piatră și piesă la periferia pietrei.

Pentru prevenirea accidentelor care se pot produce prin spargerea pietrei, polizoarele au prevăzute carcase din tablă de oțel care protejează partea prelucrătoare a pietrei.

Pentru prelucrarea prin polizare a pieselor mari, se folosesc polizoare portabile (fig. 2.23). Polizoarele pot fi acționate prin motor electric sau prin motor pneumatic cu palet.

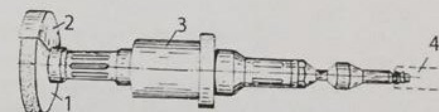


Fig. 2.23. Polizor portativ

1 - piatră de polizor; 2 - carcasă de protecție; 3 - motor de antrenare; 4 - ax flexibil.

Măsuri tehnice de securitate a muncii la polizare

Pentru evitarea accidentelor care se pot produce în timpul operației de polizare, trebuie să fie respectate următoarele reglementări referitoare la folosirea pietrelor de polizor:

- înainte de începerea lucrului cu mașinile de polizat, să se verifice corectitudinea montării pietrei de polizor pe ax;
- să se evite apăsarea bruscă între piesă și piatră;
- să se regleze periodic distanța dintre piatră de polizor și suport;
- să se poarte echipament complet de protecție, inclusiv ochelari de protecție.

Măsuri generale de securitate a muncii în atelierele de lăcătușărie

Pentru desfășurarea activității în condiții bune, cu productivitate sporită, și pentru evitarea accidentelor, personalul care lucrează în atelierele de lăcătușărie trebuie să respecte următoarele măsuri generale de tehnică a securității muncii:

- să folosească echipamentul de protecție, cerință obligatorie pentru toate activitățile desfășurate; echipamentul trebuie să fie ajustat pe corp, mânecile să fie încheiate, iar părul să fie acoperit sau legat;
- înainte de începerea lucrului, să aerisească încăperea;
- să verifice starea mașinilor periodic și înainte de începerea lucrului;
- să cunoască și să respecte normele de protecție a muncii specifice fiecărei operații;
- să nu se spele pe mâini cu emulsie de ungere și să nu se ștergă pe mâini cu cârpele folosite la curățarea mașinilor;
- după spălarea pe mâini cu benzină, să se spele în mod obligatoriu, imediat, cu multă apă și săpun.

2.2. ASAMBLĂRI NEDEMONTABILE

2.2.1. Elementele asamblării

Mașinile și instalațiile sunt produse complexe compuse dintr-o serie de elemente de asamblare.

Piesa (sau *reperul*) este elementul cel mai simplu al asamblării și se execută dintr-o singură bucată. Asupra ei nu se aplică nicio operație de asamblare.

Piesa de bază (sau *completul*) este unitatea cea mai simplă formată din două sau mai multe piese ce sunt îmbinate într-o singură piesă.

Subansamblul este o unitate de asamblare mai complexă, formată din două sau mai multe piese, dintre care una sau mai multe piese de bază sunt asamblate într-un tot unitar.

Ansamblul este unitatea de asamblare compusă din două sau mai multe subansambluri și piese, îmbinate într-un tot unitar cu un rol funcțional bine determinat.

Mecanismul este unitatea de asamblare cu rol bine determinat din punct de vedere funcțional, care intră în componența utilajului sau a mașinii, având rolul de a transmite sau de a transforma mișcarea.

Ansamblul general este reprezentat de mașina sau de instalația propriu-zisă și este format din toate elementele descrise anterior. Fiecare element participă la îndeplinirea rolului pentru care ansamblul a fost proiectat.

În general, piesele nu se montează direct în ansamblul general; întâi sunt montate subansamblurile și mecanismele, apoi, împreună cu piesele de legătură, acestea formează ansamblul general.

Un proces tehnologic de asamblare este compus din: operații, faze și mânuiri.

Asamblarea mecanică reprezintă rezultatul operațiilor tehnologice de realizare a unei legături rigide sau a unei blocări între două sau mai multe piese separate. Prin asamblare se obține un nou element rigid, adică un organ de mașină complex cu un rol funcțional bine determinat. După asamblare, elementele componente nu mai au posibilitatea deplasării relative între ele.

În practică, asamblările sunt nedemontabile și demontabile.

Asamblările pentru a căror desfacere este necesară distrugerea parțială sau totală a organului de asamblare sau a pieselor componente se numesc *asamblări nedemontabile*. În cazul acestor asamblări, piesele nu mai au posibilitatea mișcării relative unele în raport cu altele. Aceste asamblări au ca *avantaje*: costurile scăzute, simplitatea operațiilor tehnologice, forma constructivă și gabaritul redus. Asamblările nedemontabile se clasifică în: asamblări fără organ de asamblare și asamblări la care este folosit un organ de asamblare.

Asamblările nedemontabile pot fi *directe* sau *indirecte*.

Asamblările *directe* realizează direct legătura dintre piesele componente și pot fi executate prin: **sudare, poansonare, ștemuire, îndoire, crestare, strângere**.

Asamblările *indirecte* realizează legătura dintre elementele componente prin intermediul unor piese sau al unor substanțe. Acestea pot fi executate prin: **lipire, sudare, nituire**.

2.2.2. Asamblarea prin lipire

Asamblarea prin lipire este procedeul tehnologic de îmbinare nedemontabilă a pieselor metalice, folosind un material de adaos în stare lichidă.

Lipirea se bazează pe fenomenul fizic de fuziune a materialului de bază (piesa) cu aliajul de lipit. Materialul de adaos se numește *aliaj de lipit*, iar temperatura de topire a aliajului este cu minimum 50 °C mai mică decât temperatura de topire a pieselor asamblate.

Caracteristicile asamblării prin lipire sunt următoarele:

- se realizează întotdeauna cu material de adaos;
- compoziția materialului de adaos diferă de cea a materialului care se lipește;
- încălzirea pieselor se face la temperatura de topire a aliajului de lipit, deci mai mică decât temperatura lor de topire;
- nu apar tensiuni termice în piese;
- nu apar deformări datorate încălzirii și răcirii pieselor.

Operații de lăcătușărie generală

Avantajele și dezavantajele asamblării prin lipire sunt enumerate în tabelul 2.2.

Tabelul 2.2. Principalele avantaje și dezavantaje ale lipirii.

Avantaje	Dezavantaje
– nu apar fisuri și concentratori de tensiune;	– rezistența asamblării este mică, deoarece sarcinile sunt preluate de straturile de aliaj de lipire;
– datorită temperaturilor joase, nu apar tensiuni termice și nici tensiuni remanente la asamblare;	– culoarea aliajului de lipit diferă de cea a pieselor de bază;
– se pot asambla table și sârme subțiri fără a exista pericolul arderii acestora;	– are o rezistență slabă la coroziune.
– toate materialele se pot lipi, cu excepția magneziului, care nu se lipește cu aluminiul;	
– prin această metodă de asamblare se obțin piese curate, cu aspect frumos, care își mențin forma și dimensiunile, precum și precizia dimensionării;	
– nu necesită personal cu înaltă calificare.	

În funcție de temperaturile de topire a aliajului, asamblările prin lipire (în urma cărora rezultă lipiturile), se împart în:

- lipituri *moi*, la care temperatura de topire a materialului de adaos este mai mică de 450 °C;
- lipituri *tari*, la care temperatura de topire a aliajului este mai mare de 450 °C.

Lipirea moale

Prin acest procedeu se obțin lipituri care suportă solicitări mici. Pentru creșterea rezistenței, asamblările prin lipire se folosesc în combinație cu alte tipuri de asamblări: cu nituri, bolțuri, suduri sau cu fălțuiri.

Lipirea moale se aplică pieselor supuse la presiuni și solicitări de valori mici, pentru: aparatură de laborator, radiatoare, legături electrice, tehnică de calcul. De asemenea, se utilizează la asamblări de etanșare și pentru conductori electrici sau la circuite imprimate.

Lipirea se realizează cu aliaje de lipit care conțin Sn–Pb, cu adaosuri de Sb cu punctul de topire cuprins între 183 °C și 325 °C, și Ag–Pb–Sn cu punctul de topire cuprins între 235 °C și 310 °C.

Îndepărtarea oxizilor și prevenirea formării oxizilor se efectuează cu ajutorul fluxurilor pentru lipit. Fluxurile sunt compuși chimici întâlniți în următoarele variante:

- compuși *organici*: colofoniu, sacăz și stearină;
- compuși *anorganici*: acid clorhidric, clorură de zinc, clorură de amoniu (tipirig).

Din punct de vedere tehnologic, lipirea moale se realizează prin următoarele metode:

- cu ciocane de lipit;
- cu arzătoare cu gaz;
- prin rezistență de contact.

Metoda de lipire se alege ținând seama de:

- materialul și dimensiunile pieselor;
- forma îmbinării;
- tipul aliajului de lipit;
- numărul de piese lipite;
- instalațiile de lipire existente.

• Lipirea cu ciocane de lipit

Ciocanele de lipit sunt folosite pentru transportul căldurii de la sursă la locul de asamblare. Se execută din cupru, deoarece acest material este un foarte bun conductor de căldură (fig. 2.24).

Ciocanul de lipit se încălzește în partea mai groasă și nu la vârf, pentru că se poate arde. Încălzirea se face la flacăra unei lămpi cu benzină, cu spirt sau cu petrol. Pentru a se evita încălzirea repetată, se folosesc ciocane electrice la care încălzirea este continuă.

Operația de lipire se execută în următoarele etape:

- se ajustează piesele prin pilire, răzuire, netezire abrazivă;
- se acoperă cu un strat de flux, folosind un tampon de câlți sau o pensulă de păr;
- se încălzește ciocanul de lipit;
- se cufundă ciocanul în soluție de clorură de zinc și apoi în clorură de amoniu (țipirig);
- se iau cu ciocanul una sau două picături de aliaj de lipit sau se pun bucățile de aliaj pe locul de îmbinare, deplasând încet și uniform ciocanul de-a lungul îmbinării;
- ciocanul nu se ridică de pe suprafața de lipit până când nu se umple cusătura;
- după întărirea aliajului de lipit și răcirea lipiturii, se poate spăla cu apă și săpun pentru îndepărtarea fluxului (numai acolo unde este prevăzut de tehnologie). Dacă a fost folosit flux protector, această operație nu este necesară.

• Lipirea cu arzătoare cu gaz

Metoda este folosită pentru lipituri executate în locuri greu accesibile. Constă în încălzirea piesei și a aliajului de lipit cu ajutorul unui arzător compus din două țevi lipite, prin care circulă un gaz ce poate arde (acetilenă, hidrogen, metan, butan, propan, gaze naturale) și aer.

Etapele de realizare a lipiturii prin această metodă sunt următoarele:

- pregătirea pieselor pentru lipire prin curățare, degresare, prelucrarea marginilor;
- acoperirea acestora cu flux;
- încălzirea locului de lipire până la temperatura de topire a aliajului;
- apropierea barei din aliaj de lipit acoperit cu flux de locul de îmbinare;
- topirea aliajului de lipit și realizarea îmbinării.

• Lipirea prin rezistență de contact

Metoda constă în încălzirea locală și topirea aliajului de lipit așezat între piesele care se assemblează, folosind efectul termic al curentului electric. Se aplică la lipirea țevelor de radiatoare și la lipirea sculelor.

Instalația folosită este prezentată în fig. 2.25.

Etapele parcurse la această metodă de lipire sunt următoarele:

- curățarea mecanică a pieselor;
- degresarea;
- decaparea;
- fixarea în poziția de asamblare;
- cufundarea în baia de flux în stare lichidă;
- introducerea în baia de aliaj topit.

Zonele ce nu trebuie acoperite cu aliaj de lipit se protejează prin aplicarea de sticlă solubilă în amestec cu cretă sau cu miniu de plumb.

Asamblările prin lipire moale pot fi realizate:

- *cap la cap* – metodă evitată de obicei din cauza rezistenței scăzute a aliajului de lipit;
- *prin suprapunere* – suprafața de suprapunere este limitată de nepătrunderea aliajului între cele două suprafețe; lungimea de suprapunere este $l = 4-6 s$, unde s este grosimea materialului (cel mai subțire).

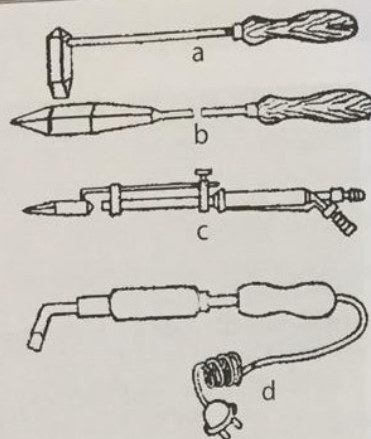


Fig. 2.24. Ciocane de lipit: a și b – simple; c – cu gaze; d – electric.

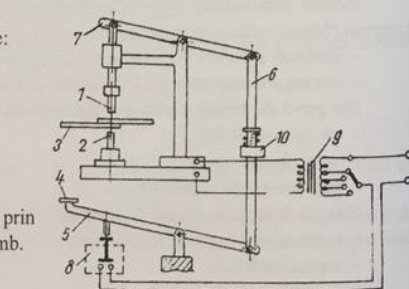


Fig. 2.25. Instalație de lipire prin rezistență de contact: 1, 2 – electrozi din cărbune sau cupru; 3 – piese de lipit; 4 – pedala de acționare pentru realizarea presiunii de contact; 5, 6, 7 – pârghii pentru transmiterea forțelor de presare; 8 – contactori; 9, 10 – transformator de curent electric.

În figura 2.26. sunt prezentate câteva soluții constructive pentru lipituri moi.

Lipirile moi prezintă caracteristici diferite, în funcție de materialul utilizat.

- **Aluminiul** se lipește în condiții mai grele, și numai în situația în care piesa este realizată din aluminiu pur sau din aliaje ce conțin 1% mangan, 1% magneziu sau 5% siliciu.

Înainte de lipire, suprafețele pieselor din aluminiu se vor curăța mecanic – cu peria din fibre de sticlă sau din oțel inoxidabil – ultrasonic sau chimic.

- **Magneziul** se lipește mai rar, iar atunci se folosesc aliaje ce conțin 60% cadmiu, 30% zinc și 10% staniu.
- **Aliajele de cupru** se lipeșc sub straturi de flux, iar după lipire se aplică un tratament de recoacere, timp de o oră.
- **Oțelul** se assemblează mai greu prin lipire, dar numai după ce suprafețele au fost bine curățate mecanic și chimic.

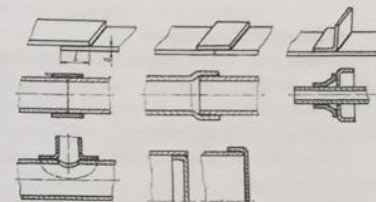
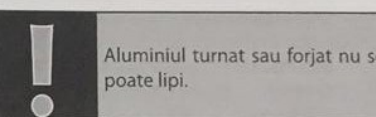


Fig. 2.26. Soluții constructive pentru lipituri moi.



Lipirea tare

Acest procedeu poate conduce la obținerea de asamblări cu cost redus, care au rezistențe mecanice mari, de până la 1.200 Mpa, la temperaturi cuprinse între 196 °C și 400 °C. Lipirea tare se aplică pieselor supuse la presiuni și solicitări mai mari decât în cazul lipiturilor moi, pentru asamblarea țevelor și a conductelor de apă, pentru conductele de ulei, aer comprimat, în instalații chimice, precum și la lipirea sculelor așchietoare.

Pentru realizarea lipiturilor tari, piesele se fixează mai întâi cu cleme, cu puncte de sudură, cu nituri, cu falțuri sau cu sârme. Aceste lipituri se aplică plăcuțelor dure din componența sculelor așchietoare, în electronică, în tehnica nucleară, în industria alimentară sau în instalațiile frigorifice.

Aliajele folosite pentru lipituri tari sunt Al-Si, Cu-Pb, Ni, Cu-Zn, precum și metalele prețioase.

Fluxurile folosite la lipiturile tari sunt: borați, fluorborați, clorați de sodiu, potasiu, litiu, acid boric, borax.

Deoarece rezistența pieselor obținute prin asamblări lipite depinde de varianta de asamblare aleasă, de cele mai multe ori lipiturile se realizează prin suprapunere.

În figura 2.27 sunt prezentate câteva asamblări prin lipire tare:

- a – ale pieselor din tablă;
- b – ale pieselor din tablă ștanțată;
- c – ale pieselor cilindrice și tubulare.

Printre metodele de realizare a lipiturilor tari amintim:

- lipirea cu flacăra;
- lipirea în baie de săruri;
- lipirea în cuptor cu atmosferă controlată.

• Lipirea cu flacăra

Operația de lipire prin această metodă cuprinde următoarele etape:

- ajustarea și curățarea suprafețelor ce urmează a fi lipite;
- acoperirea acestora cu un strat de flux (borax dizolvat în apă);
- legarea cu sârmă a pieselor, pentru a împiedica deplasarea lor în timpul lipirii;
- așezarea pieselor pe un suport (o cărămidă etc.);
- aplicarea pe locul cusăturii de bucăți de aliaj de topit;
- încălzirea locului cusăturii cu lampa cu benzină sau cu flacăra de la un arzător cu oxiacetilenă pentru sudură, pentru topirea aliajului de lipit;
- răcirea lentă a cusăturii, în atmosferă;
- înlăturarea fluxului prin fierbere, timp de 15 minute, în soluție de 10% sodă caustică, 5% ulei mineral și 85% apă;
- spălarea cu apă din abundență;
- ștergerea cu o cârpă uscată;
- uscarea.

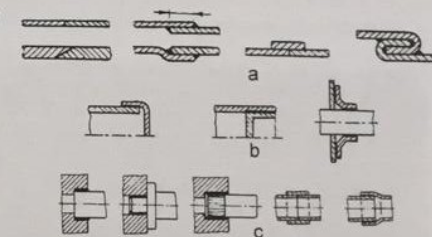


Fig. 2.27. Piese asamblate prin lipitură tare.

• Lipirea în băi de săruri

Metoda este folosită pentru aliaje greu fuzibile. La această metodă, piesele curățate și degresate se spală și se usucă bine, iar după asamblare sunt introduse în baia cu săruri topite. În această situație, nu sunt necesare fluxuri, deoarece compoziția acestor băi asigură decaparea și protecția la încălzire a suprafețelor lipite. Aliajul de lipit se topește și pătrunde în locurile de îmbinare.

Înainte de a introduce piesele în baie, acestea sunt fixate în dispozitive ce asigură poziția lor relativă.

• Lipirea în cuptoare cu atmosferă controlată

La această metodă de lipire, se parcurg următoarele etape:

- pregătirea suprafețelor de lipit prin curățare mecanică și decapare;
- fixarea pieselor ce se assemblează în poziția dorită, folosind dispozitive speciale;
- așezarea aliajului de lipit în locul de îmbinare;
- introducerea în cuptorul încălzit, la o temperatură cu 50-60 °C mai ridicată decât temperatura de topire a aliajului de lipit;
- introducerea în cuptor a gazului protector (oxid de carbon, gaz de antracit, gaze inerte, hidrogen), pentru a împiedica oxidarea suprafețelor;
- încălzirea și topirea aliajului pentru realizarea îmbinării.

2.2.3. Asamblări prin sudare

Asamblarea prin sudare este procedeul tehnologic de îmbinare nedemontabilă a pieselor metalice, folosind încălzirea locală, presiunea, șocul, cu sau fără materiale de adaos. Prin sudare se realizează o legătură atomică între piesele asamblate sau între piesele asamblate și materialul de adaos.

Datorită evoluției tehnologice în multe domenii, sudarea cunoaște o extindere din ce în ce mai mare ca procedeu de asamblare nedemontabilă, mai ales în construcțiile mecanice. Dezvoltarea controlului calității cu ajutorul defectoscopiei, cu raze Röntgen, cu izotopi radioactivi, cu ultrasunete sau cu rezonanță magnetică a dus la cunoașterea calității sudurii, dar și a posibilităților de remediere a defectelor acesteia. Cu ajutorul sudării se pot îmbina materiale metalice, sticlă, materiale plastice sau semiconductori. Totuși, există multe materiale foarte greu sudabile sau deloc sudabile.

Avantajele și dezavantajele asamblării prin sudare sunt prezentate în tabelul 2.3.

Tabelul 2.3. Principalele avantaje și dezavantaje ale asamblării prin sudare.

Avantaje	Dezavantaje
– se realizează economie de materiale și manoperă;	– la sudarea în condiții speciale, operația este costisitoare;
– se pot realiza piese cu complexitate sporită;	– la forme complicate, necesită dispozitive speciale de poziționare;
– crește productivitatea muncii;	– este dificilă detectarea defectelor sudurii;
– operațiile pot fi automatizate;	– necesită aparatură complicată pentru control și personal calificat;
– crește etanșeitatea și siguranța în exploatare.	– îmbinările sudate prezintă sensibilitate crescută la solicitări variabile.

Asamblarea prin sudare se folosește în următoarele situații:

- ca mijloc de asamblare a părților componente ale unei piese sau ale unui subansamblu;
- ca procedeu de fabricație – împreună cu alte operații, ca matrițarea sau forjarea;
- pentru executarea de recondiționări și de reparații;
- la construcții sudate mari: pentru poduri, macarale, hale industriale;
- pentru transformatoare electrice, la stâlpi de înaltă tensiune;
- pentru material rulant;
- în transporturi, la fabricarea caroseriilor autovehiculelor, la construcția de nave maritime și fluviale;

- în industria chimică și alimentară, pentru construcția cazanelor și a recipientelor sub presiune;
- în construcția de utilaje pentru industrie;
- în industria constructoare de mașini, unde înlocuiește din ce în ce mai mult nituirea;
- la recondiționarea organelor de mașini uzate sau fisurate.

Sudura este rezultatul sudării și este formată din materialele de bază ale piesei și materialul de adaos ce formează legătura dintre piese. Se poate realiza direct sau indirect.

Sudura directă se realizează fără material de adaos, direct între piesele sudate. Operația se execută prin încălzire locală și presiune.

Sudura indirectă se realizează cu material de adaos, similar cu al pieselor asamblate. Operația se execută prin încălzirea locală a pieselor de îmbinat și prin topirea materialului de adaos.

Elementele geometrice ale unei îmbinări sudate sunt cordonul de sudură și zona influențată termic.

Cordonul de sudură, numit și **cusătură**, este realizat prin topirea materialului de adaos și, parțial, a materialului piesei.

Zona influențată termic este zona de trecere dintre cordonul de sudură și materialul de bază.

Baia de sudură este topitura ce apare în procesul de sudare.

Materialul de bază este materialul din care sunt produse piesele ce trebuie îmbinate.

Sudabilitatea este capacitatea materialului de a se suda în bune condiții, fără defecte, folosind un procedeu tehnologic cunoscut.

Din punctul de vedere al sudabilității, materialele pot fi: perfect sudabile, satisfăcător sudabile, limitat sudabile, rău sudabile.

Temperatura de preîncălzire este temperatura inițială de la care începe operația de sudare, dacă înaintea operației de sudare componentele se încălzesc. Pentru a asigura proprietăți îmbunătățite cordonului de sudură, reducerea tensiunilor interne, precum și a defectelor ce pot apărea în urma procesului de sudare, temperatura la care se află componentele înaintea procesului de sudare prezintă o importanță deosebită. Dacă piesele sunt sudate fără aport termic suplimentar, atunci temperatura inițială a desfășurării procesului este temperatura mediului ambiant.

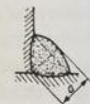
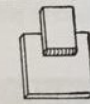
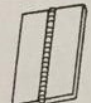
Caracteristicile îmbinării sudate sunt influențate atât de temperatura mediului ambiant, cât și de temperatura de preîncălzire.

Sudurile pot fi de mai multe tipuri, conform clasificării din tabelele 2.4. și 2.5.

Tabelul 2.4. Clasificarea sudurilor (I).

Nr. crt.	Criteriul de clasificare	Tipuri	Caracterizare
1.	Procedeul tehnologic	Sudare prin presiune	a) cap la cap: prin refulare cu scânteii b) cu margini suprapuse: prin puncte în linie
		Sudare prin topire	cu gaz cu arc electric prin turnare
2.	Scopul pentru care este realizată sudura	Sudare de rezistență	folosită la organe de mașini care preiau eforturi mari;
		Sudare de etanșeitate	nu permite trecerea fluidelor prin îmbinare;
		Sudare de încărcare	folosită la recondiționarea organelor de mașini prin aducerea la dimensiuni normale;
		Sudare specială	folosită la organe de mașini supuse la solicitări dinamice sau șocuri.

Tabelul 2.5. Clasificarea sudurilor (II).

Nr. crt.	Criteriul de clasificare	Tipuri	Reprezentare	Tipuri	Reprezentare
1.	Forma secțiunii transversale	Sudură cap la cap		Sudură în cruce	
		Sudură de colț		Sudură în găuri rotunde sau alungite	
		Sudură pe muchie			
2.	Forma suprafeței materialului de sudat	Plană		Convexă	
		Concavă			
3.	Poziția cusăturii sudate	Sudură orizontală pe tablă orizontală		Sudură orizontală pe table verticale	
		Sudură orizontală pe tablă verticală		Sudură peste cap	
		Sudură verticală pe tablă verticală			

Sudurile pentru table se aplică și altor organe de mașini, cu mențiunea că zona de sudat se asimilează cu o tablă.

La sudarea cu arc electric, este necesară o mare cantitate de căldură pentru topirea materialului piesei. De aceea, piesa se leagă la polul pozitiv și electrodul la polul negativ (legare cu polaritate directă) sau piesa la polul negativ și electrodul la polul pozitiv (legare cu polaritate inversă).

Trecerea materialului de adaos se face întotdeauna în sensul electrod – piesă, indiferent de polaritatea electrozilor. Acest lucru se realizează prin scurgerea metalului electrozilor, sub formă de picături, în zona de asamblare.

Arcul electric pentru sudare se poate defini ca o descărcare electrică stabilă între polul pozitiv și polul negativ, la densități mari de curent în mediu gazos. El se caracterizează printr-o valoare mare a densității de curent și printr-o relativ mică diferență de potențial, necesară pentru menținerea arcului. Datorită transportului de ioni de la anod la catod, anodul va apărea sub forma unui crater, iar catodul sub forma unui con. Inițierea arcului electric, numită "amorsarea arcului" se poate realiza prin lovire sau prin pendulare.

Tensiunea necesară amorsării arcului este de aproximativ 60-80V, iar tensiunea de menținere a arcului este de 40-50 V pentru electrozii de cărbune și de 25 V pentru electrozii metalici.

Utilaje de sudare. Se pot folosi surse de curent continuu și de curent alternativ. Sursa de curent trebuie să fie reglabilă și să poată produce o tensiune de amorsare a arcului electric de 50-60 V.

a. **Sursele de curent continuu** pot fi:

- surse rotative – convertizoare și agregate de sudare;
- surse statice – redresoare de sudare.

Generatorul de curent electric este antrenat de un motor electric de curent alternativ.

b. **Sursele de curent alternativ.** Pentru a obține curentul alternativ necesar, este folosit un transformator pentru sudare. Acesta este un transformator de putere monofazat ce are o tensiune secundară și care poate asigura aprinderea și arderea stabilă a arcului electric. Transformatorul are caracteristicile exterioare coborâtoare, ceea ce poate asigura variațiile regimurilor de sudare în limitele necesare.

Conductoarele electrice care alimentează electrodul și piesa au o secțiune mare și se numesc *cabluri de sudare*.

c. **Portelectrodul** are forma constructivă de clește și este folosit pentru prinderea electrodului de sudare. Are greutate mică, suprafață de prindere mare și mânerul izolat, pentru a evita electrocutarea lucrătorului.

d. **Clemele de contact** asigură legătura electrică a piesei cu sursa de curent electric. Ele nu trebuie să se încălzească și trebuie să asigure un contact bun cu piesa.

e. **Masca de sudare** are rolul de a proteja fața și ochii lucrătorului de efectele radiațiilor arcului electric. Sticla montată în locașul ce permite vizualizarea sudurii are culoare verde-închis.

Procedeele de sudare cu arc electric se pot clasifica, în funcție de *gradul de implicare al sudorului* la operațiile respective, astfel:

- sudare **manuală** – în care sudorul execută toate operațiile manual;
- sudare **semimecanizată** – în care sudura se execută manual, cu excepția alimentării cu sârmă-electrod a procesului de sudare; sârma electrod este antrenată în mod continuu în baia de metal lichid; deplasarea electrodului de-a lungul cusăturii se face constant;
- sudare **mecanizată** – în care toate operațiile de sudare se execută mecanizat, dar sudorul trebuie să supravegheze continuu procesul, intervenind și reglând parametrii de lucru în funcție de modul de desfășurare al acestuia;
- sudare **automată** – în care instalația este prevăzută cu circuit de reacție, care autoreglează parametrii regimului de sudare și poziția relativă a elementelor metal de adaos și a metalului de bază; sudorul intervine doar atunci când se defectează elementele instalației de sudare sau când este necesară realimentarea cu materiale de sudare.

După felul cum este protejat arcul electric, sudarea semiautomată și sudarea automată se pot realiza sub strat de flux sau în mediu protector de gaz.

În funcție de *modul de protecție al băii de sudură și al cordonului de sudură*, procedeele de sudare cu arc electric pot fi:

- cu înveliș aplicat pe sârma electrod;
- sub strat de flux ce acoperă arcul electric;
- cu un gaz sau cu amestec de gaze insuflate continuu în jurul arcului electric și al băii de sudură.

Baia de sudură trebuie protejată față de aerul din mediul înconjurător. Oxigenul din aer are ca efect modificarea compoziției chimice a aliajelor metalice, oxidând elementele de aliere, în ordinea afinității lor față de acest element. Oxizii rezultați au ca efect reducerea rezistenței și a plasticității îmbinării sudate. Azotul din aer formează nitruuri dure și casante, producând tendințe de rupere fragilă, precum și de apariție a porilor. Influențe defavorabile au și alte gaze conținute în aer, dintre care și hidrogenul, care contribuie la fragilizarea oțelului.

Arcul electric arde între un electrod de secțiune circulară și componentele de sudat.

În funcție de *tipul de electrod utilizat la formarea băii*, procedeele de sudare cu arc electric se mai pot clasifica astfel:

- cu electrod **fuzibil**, când acesta participă la formarea băii metalice;
- cu electrod **nefuzibil**, când acesta nu participă la formarea băii metalice.

Electrodul **fuzibil** se topește în procesul de sudare, furnizând materialul de adaos, care participă ca material depus în formarea cordonului. Învelișul trebuie să asigure: topirea uniformă a sârmei electrod, amorsarea ușoară și menținerea stabilă a arcului, protecția arcului de atmosfera înconjurătoare, alierea metalului depus, zgura ușor de îndepărtat.

Electrodul **nefuzibil** nu participă la formarea cusăturii, ci servește la realizarea arcului electric. Electrozii nefuzibili sunt confecționați din wolfram (tungsten), din cărbune sau din grafit. Electrozii de cărbune au o pondere tot mai mică în realizarea procedeele de sudare cu arc electric din cauza durabilității lor reduse.

Sudarea cu electrozi din cărbune sau din grafit are o răspândire relativ redusă.

Electrozii fuzibili utilizați în procesul sudării cu arc electric pot fi neînveliți sau înveliți.

Sudarea cu electrozi fuzibili neînveliți este un procedeu foarte rar întâlnit. Sudarea se poate utiliza numai în curent continuu, având marele dezavantaj că nu se asigură o ionizare bună a spațiului arcului electric. De aceea, stabilitatea arcului electric este scăzută. De asemenea, în zona arcului pătrund ușor oxigenul, azotul și hidrogenul din aerul înconjurător, degradând caracteristicile mecanice ale sudurii. Se poate utiliza un astfel de procedeu în condițiile unor suduri puțin pretențioase, pentru încălcări, sau în situațiile în care nu dispunem de utilaje și de electrozi de performanță.

Sudarea cu electrozi fuzibili înveliți (fig. 2.28) este procedeul cel mai larg folosit (aproximativ 60-75% din totalitatea procedeelor de sudare) deoarece, prin utilizarea arcului electric, poate fi concentrată o mare cantitate de caldură, iar operația de sudare începe din momentul amorsării arcului electric.

Sudarea cu electrozi înveliți se poate aplica la aproape toate metalele și aliajele metalice. Grosimea componentelor de sudat este de minimum 1 mm, ajungând până la cele mai mari valori posibile. Prin acest procedeu se poate suda în orice poziție.

Electrodul învelit este deplasat în lungul componentelor de sudat cu viteza de sudare v_s (fig. 2.29). Arcul electric se menține între capătul electrodului și componentele de sudat, electrodul fiind fuzibil este necesară o mișcare de înaintare a acestuia cu viteza v_e spre componentele de sudat. Intensitatea curentului de sudare se stabilește în circuitul format din electrod, arc electric și sursa de sudare, iar tensiunea arcului între capătul electrodului și baia de metal topit.

Electrodul fuzibil învelit (fig. 2.30) este constituit dintr-o vergea metalică. Învelișul electrodului este constituit din mai multe substanțe protectoare: carbonați de calciu, magneziu și bariu; substanțe organice: amidon, celuloză etc. Aceste substanțe au rolul de a produce gaze a căror presiune protejează baia de sudură împotriva pătrunderii unor elemente din mediul înconjurător (în special oxigenul, hidrogenul și azotul); ele se combină cu elementele nedorite din baia de sudură, în special cu sulful și fosforul, precum și cu unele gaze ajunse sub presiunea arcului în baia de metal topit.

Pentru curent alternativ, se folosesc numai electrozi înveliți, pentru o mai bună protecție împotriva acțiunii azotului și a oxigenului atmosferic.

Echipamentele de sudare pentru acest procedeu sunt ieftine, simple și ușor de întreținut.

Procedeul de sudare cu electrozi înveliți are și unele *dezavantaje* atât de natură economică, cât și legate de productivitatea muncii. Gradul de utilizare al materialului de adaos este dintre cele mai reduse, de mai puțin de 65%, din cauza schimbării frecvente a electrozilor. De obicei, capătul prins în cleștele portelectrod se pierde. Din acest motiv, în multe situații în care există posibilitatea tehnică și economică, sudarea cu electrozi înveliți este înlocuită cu o sudare mecanizată. Schimbarea frecventă a electrozilor îngreunează desfășurarea continuă a procesului de sudare, scade productivitatea muncii și creează cratere care duc la concentratori de tensiune.



Fig. 2.28. Sudarea cu electrozi înveliți.

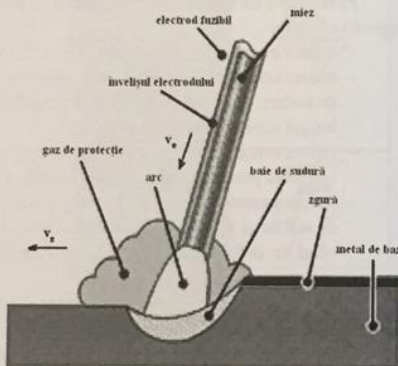


Fig. 2.29. Schema sudării cu electrozi înveliți.

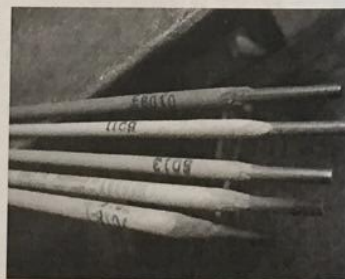


Fig. 2.30. Tipuri de electrozi.

Operații de lăcătușărie generală

În funcție de *natura curentului electric*, sudarea cu arc electric se poate realiza astfel:

- în curent *electric alternativ*, când sursa de curent este un transformator de sudare;
- în curent *electric continuu*, când sursa de curent poate fi un convertizor sau un redresor de sudare. Sudarea în curent continuu poate fi: cu polaritate directă (când electrodul este legat la polul negativ), cu polaritate indirectă (când electrodul este legat la polul pozitiv)

O calitate superioară sudării manuale se obține prin **sudare automată sub strat de flux**, prin care se realizează cusături drepte, de lungime relativ mare, sau cusături circulare, orizontale, puțin înclinate (fig. 2.31).

Pentru sudarea sub flux se folosesc următoarele materiale de adaos:

- a. fluxuri de sudare;
- b. sârme de sudare.

a. **Fluxul** este materialul de adaos sub formă de granule sau pulbere, care se depune în fața procesului de sudare și sub care arde arc electric. Fluxurile au următoarele roluri:

- asigură ionizarea mediului și menținerea arcului electric;
- asigură protecția băii de sudură față de aerul atmosferic;
- asigură protejarea cusăturii față de răcirea bruscă, prin zgura topită ce învelește metalul depus;
- reacționează cu metalul depus în stare topită, transferându-și o parte dintre elementele de aliere;
- extrage din metalul depus elementele dăunătoare ca: sulf, fosfor, azot, hidrogen;
- elimină gazele formate la sudare printre granulele de flux;
- asigură o formă rotunjită suprafeței libere a cusăturii datorită tensiunii superficiale în zgura topită;

Pentru realizarea condițiilor menționate, fluxurile trebuie să îndeplinească următoarele caracteristici:

- zgura produsă să aibă densitatea mai mică decât a materialului cusăturii, pentru a se ridica deasupra acestuia și a proteja îmbinarea;
- temperatura de topire și de solidificare să fie aproximativ aceeași cu a materialului ce se sudează;
- intervalul de solidificare să fie cât mai scurt, pentru a proteja metalul depus în curs de solidificare sau pentru a evita curgerea gravitațională a acestuia;
- zgura trebuie să fie compactă și suficient de fluidă pentru a da posibilitatea degazării băii de metal topit.

b. **Sârmele** de sudare pline se produc în gama de diametre: 2; 2,5; 3,2; 4; 5; 6; 8; 10; 12 mm. Suprafața sârmei este de obicei cuprată, pentru a asigura protecția anticorozivă și îmbunătățirea contactului electric prin piesa de contact a capului de sudare. Sârmele se livrează în bobine de dimensiuni normalizate. Compoziția chimică a sârmelor se alege în funcție de metalul de bază care se sudează, precum și de fluxul folosit. Sârmele se pot clasifica în funcție de nivelul de aliere, conform STAS 1126-76, în:

- sârme nealiat și slab aliate pentru sudarea oțelurilor-carbon, a oțelurilor slab aliate și cu limită de curgere ridicată;
- sârme mediu și înalt aliate pentru încălcarea prin sudare;
- sârme înalt aliate pentru sudarea oțelurilor inoxidabile și refractare.

În funcție de *numărul sârmelor-electrod* folosite în procesul de sudare, sudarea sub flux poate fi:

- a. cu o singură sarmă-electrod;
- b. cu două sârme-electrod: se poate realiza cu arce independente, cu arce gemene și cu arc înseriat. Sudarea cu arce independente se poate realiza în aceeași baie sau în băi separate, în funcție de modul în care materialul de adaos provenit din arc electric, trece în material depus, solidificându-se simultan în cadrul băii comune a celor două sârme-electrod sau separat.
- c. cu mai multe sârme-electrod – mai rar.

Din punctul de vedere al *materialului de adaos* folosit, sudarea sub strat de flux se poate desfășura:

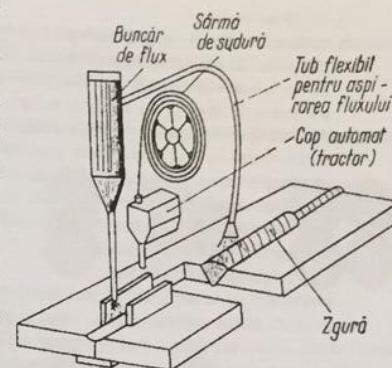


Fig. 2.31. Sudare automată sub strat de flux.

- a. cu *sârmă*-electrod;
- b. cu *bandă* electrod – această sudare este folosită de obicei pentru operațiile de depunere a straturilor speciale pe materialul de bază al construcției sudate. Banda electrod este antrenată în baia de sudură, prin intermediul unui mecanism de avans cu role late. Fluxul este depus atât înaintea procesului, cât și după procesul de sudare, pentru acoperirea întregii lățimi a băii de sudură. Arcul electric arde între o porțiune a benzii și materialul de bază, deplasându-se permanent pe lățimea benzii de sudură. Procedul se caracterizează printr-o mare productivitate și prin obținerea unor suprafețe de material depus relativ uniform.
- c. cu *sârmă*-electrod și cu *material de adaos suplimentar* – se disting sudarea cu sârmă suplimentară și sudarea cu pulbere metalică. Aceste procedee de sudare, cu material de adaos suplimentar, se caracterizează prin:
 - productivitatea mărită a procedurii de sudare;
 - randamentul depunerii crescut;
 - zona influențată termic redusă;
 - intensitatea curentului relativ mică față de cantitatea mare de metal depus.

Sudarea cu sârmă suplimentară se caracterizează prin introducerea în zona arcului de sudare, la sudarea cu o singură sârmă, a unei noi sârme, care se topește sub acțiunea căldurii degajate de arc electric.

Sudarea sub strat de flux prezintă următoarele *avantaje*:

- cusătura este mai omogenă și mai uniformă datorită mecanizării procedurii;
- productivitatea procedurii este mai ridicată față de sudarea manuală;
- consumurile energetice sunt cu 30-40% mai reduse la aceeași cantitate de material depus, cu toate că intensitatea curentului de sudare este mai mare;
- curentul de sudare este mai mare decât la sudarea cu electrod învelit la același diametru al sârmei electrod;
- procedul asigură o foarte bună protecție contra pătrunderii aerului în zona arcului electric prin stratul de zgură topită, precum și prin stratul de flux, în care sunt înmagazinate gazele procesului de sudare;
- cantitatea de fum degajată în urma procesului este mică;
- gradul de folosire al materialului de adaos și al sârmei electrod este foarte mare.

Principalele *dezavantaje* ale sudării sub strat de flux sunt următoarele:

- se pot suda eficient numai cordoane drepte și circulare cu diametrul relativ mare. Lungimea cordoanelor trebuie să depășească cel puțin 1 m, pentru ca sudarea să fie eficientă
- pe cusătura de sudură rămâne zgură, care trebuie îndepărtată, ceea ce impune operații suplimentare pentru evacuarea ei, pentru curățarea suprafeței metalului de sudat
- arc electric nu poate fi supravegheat și, ca atare, este necesară prelucrarea precisă a componentelor pentru ca materialul depus să fie așezat corect în rostul de sudură;
- se sudează în mod curent oțeluri, nealiat, cu puțin carbon și oțeluri aliate. Se mai sudează uneori oțeluri inoxidabile sau materiale neferoase cum ar fi: Ni, Cu și aliajele de tip monel. Se pot suda, fără prelucrarea rostului, grosimi de până la 15 mm și, cu prelucrarea în V a rostului, grosimi de până la 25 mm. Se poate suda atât în curent alternativ, cât și în curent continuu.

Tehnologia sudării cu arc electric cuprinde următoarele *etape*:

1. alegerea diametrului electrozilor și a valorii parametrilor de sudare

- pentru sudarea stratului de rădăcină: electrozi cu diametre mici (2,5 mm sau 3,25 mm). Alegerea diametrului electrodului trebuie să fie corelată cu dimensiunile efective ale rostului.
- pentru executarea straturilor de umplere a rostului: electrozi cu diametru mai mare (4 mm sau 5 mm) sau electrozi cu înveliș gros cu pulbere de fier în înveliș.

Recomandările sunt valabile în cazul îmbinărilor sudate cap la cap și al îmbinărilor sudate de colț. În funcție de tipul învelișului electrodului, se stabilesc natura și polaritatea curentului de sudare (curent alternativ sau continuu). În cazul curentului continuu, acesta poate fi cu polaritate directă, adică electrodul este legat la polul negativ al sursei, sau cu polaritate inversă, adică electrodul este legat la polul pozitiv al sursei.

- *Curentul de sudare* (I_s) depinde de tipul și diametrul electrodului, de poziția de sudare, de felul trecerii, de grosimea componentelor etc.
- *Tensiunea arcului* (U_a) depinde de lungimea arcului, de tipul învelișului electrodului, de curentul de sudare, de diametrul electrodului etc.
- *Viteza de sudare* (V_s) depinde de metalul de bază, de aria trecerii, de tipul și diametrul electrodului, de poziția de sudare etc.

2. pregătirea materialelor înainte de sudare

Pregătirea constă în curățarea locului care se îmbină prin sudare de oxizi, rugină și pete de grăsime. Această curățare se poate realiza prin sablare (cu peria de sârmă), prin așchiere sau prin tăiere termică.

3. aprinderea și conducerea arcului

În funcție de poziția în spațiu a sudurilor, electrodul trebuie ținut într-o poziție corespunzătoare, adică operatorul trebuie să țină cont că poziția electrodului trebuie să fie înscrisă într-un plan perpendicular pe suprafața băii de metal necesară realizării sudurii.

Sudarea manuală cu arc înecat (cu arc scurt) se execută cu electrozi cu înveliș gros, greu fuzibil. La acest procedeu productivitatea este mai mare.

Electrodul are învelișul mai gros, metalul se topește mai ușor, iar în vârful electrodului se formează o scobitură în interiorul căreia se dezvoltă arc electric. În această situație, căldura arcului este transmisă direct și, astfel, mai profund, rezultând și topirea metalului piesei. De aceea, consumul de electrozi este mai mic.

Un alt procedeu de sudare este sudarea cu fascicul de electrozi. Operația se execută prin legarea împreună a mai multor electrozi, iar după prinderea lor în portelectrod sudarea se execută la fel ca la sudarea cu un electrod. Fasciculul de electrozi poate arăta ca în fig. 2.32.

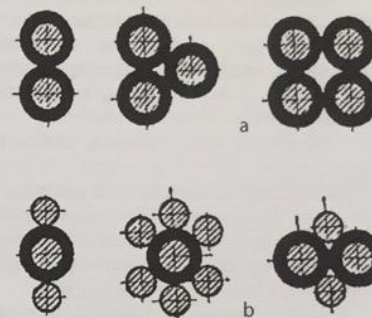


Fig. 2.32. Fascicule de electrozi: a – cu electrozi înveliși; b – cu electrozi înveliși și neînveliși.

Electrozii sunt legați în fascicul prin puncte de sudură la capătul neînvelit. După ce primul electrod se topește parțial, arc trece la cel de-al doilea electrod din fascicul. Deoarece electrozii sunt pe rând străbătuți de curent electric, crește și productivitatea operației de sudare.

Sudarea automată prezintă avantajul realizării unei suduri uniforme și de mai bună calitate, adâncimea de sudură fiind mult mai mare (fig. 2.33).

Aparatul de sudură automată se compune din:

- tractorul de sudură;
- cofretul instalației de distribuție;
- transformatorul de sudură;
- șinele de ghidare;
- dispozitivele de fixare a pieselor.

Metoda automată de sudare se aplică pentru lungimi mari de sudură, atunci când accesul la locul de sudare este ușor, pentru lucrări de cazangerie și pentru sudarea grinzilor cu inima plină.

Productivitatea este de 10-20 de ori mai mare decât la sudarea manuală.

Sudarea electrică prin rezistență se caracterizează printr-o încălzire puternică care se produce în ambele piese, urmare a trecerii curentului electric.

Materialul trece în stare plastică și apoi se topește local. Prin apăsarea locală a pieselor se produce sudura locală. Prin această metodă, sudarea pieselor se poate face:

- prin puncte;
- cap la cap;
- în linie.

Sudarea cap la cap se aplică pentru buloanele de ancorare, șinele de la căile de transport sau tiranți.

Sudarea prin puncte se utilizează pentru table subțiri până la 10 mm și se folosesc electrozi metalici fixați în cleștii mașinii de sudat prin puncte. Productivitatea este destul de bună, prin acest procedeu putându-se realiza în jur de 2.000 de puncte pe minut.

Metoda se folosește în general pentru sudarea platbandelor sau a profilurilor matrițate și a casetelor de protecție a mecanismelor podurilor rulante.

Sudarea oxiacetilenică se caracterizează prin obținerea căldurii necesare pentru sudare prin arderea acetilenei în oxigen.

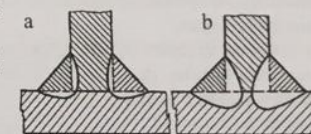


Fig. 2.33. Comparatie între sudura manuală și automată: a – sudură manuală; b – sudură automată.

Aparatul de sudură este format din:

- cap de sudură;
- generator de acetilenă;
- butelie de oxigen.

La sudura oxiacetilenică se produc modificări structurale în zona sudurii și, de aceea, procedeul este folosit numai pentru construcții metalice secundare sau pentru construcții din elemente subțiri ce nu pot fi sudate electric.

Defectele pot apărea atât în sudură, cât și în zonele vecine sudurii.

Cauzele apariției defectelor pot fi: forma constructivă necorespunzătoare, asamblarea greșită a elementelor componente ale ansamblului, nesudabilitatea metalului de bază, alegerea greșită a materialului de adaos, aplicarea greșită a tehnologiilor de sudare, incompetența sau neglijența sudorului.

La exterior, sudura trebuie să aibă un aspect lucios, cu solzi mărunți, uniform repartizați, de o formă ușor bombată în cazul sudurilor cap la cap și plană sau ușor concavă la sudurile în colț. Sudura trebuie să fie de aceeași lățime pe toată lungimea îmbinării sudate.

Defectele de natură geometrică ale îmbinării sudate (fig. 2.34) sunt cauzate de alegerea incorectă a parametrilor tehnologici și de nerespectarea acestora. Aceste defecte sunt:

- **fisurile** – produse de fenomenele tenso-termice ale materialului cordonului îmbinării sudate;
- **porii, denivelările și găurile** produse în suprafața liberă a cordonului de ruginirea marginilor componentelor, de umezirea învelișului, de petele de ulei sau de vopsea, de răcirea prea rapidă a materialului depus;
- **lipsa de topire a materialului de bază** – cauzată de o curățare incorectă a rostului, de o deschidere insuficientă a rostului sau de un diametru prea mic al electrodului.

Deformații și tensiuni remanente din asamblările sudate

Din examinarea cu ochiul liber sau cu un instrument optic a unei îmbinări sudate, se observă aspectul materialului de bază, forma cordonului de sudură, zona influențată termic (fig. 2.35). Analiza macroscopică permite alegerea zonelor din piesa studiată care va fi supusă ulterior unei analize microscopice mai amănunțite.

Tensiunile remanente apar în piesele sudate din cauza variațiilor de temperatură din timpul operației de sudare.

În cazul încălzirii și al răcirii uniforme în tot corpul piesei și în cazul în care dilatarea și contracția piesei sunt libere, modificările produse sunt reversibile. În realitate, aceste condiții nu sunt îndeplinite.

În timpul operației de sudare, încălzirea locală depășește limita de elasticitate a materialului, trecând în domeniul plastic, astfel încât, după răcire, vor exista deformații și tensiuni remanente.

Tensiunile produse în plan perpendicular, care apar în tablele subțiri după răcire, pot fi neglijate, dar rămân tensiunile în lungul cusăturii și perpendiculare pe cusătură în planul tablelor. Dacă nu sunt provocate de o încărcare exterioară, aceste tensiuni rămân în echilibru.

Valoarea tensiunilor remanente depinde de:

- procedeul de sudare;

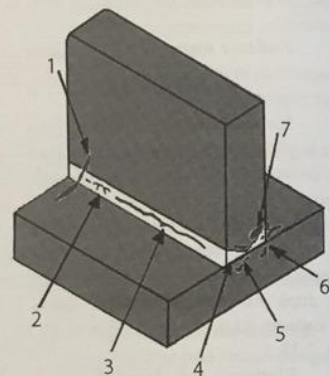


Fig. 2.34. Defecte ale îmbinărilor sudate:
1 - fisură transversală, 2 - crater, 3 - fisură longitudinală, 4 - linie de fuziune, 5 - rădăcină, 6 - defect inferior, 7 - defect superior.



Fig. 2.35. Macroscopia unei îmbinări sudate:
1 - materialul de bază; 2 - zona influențată termic la sudare; 3 - cordonul de sudură (atac cu nital 5%).

Operații de lăcătușărie generală

- regimul de sudare;
- calitatea materialului;
- forma pieselor sudate;
- dimensiunile pieselor sudate;
- rigiditatea ansamblului și a construcției în totalitate.

În vederea evitării **deformațiilor** și a **tensiunilor remanente**, se recomandă:

- a) respectarea cu strictețe a succesiunii operațiilor de executare a cusăturii;
- b) așezarea corectă a pieselor care se sudează (se recomandă ca în timpul încălzirii, dar și al răcirii, deplasarea pieselor să se facă liber, pentru a se respecta forma și planitatea piesei);
- c) deformarea pieselor în sens opus, pentru a reveni la forma inițială, piesele primind o deformație inițială, de sens contrar, realizată pe cale mecanică sau prin încălzire cu flacăra;
- d) fixarea rigidă a pieselor care se sudează, realizată cu dispozitive ce împiedică deformațiile, mai ales la sudarea pieselor fabricate în serie. În acest caz, piesele își păstrează forma, dar rămân cu tensiuni remanente ce trebuie îndepărtate prin diferite procedee;
- e) preîncălzirea pieselor, cu scopul reducerii tensiunilor ce pot apărea în urma sudării. Stabilirea temperaturii de preîncălzire se face în funcție de conținutul de carbon al oțelului;
- f) detensionarea pieselor, aplicată pieselor cu grosimi mari, realizată prin încălzirea lor până la temperatura de 600-650 °C, cu o viteză de 500 °C/h și cu menținere la această temperatură timp de 2 minute pentru fiecare milimetru de grosime a tablei.

Pentru realizarea sudurilor în cele mai bune condiții, se fac următoarele **recomandări**:

- se va folosi un număr cât mai mic de cordoane de sudură;
- se vor evita sudurile întrerupte în raport cu sudurile continue. Sudurile întrerupte se realizează de obicei pentru rigidizări (punctări), prindere provizorie etc. Transformarea mai multor suduri scurte în una lungă creează posibilitatea mecanizării operației de sudare și reduce concentratorii de tensiune. La sudurile întrerupte există pericolul coroziunii între elementele îmbinate;
- se vor evita sudurile în cruce, pentru că sunt mari concentratoare de tensiuni interne și creează stări de solicitare, care duc la fisurare și fragilizare;
- la realizarea cusăturii cap la cap sau de colț supraînălțarea acestora va fi cât mai mică posibil, pentru că, odată cu creșterea supraînălțării, crește coeficientul de concentrare al tensiunilor și costul sudării provocate de surplusul de material de adaos, precum și deformațiile suplimentare ale îmbinării sudate;
- în vederea reducerii cantității de prelucrări mecanice sau termice pentru confecționarea rostului, precum și a reducerii cantității de metal depus, se vor înlocui:
 - rosturile în formă de V cu rosturile în formă de I, acolo unde este posibil, apelând la procedee de sudare cu pătrundere adâncă;
 - rosturile *duble* prin rosturi *simple*, în forma jumătăților de rost.
- se va avea în vedere ca realizarea structurilor sudate să se execute pe subansambluri, ceea ce conferă următoarele **avantaje**:
 - mai mulți lucrători pot lucra simultan;
 - accesul este mai ușor în zonele unde se sudează;
 - deformațiile și tensiunile reziduale scad;
 - se pot aplica detensionări pe subansambluri;
 - controlul îmbinării sudate se face mult mai ușor.
- în vederea obținerii unei suduri de bună calitate, componentele îmbinărilor sudate trebuie pregătite în prealabil (prin uscare, periere sau polizare de rugină, degresare de uleiuri, îndepărtare a impurităților).

Controlul îmbinărilor sudate se face atât preventiv, cât și în timpul execuției, fiind urmat de un control final. Controlul preventiv constă în: verificarea calității materialelor folosite, verificarea utilajelor de sudare și a aparatelor de măsură, verificarea dimensională a reperelor, a rosturilor și a curățării acestora, verificarea sudabilității materialelor.

Controlul în timpul execuției urmărește: verificarea regimurilor corecte de sudare, verificarea depunerilor rândurilor și straturilor de sudură, încercări mecanice ale îmbinării sudate (tracțiune, reziliență, îndoire, duritate, oboseală).

Controlul final urmărește dacă îmbinarea este corespunzătoare și dacă nu prezintă defecte interne.

Norme tehnice de securitate a muncii specifice la sudare

Nerespectarea normelor de tehnică a securității muncii la sudarea cu arc electric poate produce numeroase accidente, ca: electrocutări, incendii, arsuri cauzate de scântei și picăturile de metal și zgură, îmbolnăviri ale ochilor, arsuri ale pielii provocate de radiațiile arcului electric, intoxicații cu gazele și fumul degajat.

Trebuie să fie respectate următoarele recomandări:

- toate locurile de sudare (fig. 2.36) trebuie să fie protejate cu paravane, iar la intrări se va scrie **SE SUDEAZĂ, PERICOL DE ORBIRE** etc.
- sudorul trebuie să poarte echipamentul de protecție necesar (mănuși, șorț, bocanci și ghete din piele sau jambiere), care îl protejează contra electrocutărilor și, totodată, contra stropilor de metal și de zgură (fig. 2.37);



Fig. 2.36. Loc de sudare.

- după instalarea la locul de muncă, toate aparatele trebuie legate la borna de pământ. Aceste legături se execută de către electricienii odată cu instalația electrică. Înainte de punerea în funcțiune a grupului, a redresorului sau a transformatorului de sudare, sudorul, echipat, verifică dacă nu sunt scurtcircuitate, dacă legăturile din circuitul de sudare și toate contactele sunt corecte. Sudorul trebuie să cunoască instrucțiunile de folosire a aparatelor cu care lucrează și să mențină locul de muncă într-o perfectă ordine și curățenie. Capetele cablurilor trebuie să fie cositorite și numai după aceea se strâng la bornele aparatului, la clește sau la clemă de contact. Cablurile de sudare trebuie să fie în stare perfectă, fără fire legate, iar toate legăturile izolate cu banda de cauciuc; pentru prelungirea cablurilor se vor folosi numai racorduri fixe sau demontabile. Cleștele de sudare trebuie să fie perfect izolat;
- sudorului nu-i este permis să desfășoare capetele aparatelor, să execute lucrări de reparații sau legături la rețea; toate aceste operații se execută numai de către electricieni;
- la producerea scânteiilor la colectorul generatorului, sudorul va anunța organele superioare, fără ca el personal să intervină la înlăturarea defectului din aparat și a legăturilor de la rețeaua electrică. Singurele defecte pe care sudorul este dator să le înlăture sunt cele de la cablul de sudare;
- la terminarea lucrului, aparatele se vor scoate de sub tensiune, la fel și la părăsirea locului de muncă;
- transportul aparatului este interzis să se facă dacă aparatele sunt legate la rețea;
- pentru înlăturarea fumului și a gazelor arse, se vor folosi exhaustoare, ventilatoare, suflări cu aer comprimat, măști speciale etc., în funcție de felul lucrărilor;
- contra incendiilor, la locul de muncă se prevăd stingătoare cu spumă. În cazul producerii unui incendiu, sudorul întrerupe alimentarea cu curent de la tabloul de distribuție și stinge incendiul cu stingătoare cu spumă; nu se va folosi apă, deoarece se deteriorează aparatele electrice;
- cablurile de sudare trebuie să fie bine întreținute și verificate cel puțin o dată la trei zile, în special cele pentru intensități mari de curent, de peste 600 A;
- se vor înlătura contactele sau legăturile proaste care provoacă formarea arcelor electrice și se vor înlocui toate piesele defecte cu piese noi. Părțile metalice ale instalațiilor și bornele circuitelor secundare ale transformatoarelor de sudare se vor lega la pământ.



Fig. 2.37. Echipamentul de sudare.

Operații de lăcătușărie generală

2.2.4. Asamblări prin nituire

Asamblarea prin nituire este procedeul tehnologic de îmbinare nedemontabilă a două sau mai multe piese, table, profile sau piese de formă plată, cu ajutorul niturilor.

Pentru desfășurarea legăturii realizate, nitul va fi distrus fie cu dalta, fie folosind flacăra oxiacetilenică sau alte procedee tehnologice.

Nitul (fig. 2.38), organul de mașină utilizat la asamblarea pieselor, este format din:

- 1 – capul format din fabricație;
- 2 – tija cilindrică;
- 3 – capul format în timpul nituirii.

Niturile se fabrică din materiale diverse, alese în funcție de materialele pieselor ce urmează a fi asamblate și de forțele la care va fi solicitat asamblul obținut prin nituire. Pentru confecționarea niturilor, pot fi folosite: oțelul-carbon obișnuit OL 34, OL 37, alama Am 63; cupru Cu 5; aluminiul Al 99,5 etc.

Caracteristicile principale pe care trebuie să le îndeplinească materialele pentru confecționarea niturilor sunt rezistența suficient de mare la rupere și o bună plasticitate.

În industria chimică, în aviație sau în mecanica fină, pentru nituire se folosesc o serie de aliaje ușoare, având caracteristici speciale, cum ar fi: anticorodal, avional, aluman, ergol.

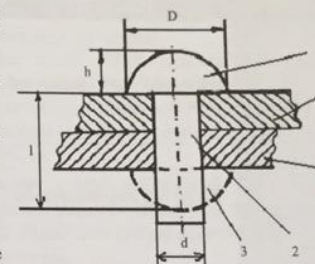


Fig. 2.38. Elementele asamblării prin nituire: nitul, tablele care se assemblează (4, 5); l – lungimea tijei nitului, h – înălțimea capului nitului, D – diametrul capului nitului, d – diametrul tijei nitului.



Pentru a putea fi realizată nituirea, prin construcție, tija nitului este mai lungă decât grosimea totală a tablelor ce urmează a fi asamblate, pentru a exista suficient material, astfel încât prin batere să se execute al doilea cap al nitului.

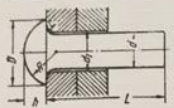
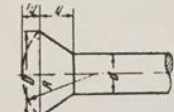
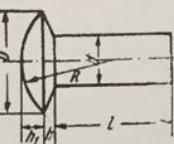
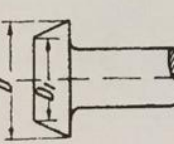
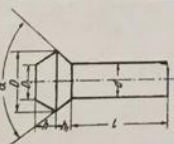
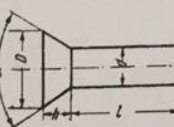
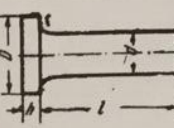
Clasificarea niturilor se face după mai multe criterii (tabelul 2.6): materialul din care sunt confecționate, forma sau destinația nitului.

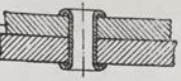
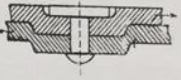
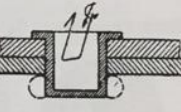
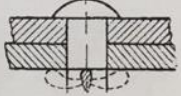
Tabelul 2.6. Clasificarea niturilor.

Nr. crt.	Criteriul de clasificare	Tipuri
1.	Materialul din care sunt confecționate	nituri de oțel
		nituri de cupru
		nituri de aluminiu
		nituri din aliaje ușoare (anticorodal, avional, aluman, ergol)
		nituri de rezistență
2.	Rolul funcțional	nituri de etanșare
		nituri de rezistență-etanșare
3.	Forma	forma capetelor provenite din fabricație
		diametrul tijei

Din punctul de vedere al *solicitării* și al *condițiilor de rezistență*, dimensiunile capătului nitului sunt condiționate de mărimea diametrului tijei. De aceea, dimensiunile niturilor confecționate din metale și din aliaje neferoase sunt stabilite prin standarde, în funcție de diametrul tijei (tabelul 2.7).

Tabelul 2.7. Dimensiunile standardizate ale niturilor.

Nr. crt.	Denumire	Reprezentare	Caracteristici
1.	Nit cu cap mare semirotund		- sunt nituri de rezistență și etanșare; - dimensiunile standardizate sunt date de relațiile: $D = 1,8d; h = 0,7d; r = 0,1d$.
2.	Nit cu cap mic semirotund		- sunt nituri de rezistență; - dimensiunile date de standard sunt: $D = 1,5d; h = 0,4 - 0,5d; r = 0,05$.
3.	Nit cu cap semiînecat		- sunt nituri de rezistență și de etanșare; - dimensiunile standard sunt: $D = 1,5d; h = 0,4d; h_1 = 0,2d$.
4.	Nit cu cap semiînecat pentru tinichigerie		sunt nituri de rezistență.
5.	Nit cu cap tronconic		- sunt nituri de rezistență și etanșare, folosite în special în construcții de rezervoare pentru fluide; - dimensiunile standardizate sunt: $D = 1,7d; D_1 = d; h = 0,7d; r = 0,1d$.
6.	Nit cu cap tronconic și semiînecat		- sunt nituri de rezistență și etanșare; - dimensiunile standardizate sunt: $D = 1,7d; D_1 = 1,1d; h = 0,7d; r = 0,1d$.
7.	Nit cu cap înecat		- sunt nituri de rezistență și de etanșare, folosite în construcții metalice la care se cere o suprafață cât mai netedă; - dimensiunile standardizate sunt: $D = 1,5d; h = 0,4d$.
8.	Nit cu cap plat		sunt folosite ca nituri de rezistență.

Nr. crt.	Denumire	Reprezentare	Caracteristici
9.	Nit tubular		- este un nit special, care se confecționează dintr-un metal moale; - este folosit pentru prindere sau pentru fixare, dar nu rezistă la solicitări mari; - este folosit în construcții de mecanică fină; - nituirea se face cu ajutorul unui dispozitiv special.
10.	Nit cu cap extraplat		pentru a mări rezistența de forfecare a nitului, tabla se îndoaie ca în figură, astfel că efortul este preluat de aceste suprafețe de sprijin.
11.	Nit ciupercă		- servește la îmbinarea tablelor în colțuri, acolo unde se pot folosi niturile obișnuite, neavând fața plană de sprijin; - este folosit în aviație și în construcții navale.
12.	Nit pahar		este folosit în cazul în care operația de nituire poate fi executată numai pe o parte; cu ajutorul unui dispozitiv de nituire special, se mărește diametrul interior al nitului, lărgindu-se partea inferioară a paharului, astfel că presează tablele și realizează asamblarea lor.
13.	Nit cu explozibil		- este folosit în cazul când operația de nituire poate fi executată numai dintr-o parte; - se folosește în construcții navale.

Îmbinările nituite sunt folosite la:

- asamblări supuse la sarcini vibratorii;
- asamblarea metalelor greu sudabile;
- asamblări de profile pentru construcții metalice;
- asamblări de piese confecționate din materiale diferite.

Asamblarea pieselor prin nituri și operația tehnologică prin care se realizează această legătură se numește **nituire**.

Asamblările prin nituire se clasifică după mai multe criterii, și anume:

- după **modul de execuție** a nituirii – nituire manuală și nituire mecanică;
- după **temperatura** la care se execută nituirea – nituire la cald și nituire la rece;
- după **modul de așezare a tablelor asamblate** prin nituire – nituire prin suprapunere (fig. 2.39) și nituire cap la cap cu eclise (fig. 2.40);
- după **numărul de rânduri** (fig. 2.41) – nituire pe un rând (fig. 2.41. a), nituire pe două rânduri în linie (fig. 2.41. b), nituire pe două rânduri în zig-zag (fig. 2.41. c);
- după **destinația nituirii** – nituire de rezistență, nituire de etanșare și nituire de rezistență-etanșare.

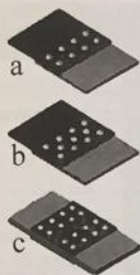
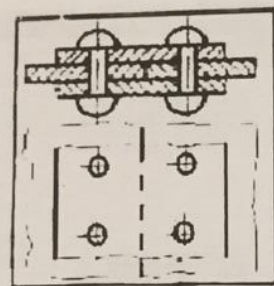
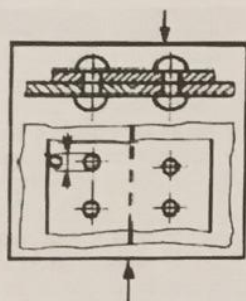


Fig. 2.39. Nituire prin suprapunere.

Fig. 2.40. Nituire cap la cap cu eclise.

Fig. 2.41. Nituire după numărul de rânduri.

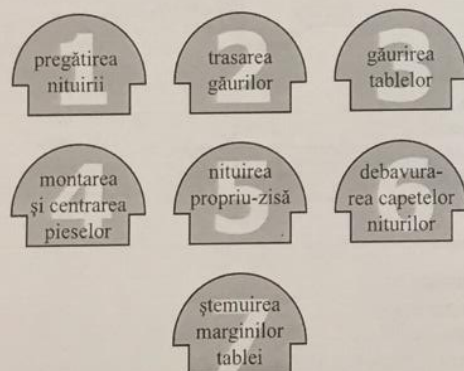
Nituierea de rezistență este aplicată acolo unde construcția este folosită pentru transmiterea de forțe.

Nituierea de etanșare este folosită pentru construcții supuse la presiuni normale, cum ar fi bazinele sau rezervoarele.

Nituierea de rezistență-etanșare este folosită acolo unde ansamblurile rezultate sunt supuse la presiuni mari, ceea ce face ca și solicitările să fie mari (de exemplu, cazanele de abur).

Pentru a evita apariția coroziunii electrochimice, se recomandă ca materialele tablelor și ale niturilor să fie aceleași sau apropiate.

Tehnologia operației de nituire cuprinde fazele prezentate în figura de mai jos.



1. **Pregătirea nituirii** constă în pregătirea sculelor și a dispozitivelor, precum și a pieselor ce urmează a fi nituite. Operația constă în curățarea suprafețelor care vor veni în contact de urmele de zgură, de vopsea, de grăsime sau de alte corpuri străine. Înainte de nituire, pe suprafețele tablelor se aplică un strat de miniu de plumb preparat cu ulei de in dublu fiert.

2. **Trasarea centrelor găurilor de nit** necesită precizie mare, pentru a se evita dezaxarea găurilor de nituri, ceea ce ar duce la ruperea lor. Poziția centrelor găurilor se marchează cu punctatorul.

3. **Găurirea tablelor** se face prin poansonare, ștanțare, cu scule speciale sau pe mașini unelte. Suprafețele găurilor de nituri trebuie să fie cât mai curate și diametrul lor trebuie să fie mai mare decât diametrul tijei nitului cu următoarele valori:

- pentru $d_{nit} = (1-5)$ mm, diametrul găurii este mai mare cu 0,2 mm;
- pentru $d_{nit} = (5-10)$ mm, diametrul găurii este mai mare cu 0,5 mm;
- pentru $d_{nit} > 10$ mm, diametrul găurii este mai mare cu 1 mm.

Pentru a obține o cât mai bună coincidență a găurilor realizate în piesele care se assemblează, se recomandă ca, atunci când este posibil, găurirea să se facă simultan, prin suprapunerea pieselor.

Dacă acest lucru nu este posibil, atunci găurile se execută separat, la diametre mai mici, și apoi sunt alezate prin suprapunerea pieselor. La găurile pentru nituri cu cap semiîncet sau înecat, acestea se teșesc cu scule corespunzătoare.

4. **Montarea și centrarea pieselor pentru nituire** se execută, în cazul nituirilor la care prinderea se face cu multe nituri, folosind domuri sau șuruburi. Pentru prinderea provizorie se utilizează chiar găurile de nituri. Intervalul de strângere inițial al tablelor poate fi de 2-3 găuri și se poate realiza și prin aparatul de nituire.

5. **Nituirea propriu-zisă** este operația de batere a capului de închidere al nitului și formarea lui prin deformare plastică.

6. **Debavurarea capetelor nitului** constă în înlăturarea, cu ajutorul unei dalte speciale, a materialului prins de capetele nitului, care rezultă din surplusul refulat de sub căpuior (fig. 2.42).

7. **Ștemuirea** constă în baterea marginii tablei, astfel încât tablele să se întrepătrundă, cu scopul realizării unei etanșeități mai mari (fig. 2.43).

Din punctul de vedere al metodelor folosite, al materialelor și al pieselor care se îmbină, nituirile pot fi:

- A. nitui manual;
- B. nitui mecanice;
- C. nitui speciale;
- D. capsarea.

A) **Nituirea manuală** cuprinde următoarele faze (fig. 2.44):

- introducerea nitului în gaură și așezarea lui cu capul pe contracăpuior;
- strângerea pieselor cu trăgătorul;
- refularea capătului tijei nitului prin batere cu ciocanul, prin lovituri axiale și radiale, pentru a obține capul de închidere de formă bombată;
- montarea căpuiorului pe capul de închidere, prin lovire cu ciocanul, pentru obținerea unei forme fasonate a capului de închidere.

Ciocanele folosite pot fi manuale sau pneumatice.

Din punctul de vedere al modului în care se aplică loviturile de ciocan, nituirile pot fi: directe, când loviturile sunt aplicate căpuiorului, și indirecte, mai rar folosite, obținute când loviturile sunt aplicate căpuiorului așezat pe capul inițial.

În acest caz, capul de închidere se formează în locul contracăpuiorului.

La operația de nituire manuală, trebuie ca loviturile de ciocan să nu fie aplicate tablelor care se montează, pentru a evita deformarea acestora. În figura 2.45. sunt prezentate metoda și dispozitivul de realizare a capului de închidere, folosind ciocanul.

Operația de nituire se poate realiza la cald, prin încălzirea nitului, sau la rece.

În cazul nituirii la cald trebuie ca diametrul găurii de nit să fie cu 1-1,5 mm mai mare decât diametrul nitului. Baterea capului de nit trebuie să fie făcută în timp corespunzător și apoi capul de nit este ținut în căpuior până la răcire, pentru a se obține o legătură rezistentă.

Sculele folosite pentru nituirea manuală (fig. 2.46) sunt următoarele:

- ciocanul de lăcătușărie;
- trăgătorul;
- căpuiorul (buterola);
- contracăpuiorul (contrabuterola).

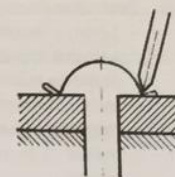


Fig. 2.42. Debavurarea.



Fig. 2.43. Ștemuirea.

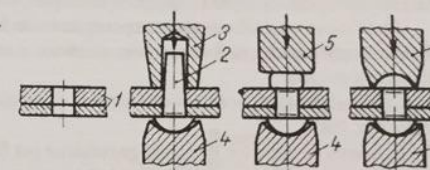


Fig. 2.44. Schema asamblării prin nituire: 1 – piese pentru nituit; 2 – nit; 3 – trăgător; 4 – contracăpuior; 5 – diferite forme de căpuior.

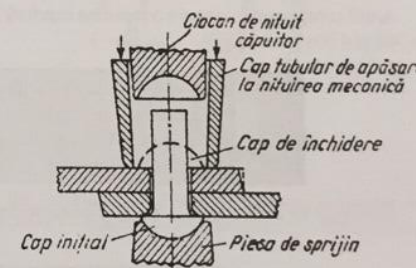


Fig. 2.45. Formarea capului de închidere.

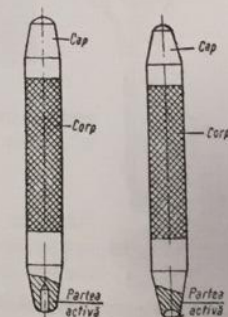


Fig. 2.46. Scule pentru nituire manuală.

Pentru a realiza o bună calitate a îmbinărilor nituite, trebuie să fie respectate o serie de **condiții**, și anume:

- pentru a împiedica deplasarea dintre piese, deci pentru evitarea forfecării, presiunea exercitată trebuie să aibă valoarea impusă de tehnologie;
- pentru ca materialul nitului să nu-și modifice calitățile, trebuie ca temperatura de încălzire a acestuia să respecte indicațiile tehnice;
- lungimea tijei trebuie astfel aleasă, încât să permită formarea capului de închidere;
- trebuie să se acorde atenție deosebită operațiilor de pregătire a niturii și în special curățării tablelor pentru nituire;
- nitul și gaura trebuie astfel alese, încât după nituire gaura să fie bine umplută;
- capul nitului trebuie astfel confecționat, încât să adere pe toată suprafața la suprafața tablelor.

(B) Nituirea mecanică se execută cu ajutorul mașinilor de nituit care formează capul de închidere al nitului prin ciocănire, prin presare sau prin rulare. Din acest punct de vedere, ele pot fi numite: mașini de nituit portabile (ciocane de nituit) sau fixe, prese de nituit și mașini de nituit prin rulare.

Clasificarea mașinilor de nituit se poate face și în funcție de modul de acționare: pneumatic, electric sau hidraulic. Mașinile de nituit portabile lucrează prin ciocănire. Acestea se folosesc doar la nituri cu tija plină și pot fi acționate pneumatic și electric.

Ciocanul de nituit pneumatic este acționat cu aer comprimat, ce transmite o mișcare rectilinie alternativă pistonului perculator (fig. 2.47).

În funcție de masa lor, ciocanele pneumatice pot fi:

- ciocane ușoare, cu masa de până la 9 kg;
- ciocane mijlocii, cu masa de 9-12 kg;
- ciocane semigrele, cu masa de 13-25 kg;
- ciocane grele, cu masa de peste 30 kg.

Aerul comprimat folosit are o presiune cuprinsă între 5 și 7 bar, iar ciocanele au o frecvență a loviturilor cuprinsă între 700 și 4.000 lovituri/min.

! Nituirea depinde de masa contracăpuitorului și nu de forța de apăsare asupra lui. În mod obișnuit, în cazul niturilor cu diametrul până la 10 mm, nituirea se execută la rece, iar în cazul diametrelor mai mari de 10 mm, nituirea se execută la cald.

Ciocanele de nituit electrice pot fi: electromecanice (fig. 2.48) și electromagnetice (2.49).

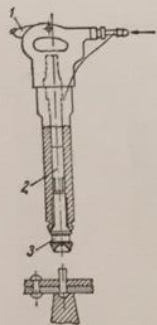


Fig. 2.47. Ciocan de nituit pneumatic: 1 - clapetă comandă aer comprimat; 2 - perculator; 3 - căpuitor.

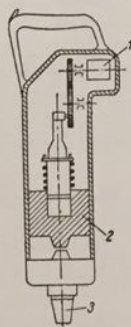


Fig. 2.48. Ciocan de nituit electromecanic: 1 - motor electric; 2 - perculator; 3 - căpuitor.

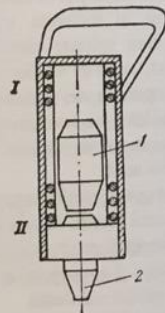


Fig. 2.49. Ciocan de nituit electromagnetic: I - bobină superioară; II - bobină inferioară; 1 - perculator; 2 - căpuitor.

Ciocanul de nituit electromecanic are în componență un motor electric, care transmite mișcarea sa de rotație unui mecanism bielă-manivelă, astfel încât mișcarea devine rectilinie alternativă, cu frecvență dorită.

Ciocanul de nituit electromagnetic are în componență bobine care își schimbă polaritatea, ceea ce face ca perculatorul să aibă o mișcare rectilinie alternativă.

În raport cu poziția pieselor și cu posibilitatea introducerii niturilor, ciocanele vor executa nituire directă sau indirectă.

Nituirea cu ciocanele de nituit poate fi:

- cu piese așezate în poziție orizontală, susținute manual, având contracăpuitorul în menghină și ciocanul susținut în poziție verticală (fig. 2.50, a);
- cu piese așezate vertical, contracăpuitorul fiind susținut manual de un alt lucrător, iar ciocanul susținut în poziție orizontală (fig. 2.50, b).

Presele de nituit sunt mașini care formează capul de închidere al nitului dintr-o singură cursă a căpuitorului. Au contracăpuitorul încorporat în structura lor, iar căpuitorul poate fi acționat pneumatic, hidraulic sau electric. Presiunea exercitată asupra nitului crește treptat. Un model de presă de nituit este reprezentat în figura 2.51.

Cu acest tip de mașini, care lucrează prin presare, se pot executa nituri cu nituri având tija plină, cu tija semitubulară și cu tija tubulară.

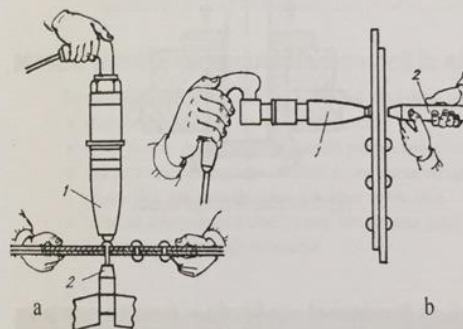


Fig. 2.50. Nituirea cu ciocane de nituit: a - nituire orizontală; b - nituire verticală; 1 - ciocan de nituit; 2 - contracăpuitor.

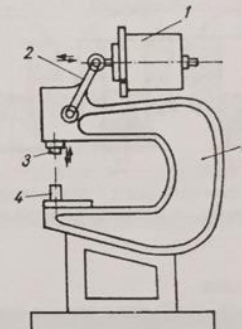


Fig. 2.51. Presa pentru nituit: 1 - acționare; 2 - pârghie de acționare; 3 - căpuitor; 4 - contracăpuitor; 5 - potcoava mașinii.

! La nituirea pe presa de nituit, refularea este foarte puternică, ceea ce face ca operația de ștemuire să fie eliminată.

La mașinile de nituit prin rulare, rola are o mișcare de rotație, prin intermediul căreia se exercită presiunea, și o mișcare de rulare. Contracăpuitorul este montat în masa mașinii, iar căpuitorul este reprezentat de rolă (fig. 2.52).

În cazul niturilor executate la cald, încălzirea niturilor are loc în cuptoare cu flacără, situație în care întregul nit este încălzit, și în instalații cu curenți de înaltă frecvență, situație în care se încălzește numai tija nitului. Temperatura la care se încălzesc niturile de oțel este de 750-900 °C. Niturile astfel încălzite se prind în clești corespunzători și se introduc în găurile elementelor de asamblat.

Niturile cu nituri care au diametre mai mari de 25 mm se execută pe mașini acționate hidraulic.

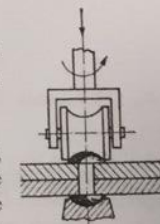


Fig. 2.52. Principiul de funcționare al mașinii de nituit prin rulare.

Nituirile mecanice au următoarele avantaje:

- nituirea se execută mai repede;
- refularea materialului se face mai bine;
- crește rezistența nituirii;
- scad costurile și crește productivitatea.

© **Nituirile speciale** sunt cele care se execută fără a folosi contracăpuitor. Operația se realizează pe o singură parte a ansamblului. Se utilizează pentru piese metalice și nemetalice, pentru piese din table subțiri.

• **Nituirea cu nituri explozibile** (fig. 2.53)

Se introduce nitul în gaură și se încălzește cu un ciocan electric până la 120 °C.

Capul de închidere se va forma prin explozia încărcăturii explozive din capul tijei.

• **Nituri cu tija dublă** (fig. 2.54)

Se folosește un clește de mână, care trage forțat tija interioară, producând deformarea capului nitului. La finalul operației, tija interioară se rupe într-o zonă de rezistență minimă.

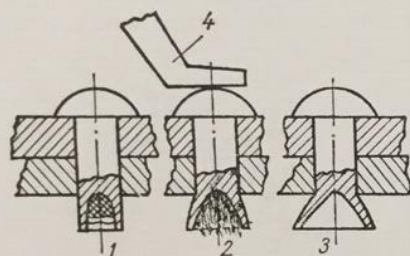


Fig. 2.53. Nituire explozivă: 1 - introducerea nitului; 2 - încălzirea; 3 - asamblarea; 4 - ciocan electric.

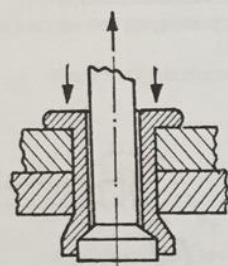


Fig. 2.54. Nituire cu tija dublă.

D Capsarea

Capsarea (fig. 2.55) este o operație asemănătoare nituirii, cu deosebirea că este folosită la materiale nemetalice (carton, materiale plastice, textile și piele). Se utilizează diferite tipuri de capse: de asamblare, de trecere.

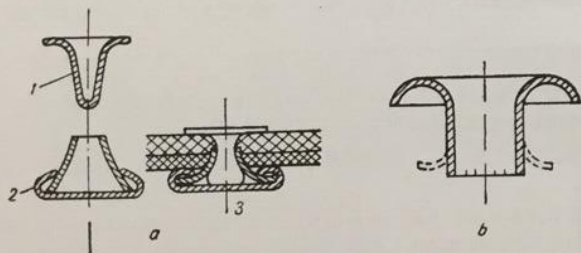


Fig. 2.55. Asamblări prin capsare: a - capse de asamblare; b - capse de trecere (1 - element cuprins; 2 - element cuprinzător; 3 - asamblare cu capse).

După operația de nituire se realizează operația de control, prin care se verifică dacă nu a apărut unul dintre defectele frecvente (fig. 2.56), și anume:

- gaura de nit nu este suficient umplută cu material din cauza presării insuficiente a capului de închidere sau a folosirii niturilor cu tija mai subțire decât cea prescrisă;
- capul de nit prezintă bavuri din cauza unei tije de nit prea lungi;
- piesele prezintă tăieturi în jurul nitului datorate unui căpuitor prea ascuțit pe margini;

- capul de închidere al nitului prezintă fisuri sau rupturi din cauza materialului nitului sau a arderii acestuia;
- capul de nit nu s-a format complet din cauza așezării incorecte a căpuitorului, a încălzirii incorecte, a tije prea scurte sau a timpului prea mare între montarea nitului încălzit și baterea acestuia;
- capul de nit nu aderă suficient la suprafața pieselor din cauza presiunii prea mici aplicate tablelor sau nitului, a ridicării bruște sau a timpului de menținere sub presiune;
- capul de nit este dezaxat față de axa tije din cauza poziționării greșite a sculelor de nituit, a deplasării acestora în timpul operației sau din cauza fixării insuficiente a pieselor.

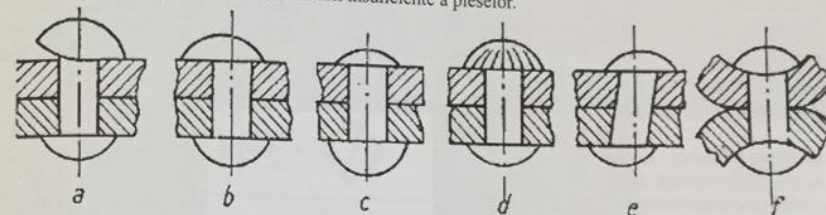


Fig. 2.56. Defecte la nituire: a - cap de închidere înclinat; b - cap de închidere deplasat; c - cap de închidere prea mic din cauza tije scurte; d - cap de închidere deformat, cu fisuri; e - nit strâmb, dezaxat; f - table deformate la nituire.

Măsuri tehnice de securitate a muncii la nituire

Pentru evitarea accidentelor, în timpul nituirii se vor respecta următoarele reguli:

- ♦ piesele de nituit să nu prezinte bavuri;
- ♦ să se poarte ochelari de protecție pentru protejarea ochilor de eventualele așchii;
- ♦ dacă se execută nituire la cald, se va purta echipament de protecție (costum de piele, mănuși, încălțăminte de protecție), iar introducerea niturilor se va face cu ajutorul cleștilor;
- ♦ când se demontează două piese nituite sau când se înlocuiesc niturile defecte, tăierea capului de nit se va face în fața unui ecran de protecție.

2.3. ASAMBLĂRI DEMONTABILE

Asamblările demontabile permit montarea și demontarea repetată a îmbinării, fără distrugerea părților componente. Aceste asamblări prezintă dezavantajul autodesfacerii sub acțiunea șocurilor și a vibrațiilor, cu efect negativ asupra funcționării mecanismelor. De aceea, se concep metode și mijloace pentru asigurarea împotriva desfacerii ansamblului.

Asamblările demontabile se clasifică în:

- asamblări filetate;
- asamblări cu știfturi;
- asamblări cu pene;
- asamblări cu arcuiri.

2.3.1. Asamblări filetate

Asamblarea prin filet este procedeul tehnologic de îmbinare nedemontabilă a două sau mai mult piese, utilizând organe de asamblare filetate, de tip șurub-piuliță. Datorită simplității și siguranței în exploatare, acest tip de asamblare este foarte utilizat în construcția de mașini.

Avantajele și dezavantajele asamblării prin filet sunt enumerate în tabelul 2.8.

Tabelul 2.8. Avantajele și dezavantajele asamblărilor prin filet.

Avantaje	Dezavantaje
– reglarea strângerii se face foarte ușor; – montarea și demontarea sunt ușoare; – dezvoltă forțe de strângere mari, aplicând forțe relativ mici; – la montare și demontare nu este necesară înlocuirea elementelor de asamblare; – elementele componente ale asamblărilor filetate sunt interschimbabile.	– introduc concentratori puternici de tensiune în zona găurilor de trecere a șuruburilor, mărind pericolul de rupere.

O asamblare filetată este formată din:

- șurub – piesa cuprinsă, filetată la exterior;
- piuliță – piesa cuprinzătoare, filetată la interior.

Elementul principal al piesei filetate este **filetul**.

• **Filetul** este un canal elicoidal prelucrat pe suprafața exterioară (pentru șurub) sau interioară (pentru piuliță) a unui cilindru.

Filetul este caracteristica principală a șuruburilor, reprezentând și o bază de clasificare a acestora.

• Șuruburile

Sunt organe de mașini folosite pentru asamblarea demontabilă a două sau mai multe piese. Ele au un cap de formă hexagonală, pătrată, semirotundă sau rotundă, și o tijă filetată parțial sau în întregime.

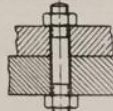
Clasificarea șuruburilor se face după mai multe criterii.

După **rolul funcțional**, șuruburile pot fi:

- șuruburi de fixare sau de strângere;
- șuruburi de etanșare;
- șuruburi pentru transmiterea mișcării;
- șuruburi de reglare;
- șuruburi de măsurare.

Din punct de vedere **constructiv**, șuruburile pot fi clasificate conform tabelului 2.9.

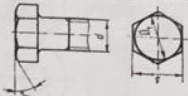
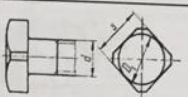
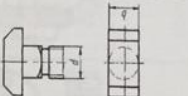
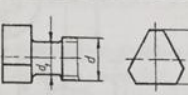
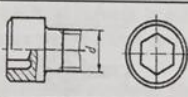
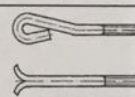
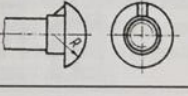
Tabelul 2.9. Clasificarea șuruburilor din punct de vedere constructiv.

Nr. crt.	Denumirea șurubului	Reprezentarea
1.	șurub cu cap preformat și piuliță	
2.	șurub la care piulița este înlocuită cu piesa de strâns – prezon simplu	
3.	șurub la care capul șurubului este înlocuit cu piulița, iar piulița cu piesa de strâns – prezon simplu	
4.	șurub la care capul șurubului este înlocuit cu piulița – prezon cu două piulițe	

În practică, șurubul este folosit ca element de transmitere a mișcării la următoarele mecanisme: cricul de ridicat, presa cu șurub, menghina, mecanisme de deplasare la mașini-unelte și de măsurare.

După **forma capului**, șuruburile se pot clasifica conform tabelului 2.10.

Tabelul 2.10. Clasificarea șuruburilor după forma capului.

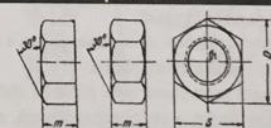
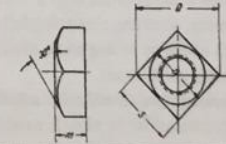
Nr. crt.	Denumirea	Reprezentarea	Nr. crt.	Denumirea	Reprezentarea
1.	șurub cu cap hexagonal		7.	șurub cu cap pătrat interior	
2.	șurub cu cap pătratic		8.	șurub cu cap semirotund crestă	
3.	șurub cu cap dreptunghiular		9.	șurub cu cap striat	
4.	șurub cu cap triunghiular		10.	șurub cu cap-inel	
5.	șurub cu cap hexagonal interior		11.	șurub cu cap răsucit	
6.	șurub cu cap semirotund				

• Piulițele

Sunt organele care, prin răsucire pe tija filetată a șuruburilor, fixează piesele. Piulițele au rolul de protecție și asigurare împotriva desfacerii asamblărilor filetate.

La fel ca și capul șurubului, piulița poate avea diferite forme constructive, prezentate în tabelul 2.11.

Tabelul 2.11. Forme constructive ale piulițelor.

Nr. crt.	Denumirea piuliței	Reprezentarea
1.	hexagonală	
2.	pătrată	

Nr. crt.	Denumirea piuliței	Reprezentarea
3.	crenelată	
4.	înfundată joasă	
5.	cu suprafața de așezare sferică	
6.	striată	
7.	rotundă	
8.	piuliță fluture	
9.	piuliță pentru canale T	
10.	piuliță inel	

Tehnologia de execuție a asamblării filetate cuprinde următoarele etape:

- se centrează piesele;
- se introduce șurubul în gaură;
- se fixează capul șurubului cu o cheie, pentru a nu se roti;
- cu mâna liberă, se montează piulița.

Dacă se realizează asamblarea unor piese cu ajutorul mai multor șuruburi și este necesar să se realizeze o strângere uniformă, montarea piulițelor sau a șuruburilor se face progresiv sau în cruce (fig. 2.57).

La acest tip de montaj, se strâng piulițele până ajung cu suprafața de sprijin în contact cu piesa, după aceea se strâng toate piulițele până la 2/3 din forța de strângere, urmând apoi strângerea finală.

O strângere insuficientă sau neuniformă a piulițelor provoacă deteriorarea asamblării sau apariția deformațiilor la piesele asamblate. Tot din această cauză, poate apărea și slăbirea etanșării asamblării. Pentru a evita acest lucru, de multe ori se folosește strângerea cu chei automate sau strângerea controlată.

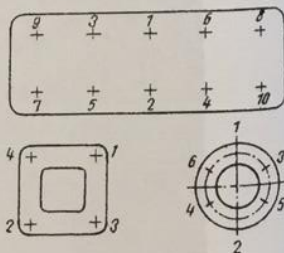


Fig. 2.57. Asamblarea cu mai multe șuruburi.

Asigurarea împotriva autodeșurubării se face în general datorită forței de frecare dintre filetul șurubului și al piuliței. Cu timpul însă autofixarea se reduce și, de aceea, este necesar să fie folosite metode suplimentare de asigurare.

În fig. 2.58 sunt prezentate câteva metode de asigurare a șuruburilor contra deșurubării. Se folosesc, în mod obișnuit, șaibele.

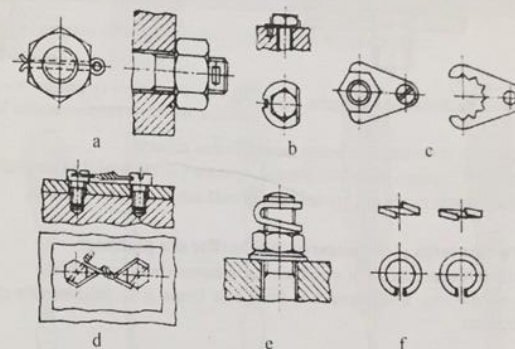


Fig. 2.58. Asigurarea șuruburilor împotriva autodeșurubării.

- a – folosirea unor șaibe de siguranță. În piuliță și în tija șurubului este practică o gaură, prin care este trecut cuiul spintecat, unindu-se astfel piulița cu șurubul;
- b – utilizarea unei șaibe de siguranță cu umeri sau cu nas. Este confecționată dintr-un material moale, care se sprijină cu capetele îndoit pe piuliță și pe piesă, împiedicând astfel mișcarea relativă a acestora;
- c – montarea după strângerea piuliței a unor chei sau plăci crestate, care îmbracă piulița și o imobilizează în această poziție;
- d – trecerea unei sârme prin capetele șurubului. Metoda poate fi utilizată la șuruburile cu cap hexagonal;
- e – folosirea unei contrapiulițe sau a unei șaibe elastice, elementul de siguranță având ca efect blocarea piuliței datorită forțelor de frecare. Când se alege soluția cu contrapiuliță obișnuită, grosimea contrapiuliței va fi egală cu grosimea piuliței, pentru ca forța de strângere să nu poată fi preluată de una dintre ele;
- f – asigurarea cu șaibe elastice (Grower).

Șaiba este un disc metalic cu gaura puțin mai mare decât diametrul exterior al șurubului, care se așază între piuliță și piesă. Se folosește atunci când suprafața piesei nu este bine ajustată, ceea ce ar provoca o așezare imperfectă a piuliței. Totodată, forța de strângere este repartizată pe o suprafață mai mare decât suprafața piuliței.

Se deosebesc patru tipuri de șaibe:

- tip A, cu gaură rotundă, pentru metale;
- tip B, cu gaură rotundă, pentru lemn;
- tip C, cu gaură pătrată, pentru metale;
- tip D, cu gaură pătrată, pentru lemn.

Asigurarea elastică duce la dispariția jocului dintre piuliță și piesa strânsă, cu o forță elastică care împinge în permanență piulița. Acest sistem se realizează prin (fig. 2.59):

- rondelă elastică din cauciuc;
- rondelă elastică rotundă;
- rondelă elastică spintecată (Grower).

În anumite situații, este necesară, mai ales în industria de aparate, asigurarea împotriva desfacerii neautorizate. Două dintre aceste metode sunt prezentate în figura 2.60.

O atenție deosebită trebuie să fie acordată asamblării cu ajutorul prezoanelor. În figura 2.61 este prezentată o astfel de asamblare.

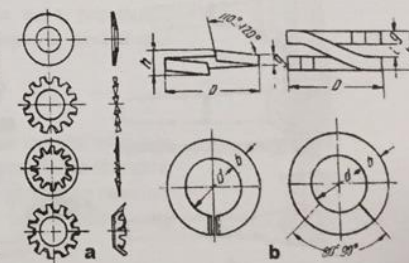


Fig. 2.59. Tipuri de șaibe: a – rondelă; b – șăibe Grower.

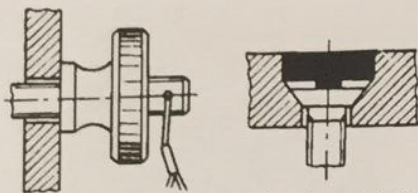


Fig. 2.60. Asigurarea împotriva desfacerii neautorizate.

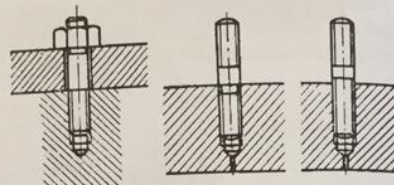


Fig. 2.61. Asamblare cu prezon: a – asamblarea; b, c – variante constructive de prezon înșurubat în corp (cu și fără degajare).

Verificarea poziției corecte a prezonului se poate face utilizând echerul.

Varianta constructivă c – fără degajare la capătul filetului – prezintă dezavantajul că șurubul nu poate fi înșurubat până la capăt, deci asamblarea va fi mai puțin rigidă, iar precizia pozițională axială nu este asigurată.

Scule folosite pentru montarea și demontarea șuruburilor și a piulițelor

Pentru montarea și demontarea șuruburilor și a piulițelor se folosesc chei și șurubelnițe.

Forma și dimensiunile **cheilor** (fig. 2.62) variază în funcție de forma și de dimensiunile capului șurubului, dar și de locul în care șuruburile sunt montate.

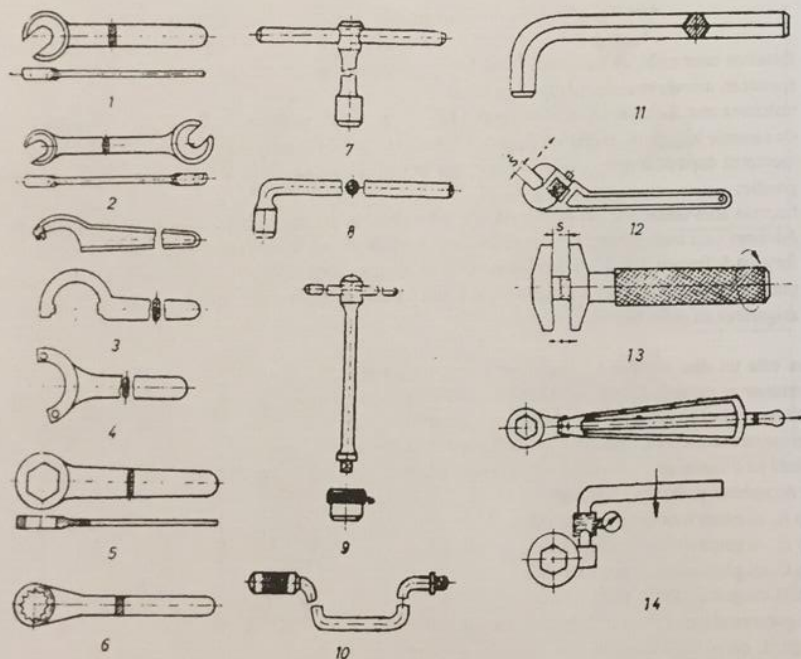


Fig. 2.62. Chei pentru demontarea șuruburilor: 1 – simplă; 2 – dublă; 3, 4 – pentru piulițe cilindrice; 5, 6 – închise plate; 7, 8 – tubulare; 9 – cu cap detașabil; 10 – cu coarba; 11 – pentru locaș hexagonal; 12, 13 – reglabile; 14 – speciale.

Șurubelnițele sunt scule folosite pentru montarea și pentru demontarea șuruburilor cu creștătură sau cu locaș în cruce. Ele pot avea forme constructive variate, în funcție de tipul, de dimensiunea și de locul în care este montat șurubul.



Șurubelnițele folosite pentru instalațiile electrice vor avea în mod obligatoriu mâner confecționat din material electroizolant.

În figura 2.63 sunt prezentate câteva variante constructive de șurubelnițe.

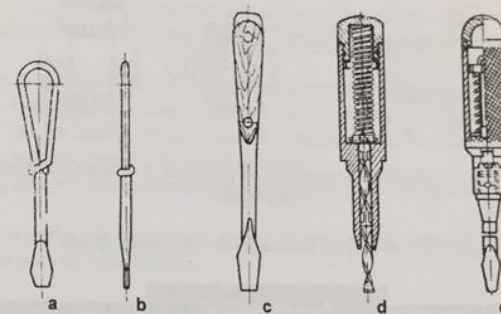


Fig. 2.63. Șurubelnițe: a, b, c – șurubelnițe universale; d, e – șurubelnițe pentru piese sub tensiune electrică.

Demontarea asamblărilor cu șuruburi se face în ordinea inversă montării:

- se scot elementele de siguranță: sârme, cuie spintecate, contrapiulițe;
- se desfac piulițele.

Dacă piulițele sunt înțepenite, se evită forțarea acestora. Pentru ușurarea desfacerii, se toarnă puțin petrol lampant pe capul piuliței, se așteaptă puțin timp, după care se va încerca din nou desfaceră piuliței. Dacă nici astfel nu se poate desface, se încearcă o înșurubare cu o rotație sau cu o rotație și jumătate și apoi se reia operația de deșurubare.

Pentru deșurubarea prezoanelor, se folosesc chei speciale de deșurubare. Cheia prezentată în figura 2.64 are următoarele componente: 1 – corp; 2 – tijă care are la un capăt filet, iar la celălalt fâlc de prindere prevăzute cu filet corespunzător celui din partea de sus a șurubului prezon. Caracteristic acestui filet este faptul că este de sens invers filetului prezonului înșurubat în corpul de bază, 3 – braț care, având sensul invers filetului prezonului inițial, va strânge fâlcile filetate pe filetul de sus al prezonului, până ce forța de deșurubare a asamblării cu corpul de bază va fi depășită, urmând apoi deșurubarea.

Controlul calității asamblărilor filetate constă în:

- controlul momentului de strângere, prin folosirea cheilor cu moment prestabilit sau a cheilor dinamometrice cu indicarea continuă a momentului de strângere;
- controlul unghiului de strângere a piulițelor, utilizând dispozitive cu raportor;
- controlul alungirii tijei șurubului sau a prezonului, prin folosirea unor dispozitive cu comparator.

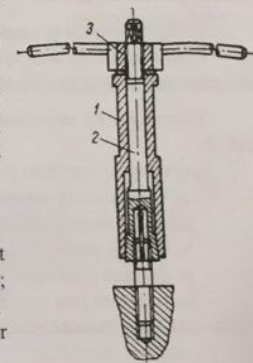


Fig. 2.64. Cheie pentru deșurubarea prezoanelor.

Măsurile tehnice de securitate a muncii la filetare

Pentru evitarea accidentărilor la operațiile de asamblare prin filetare, se vor respecta următoarele recomandări de tehnică securității muncii:

- echipamentul de protecție trebuie purtat regulamentar;
- sculele și piesele vor fi fixate bine în dispozitive înainte de începerea lucrului cu mașina;
- nu se folosesc SDV-uri care nu au mâner sau care prezintă urme de lovituri, știrbiri.

2.3.2. Asamblări prin știfturi

Asamblările prin știfturi sunt folosite pentru fixarea precisă a două piese sau ca elemente de legătură pentru transmiterea forțelor relativ reduse. În unele situații, ele pot fi utilizate și ca elemente de siguranță. Materialele folosite pentru confecționarea știfturilor sunt, în general, oțeluri tratate termic.

În fig. 2.65 sunt prezentate câteva variante de asamblări prin știfturi.

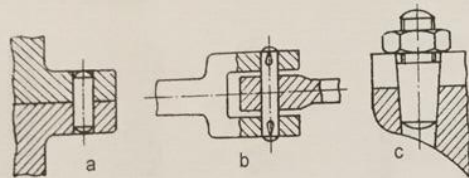
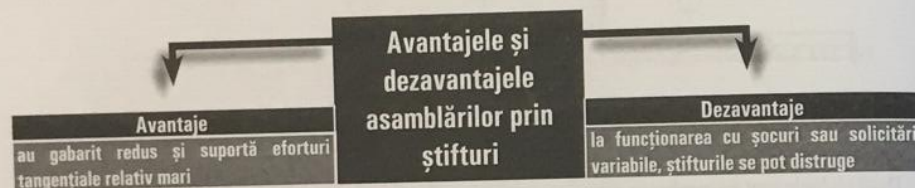


Fig. 2.65. Asamblări prin știfturi: a - știft cilindric teșit pentru fixare și centrare; b - știft de asamblare; c - știft conic de centrare cu cap filetat.

Asamblările prin știfturi prezintă avantajele și dezavantajele din schema de mai jos.



Caracteristica acestor asamblări este realizarea găurilor în care vor fi introduse știfturile. Coincidența găurilor din cele două piese de asamblat determină, într-o măsură hotărâtoare, calitatea asamblării. Din acest motiv, găurirea și alezarea găurilor se execută concomitent în ambele piese ce se vor asambla.

Utilajele, sculele și verificatoarele necesare

Pentru realizarea unei asamblări prin știfturi, se folosesc: dispozitiv de prindere, ciocane, trusa lăcătușului, pile. Ca verificatoare, se utilizează șublerul și micrometrul.

Tehnologia de asamblare prin știfturi este mai simplă decât montarea șuruburilor, parcurgându-se aceleași operații.

În general, la montarea știfturilor care assemblează două piese se parcurg următoarele etape:

- se solidarizează piesele, după ce au fost poziționate, folosind dispozitive de prindere și de fixare adecvate formei și dimensiunilor pieselor;
- se execută găurile în cele două piese;
- se alezează găurile în cele două piese;
- se montează prin presare sau batere știfturile cilindrice sau conice;
- dacă este necesar, se asigură contra desfacerii.

2.3.3. Asamblări prin pene

Asamblările prin pene au o largă răspândire în construcția de mașini și aparate, deoarece montarea și demontarea pieselor se efectuează ușor, iar organele de mașini folosite la asamblare sunt simple.

Penele se confecționează din oțel-carbon având diferite forme și dimensiuni standardizate și se montează în canale prelucrate în arbore și alezaj (butuc). Poziția reciprocă a pieselor este asigurată prin forță.

Clasificarea penelor se poate face după următoarele criterii:

După rolul funcțional, ele se grupează în:

- pene de asamblare;
- pene de reglare.

După poziția penei în raport cu organele asamblate, penele pot fi:

- transversale – care se assemblează cu axa longitudinală perpendiculară pe axa comună a pieselor asamblate;
- longitudinale – care se montează cu axa longitudinală paralelă cu axa comună a pieselor asamblate.

Penele longitudinale se mai numesc și pene paralele. Efortul se transmite numai pe fețele laterale.

Materialele utilizate pentru confecționarea penelor sunt, în general, oțeluri mai puțin rezistente: OL 32, OL 37, OL 42.

În ultima vreme, au început să fie folosite materiale plastice de tipul policlorurii de vinil, deoarece aceasta are avantajul că se poate turna direct în canalul de pană. Penele se montează în canale prelucrate în arbori și alezaje (butuci). Poziția reciprocă a pieselor este asigurată prin forță. Prelucrarea canalelor pentru pene în arbore se face prin frezare, iar a canalelor de pene în butuc prin mortezare sau broșare. Înainte de montaj, penele se ajustează, se finisează prin pilirea muchiilor și prin răzuirea suprafețelor laterale.

Cel mai des folosite sunt asamblările cu pene longitudinale și cu pene transversale.

Asamblările cu pene longitudinale se folosesc când este necesară o fixare centrică a organelor de transmisie. Ele pot fi:

- **cu strângere** (fig. 2.66, a), când se realizează îmbinarea prin presiunea exercitată de forțele superioară și inferioară ale acestora asupra fundului canalului din piesele îmbinate;
- **fără strângere** (fig. 2.66, b), când este asigurată asamblarea prin presiunea butucului și a arborelui asupra suprafețelor laterale ale penei.

Înainte de asamblare, trebuie să se verifice cu atenție lățimea penei și a canalului din arbore și din butuc, precum și paralelismul canalului de pană cu axa arborelui.

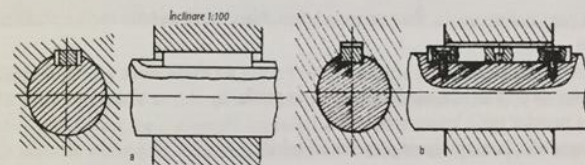


Fig. 2.66. Asamblări cu pene longitudinale: a - cu strângere; b - fără strângere.

După montaj, calitatea îmbinării realizate va fi verificată ca în figura 2.67.

Pentru a putea fi introduse mai ușor în canalul de pană și pentru a realiza un efect de strângere cu piesele care se assemblează, penele longitudinale au fețele opuse paralele sau cu o înclinare de 1/100 pe una dintre fețe.

În cazul penelor alese pentru o anumită asamblare, la verificarea dimensională se va ține seama ca acestea să aibă un adaos de 0,3-0,5 mm, necesar ajustării prin pilire. Pilirea se execută numai de-a lungul penelor, când se verifică și țesirea colțurilor penelor, pentru evitarea înțepenirii în canale.

La asamblarea cu pană de strângere, pana aderă strâns pe fundul canalului arborelui și al butucului și are joc pe fețele laterale.

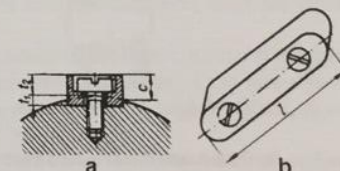


Fig. 2.67. Verificarea asamblării prin pene. a - secțiune, b - vedere.

Tehnologia asamblării cu pene longitudinale

La montarea fără strângere, penele se introduc în canalul de pană fără joc lateral, dar cu joc între pană și fundul canalului butucului. Montajul se execută cu lovituri ușoare de ciocan sau cu dispozitive speciale, iar demontarea prin lovituri cu ciocanul în capul unei tije sprijinite pe capul îngust al penei.

Penele de ghidare sau penele paralele necesită la montare ajustare. Pana se introduce în canalul de pană al arborelui, bătându-se ușor cu ciocanul de cupru sau cu dispozitive de presare, se fixează cu șuruburi, după care se montează pe arbore butucul, care nu trebuie să oscileze pe pană.

Uneori, penele longitudinale sunt prevăzute cu șuruburi de fixare. În această categorie intră asamblările cu pene paralele (fig. 2.68) și cele cu pene-disc (fig. 2.69).

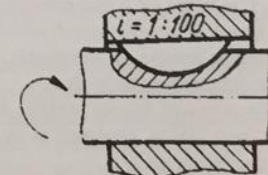


Fig. 2.68. Asamblări cu pană-disc.

Datorită simplității constructive, penele paralele se utilizează atunci când se impun condiții de coaxialitate, concomitent cu alegerea corespunzătoare a ajustajului arbore-butuc sau când se impun deplasări axiale ale pieselor asamblate.

Penele-disc se folosesc pentru transmiterea unor momente de răscucire mici sau ca pene de fixare.

Penele de lungimi mari și penele de ghidare se fixează în arbori prin șuruburi, pentru a evita smulgerea penei din canal, cauzată de apăsările laterale.

Asamblările cu pene transversale sunt folosite pentru fixarea elementelor de transmisie cu mișcare alternativă sau pentru piese imobile.

Penele transversale au formă trapezoidală, cu o înclinare pe o parte sau pe ambele părți, iar secțiunea este dreptunghiulară.

Aceste asamblări se folosesc:

- pentru fixarea rigidă a pieselor solicate la întindere sau compresiune;
- pentru reglarea poziției relative a pieselor;
- pentru asigurarea unei asamblări prin altă metodă.

Tehnologia asamblării cu pene transversale

Înainte de montaj se execută o operație de teșire a capetelor și de rotunjire a marginilor, pentru ușurarea operației de montare.

Penele transversale se **montează** prin lovire cu ciocanul în zona bazei mari, iar **demontarea** se realizează prin lovirea cu ciocanul pe baza mică a penei.

Controlul asamblării cu pană transversală constă în:

- examinarea aderenței suprafețelor de contact ale penei în locașul de pană;
- examinarea strângerii în locaș a penelor (prin lovire-ciocănire).

Penele transversale sunt utilizate mai ales la asamblarea pieselor cilindrice.

Asamblările cu pene transversale (fig. 2.70) se montează și se demontează ușor, dar necesită o prelucrare costisitoare a canalului de pană.

În figura 2.71 sunt prezentate o pană transversală de asamblare montată prin batere și forțele care apar la baterea penei.



Fig. 2.70. Asamblarea cu pană transversală.

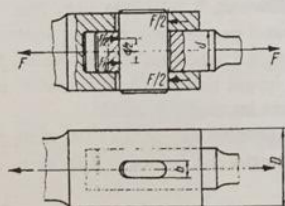


Fig. 2.71. Montajul cu împănare prin batere.

2.3.4. Asamblări cu arcuri

Arcurile sunt organe de mașini care realizează o legătură elastică între anumite piese sau subsambluri ale unei mașini. Prin forma lor și prin caracteristicile mecanice deosebite ale materialelor din care se confecționează, arcurile au capacitatea de a se deforma sub acțiunea unei forțe exterioare, preluând lucrul mecanic al acesteia și înmagazinându-l sub formă de energie de deformare. La dispariția sarcinii exterioare, energia înmagazinată este restituită sistemului mecanic din care face parte arcul.

Arcurile sunt folosite în multe domenii, cum ar fi:

- amortizarea șocurilor și a vibrațiilor (la suspensiile autovehiculelor, la cuplaje elastice, la fundația utilajelor etc.);
- acumularea de energie (la ceasuri cu arc, la arcurile supapelor etc.), care apoi poate fi restituită treptat sau brusc;

Operații de lăcătușărie generală

- exercitarea unei forțe permanente, elastice (la cuplaje de siguranță prin fricțiune, la ambreiaje prin fricțiune etc.);
- reglarea sau limitarea forțelor (la prese, la robinete de reglare etc.);
- măsurarea forțelor și a momentelor, prin utilizarea dependenței dintre sarcina exterioară și deformația arcului (la cântare, la chei dinamometrice, la standuri de încercare etc.);
- modificarea frecvenței proprii a unor sisteme mecanice.

Clasificarea arcurilor se realizează după mai multe criterii, conform tabelului 2.12.

Tabelul 2.12. Criterii de clasificare a arcurilor.

Clasificarea arcurilor			
după forma constructivă	după modul de acționare a sarcinii exterioare	după natura materialului din care este executat arcul	după forma secțiunii arcului
- arcuri elicoidale - arcuri bară de torsiune - arcuri spirale plane - arcuri în foi - arcuri inelare - arcuri disc - arcuri bloc	- arcuri de compresiune - arcuri de tracțiune - de încovoire - de torsiune	- arcuri metalice - arcuri nemetalice	- arcuri cu secțiune rotundă - arcuri cu secțiune inelară - arcuri cu secțiune dreptunghiulară (sau pătrată) - arcuri cu secțiune profilată

Tehnologia de asamblare cu arcuri este în funcție de tipul arcului.

Arcurile elicoidale au o largă utilizare în construcția de mașini și se execută din sârmă sau bare de diferite secțiuni, înfășurate după o elice, pe o anumită suprafață directoare.

La arcurile elicoidale cilindrice de tracțiune, sarcina se aplică prin intermediul ochiurilor de prindere, de forma unor cârlige, sau prin intermediul unor piese separate.

Arcurile elicoidale, cele mai răspândite în practică, se montează ușor, fără a fi nevoie de dispozitive speciale. Este necesară unei cunoașterii caracteristicii elastice a arcului, ceea ce se poate determina pe mașini speciale sau cu dispozitive speciale.

Arcul *bară de torsiune* are forma unei bare drepte, de secțiune constantă pe toată lungimea de lucru, sollicitată de momente de torsiune, date de forțe aplicate la capetele levierelor.

Caracterul de arc al acestor bare este dat de proprietățile elastice ale materialului din care sunt executate, care asigură revenirea barei la starea inițială, după încetarea acțiunii momentului de torsiune.

Pentru evitarea solicitării la încovoire a barelor de torsiune, acestea se montează în reazeme amplasate cât mai aproape de levierul de acționare.

Arcurile bară de torsiune prezintă o serie de avantaje: dimensiuni de gabarit relativ reduse; montaj și întreținere ușoare; lipsa frecărilor interioare; tehnologie de prelucrare relativ simplă; capacitate portantă mare. Ca urmare a acestor avantaje, arcurile bară de torsiune au utilizări multiple: la suspensia unor autovehicule; la cuplaje elastice; la chei dinamometrice; la aparate de măsură; la instalațiile de încercare a diferitelor mecanisme etc.

Arcurile *spirale plane* se confecționează din panglică de oțel pentru arcuri, cu secțiunea constantă, de formă dreptunghiulară sau, mai rar, de altă formă. Panglica se înfășoară după o spirală plană (spirală lui *Arhimede*). Capătul interior al arcului se încastrează în arborele de încărcare, iar capătul exterior se încastrează în carcasa aparatului. Antrenarea arcului e generată de arbore, când carcasa este fixă, sau invers.

Arcurile *lamelare* pot fi alcătuite dintr-o singură lamelă (*arcuri monolamelare*) sau din mai multe lamele suprapuse, funcționând simultan (*arcuri în foi*). Aceste arcuri sunt solicate la încovoire.

Arcurile monolamelare sunt folosite ca arcuri de apăsare, în construcția aparatelor și a instrumentelor de măsură, a diferitelor mecanisme și dispozitive, cum ar fi: unele mecanisme cu clichet, mecanismele de zăvorăre etc.

Arcurile în foi sunt compuse din mai multe lamele, de lungimi diferite, suprapuse și asamblate la mijloc cu o brățară de strângere, denumită *bridă*, astfel încât toate lamelele participă simultan la preluarea sarcinii exterioare. Ca urmare a tehnologiei de execuție relativ simple, a montării ușoare și a posibilității de a prelua sarcinile verticale și sarcinile orizontale (longitudinale și transversale), arcurile în foi sunt folosite în suspensia vehiculelor sau ca elemente de amortizare la ciocanele mecanice de forjă, la tamponale ascensoarelor etc.

Arcurile *inelare* se compun din mai multe inele exterioare și interioare, suprapuse axial, alternant, cu contact pe suprafețele conice. Ansamblul de inele este montat într-o carcasă telescopică, care permite comprimarea și destinderea axială a arcului. Aceste arcuri sunt utilizate la: tamponalele vehiculelor de cale ferată, tamponalele macaralelor, amortizoarele ciocanelor mecanice etc.

Arcurile *disc* sunt formate dintr-una sau mai multe plăci elastice inelare, de formă tronconică, supuse la sarcini axiale de compresiune; se utilizează ca arcuri tampon la instalațiile de matrițat sau ștanțat, la fundația mașinilor grele, la tamponalele unor vehicule, acolo unde trebuie preluate șocuri rare și mari sau sarcini statice foarte mari, cu deformări relativ mici.

Arcurile din *cauciuc* sunt folosite pe scară largă în construcția de mașini, datorită proprietăților deosebite pe care le au. Dintre aceste proprietăți, mai importante sunt: capacitatea mare de amortizare, construcția și tehnologia simple; costul redus; funcționarea sigură și silențioasă.

Arcurile din cauciuc sunt folosite, în general, pentru amortizarea șocurilor și a vibrațiilor, la suspensiile mașinilor, la schimbarea turației critice a unor organe de mașini, la compensarea erorilor unor lanțuri cinematice etc.

Asamblările cu arcuri servesc la imobilizarea unor piese în poziția dorită, folosind la montare efectul deformațiilor elastice ale materialelor.

În urma strângerii datorate deformației elastice asupra suprafețelor în contact, se exercită o presiune și, prin urmare, forțe de strângere. Aceste forțe generează forțe de frecare, care se opun modificării poziției relative a suprafețelor în contact.

Metoda este folosită la fixarea coroanelor bandajelor din materiale de calitate, pe discurile roților executate din materiale de calitate inferioară, la fixarea rotoarelor motoarelor electrice pe arbori sau pentru executarea altor organe de mașini.

Asamblările prin strângere pot fi:

- cu strângere proprie, adică fără organe de strângere auxiliare;
- cu organe de strângere auxiliare.

Avantajele și dezavantajele asamblărilor prin strângere cu elemente elastice (cu arcuri) sunt prezentate în schema alăturată.

Avantaje	Avantajele și dezavantajele asamblărilor cu elemente elastice	Dezavantaje
- strângerea se produce fără a se folosi elemente auxiliare, ceea ce conduce la economie de material, de gabarit și masă reduse.		- necesită precizie mare de execuție a pieselor componente; - montarea și demontarea necesită mijloace speciale și costisitoare; - în timpul executării operațiilor de demontare, piesele se deteriorează adesea.

➤ Asamblări prin strângere elastică cu strângere proprie

După procedeul tehnologic folosit, aceste asamblări pot fi presate sau fretate. (*A freta înseamnă a asambla două piese metalice prin strângere, fie prin contracția piesei cuprinzătoare, care a fost încălzită înainte de asamblare, fie prin dilatarea piesei cuprinse, care a fost răcită în prealabil*). Capacitatea portantă a asamblărilor cu strângere elastică este influențată de rugozitatea suprafețelor conjugate. (*Capacitatea portantă este încărcarea maximă suportată de un element, substructură sau structură*).

La asamblările la care presarea se produce în timpul montării, o parte dintre vârfurile rugoprofilului se deformează elastic, plastic sau chiar sunt forfecate.

În figura 2.72 sunt prezentate câteva exemple de asamblări cu strângere elastică proprie.

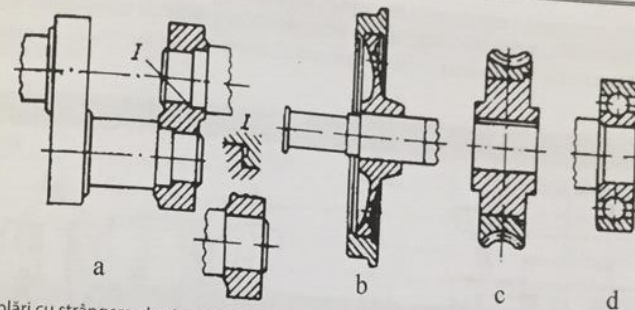


Fig. 2.72. Asamblări cu strângere elastică proprie: a - montarea arborilor cotiți; b - fixarea roții pe arbore; c - fixarea roții melcate; d - montarea rulmenților.

➤ Asamblări prin strângere cu organe de strângere auxiliare

Aceste asamblări pot fi:

- cu brățări elastice;
- prin strângere pe con;
- prin strângere cu inele sau cu ancore fretate.

• *Asamblările cu brățări elastice* se folosesc la imobilizarea pe arbori a unor manivele, suporturi, roți de transmisie. Pot fi folosite ca limitatori de cursă sau la blocarea într-un anumit interval a unor organe de mașini.

După forma constructivă, brățările elastice (fig. 2.72) pot fi:

- cu inel simplu secționat (a);
- cu inel secționat cu levier (b);
- din două semiinele simple (c);
- din două semiinele cu levier (d).

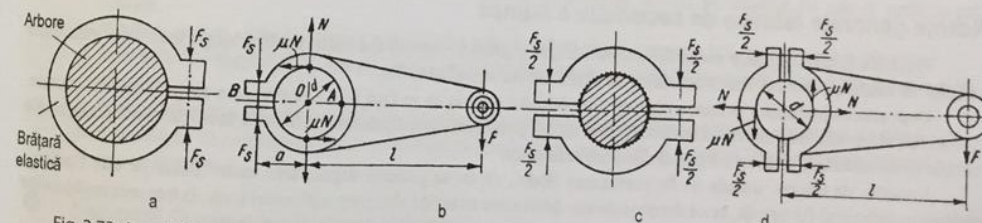


Fig. 2.73. Asamblări cu brățări elastice: F , F_s - forțe care produc strângerea; μ - coeficient de frecare, N - forțe normale.

Brățările elastice se execută din oțel laminat, forjat, matrițat sau turnat, precum și din fontă pentru strângeri mici și funcționare fără șocuri.

Brățările au partea interioară de prindere alezată, partea exterioară nefiind totdeauna prelucrată.

Strângerea se realizează cu șuruburi cu sau fără piuliță.

• *Asamblările prin strângere pe con* se folosesc pentru fixarea pe arbori a unor roți, volanți sau pârghii.

Se pot monta și demonta ușor. Transmiterea mișcării se face prin forța de frecare F_r , dată de strângerea dezvoltată de șurub (fig. 2.74).

• *Asamblările prin strângere cu inele sau cu ancore fretate* se folosesc pentru asamblarea unor piese din două bucăți, care pot fi volanți sau roți mari, manșoane din două bucăți sau părți ale batiurilor unor piese mari.

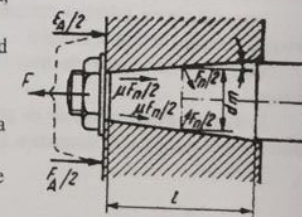


Fig. 2.74. Strângere pe con.

În figura 2.75, este prezentată o asamblare în care ancora are forma unui dublu T. În figura 2.76, ancora are, la început, lungimea de strângere l_1 , iar piesele de asamblat au lungimea l_2 . După montare, lungimea comună va fi l . Sub acțiunea forței de strângere F_0 , ancora se alungește cu l_0 , iar piesele se comprimă cu Δl_p .

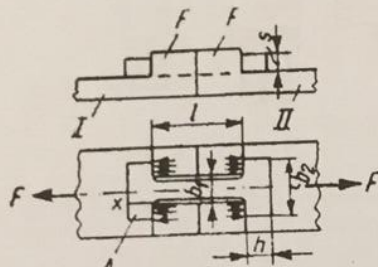


Fig. 2.75. Asamblare cu ancoră.

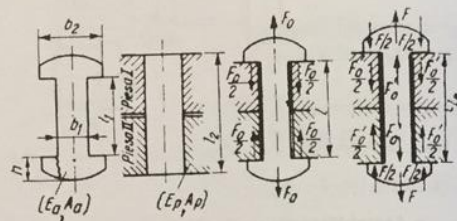


Fig. 2.76. Asamblare cu ancoră - alt tip.

Controlul asamblărilor cu arcuri constă în verificarea vizuală a stării tehnice a arcurilor, strângerea bridelor și a articulațiilor, controlul stării tehnice a arcurilor.

Cauzele care conduc la ruperea foii principale de arc sunt: oboseala materialului, încărcătura neuniform repartizată, șocuri în apropierea ochiului de arc sau în dreptul oficiului bulonului central de strângere.

Ruperea foilor secundare de arc se poate datora, în afara cauzelor enumerate mai sus, și neînlocuirii foilor principale defecte, slăbirii bridelor de arc, întreținerii necorespunzătoare.

Uzarea sau ruperea filetului bridelor bulonului de arc apare din următoarele cauze: ruperea foilor secundare de arc, slăbirea bridelor, ruperea foilor principale de arc. Remedierea defecțiunii are loc în atelierul de reparații.

Norme generale tehnice de securitate a muncii

Protecția muncii, tehnica securității muncii și igiena muncii constau din măsuri pentru asigurarea celor mai bune condiții de muncă, pentru evitarea accidentelor și prevenirea îmbolnăvirilor.

Depozitarea materiilor prime, a elementelor debitate trebuie să se facă prin stivuire, prin așezare pe postamente. Se recomandă evitarea aglomerării materiilor prime, a semifabricatelor, a produselor finite la locul de muncă. Deșeurile trebuie să fie strânse și evacuate imediat din jurul mașinilor.

Locurile de trecere trebuie să fie permanent libere, să nu se permită depozitarea materialelor pe ele. Podeaua atelierelor trebuie să fie netedă, orice deteriorare sau denivelare trebuind să fie reparată astfel încât, la trecerea mijloacelor de transport, să nu se piardă echilibrul obiectelor transportate, care să devină surse de accidente.

Sculele manuale trebuie să fie permanent în perfectă stare. Cozile de ciocan trebuie să fie împănate și capătul dălților să fie fără floare. Metodele de lucru improvizate sau periculoase pot fi surse de accidente.

Este obligatorie folosirea echipamentelor de protecție. O atenție deosebită trebuie să se acorde păstrării poziției corecte a corpului în timpul lucrului.

Instalațiile și sculele electrice trebuie să fie în perfectă stare de funcționare; se verifică legarea acestora la pământ.

În afara normelor generale de protecție a muncii, personalul care lucrează în atelierele de lăcătușărie trebuie să cunoască și să respecte, de asemenea, și măsurile de tehnica securității muncii specifice fiecărei operații tehnologice.

FIȘĂ DE EVALUARE

1 a. Completați tabelele de mai jos:

Operații pregătitoare		
Denumire	Definire	Scule, dispozitive, verificatoare

Operații de prelucrare		
Denumire	Definire	Scule, dispozitive, verificatoare

b. Realizați, pe echipe de 2-3 elevi, afișe care să facă referire la normele de tehnică a securității muncii, pentru fiecare operație de lăcătușărie generală.

2 Scrieți în dreptul fiecărei afirmații litera A, dacă este adevărată, sau litera F, dacă este falsă:

- La asamblările prin lipire apar fisuri și concentratori de tensiune.
- Sudarea cu arc electric este un procedeu de sudare prin topire, alături de sudarea cu gaz și sudarea prin turnare.
- Nituirea este operația de batere a capului de închidere al nitului și formarea lui prin deformare plastică.
- Asamblările demontabile permit montarea și demontarea repetată a îmbinării, cu distrugerea părților componente.
- Asamblările cu pene longitudinale se folosesc când este necesară o fixare centrică a organelor de transmisie.
- Asamblările cu brățări elastice se utilizează ca limitatori de cursă sau la blocarea într-un anumit interval a unor organe de mașini.

3 Numerotați, în ordine, fazele operației de nituire.

- ☐ trasarea găurilor;
- ☐ ștemuirea marginilor tablei.
- ☐ montarea și centrarea pieselor;
- ☐ pregătirea nituirii;
- ☐ nituirea propriu-zisă;
- ☐ găurirea tablelor;
- ☐ debavurarea capetelor niturilor.

4 Enumerați:

- etapele sudării cu arc electric;
- mașinile și utilajele folosite la nituirea mecanică;
- etapele de realizare a unei asamblări filetate.

- 5 Realizați corespondența corectă dintre elementele coloanei A și elementele coloanei B.

A. Denumirea operației	B. Scule, dispozitive folosite
1. Nituire manuală	a. ciocan, dispozitiv de presare
2. Sudare manuală cu arc electric	b. dispozitiv de prindere, ciocane, trusa lăcătușului, pile
3. Asamblare prin știfturi	c. ciocan de lăcătușărie, trăgător, căpuitor, contracăpuitor
4. Asamblări prin pene	d. electrozi nefuzibili și fuzibili, înveliși și neînveliși

- 6 Realizați un miniproiect cu tema „Studiul asamblărilor demontabile și nedemontabile din atelierul școlar”, structurat pe următoarele puncte:
- identificarea tipurilor de asamblare demontabilă/nedemontabilă a mobilierului școlar (mese, scaune, dulapuri etc.) sau a ansamblurilor din dotarea atelierului;
 - enumerarea avantajelor și a dezavantajelor fiecărui tip de asamblare;
 - nominalizarea elementelor componente ale fiecărui tip de asamblare;
 - selectarea SDV-urilor folosite în fiecare caz în parte;
 - descrierea tehnologiei de asamblare și a controlului realizat;
 - precizarea normelor de tehnică a securității muncii.

Răspunsuri

- Operațiile pregătitoare sunt: curățarea, îndreptarea și trasarea, operațiile de prelucrare sunt: debitarea, îndoirea, pilirea, găurirea, filetarea, finisarea, polizarea.
- a – F; b – A, c – A, d – F, e – A, f – A.
- pregătirea nituirii, trasarea găurilor, găurirea tablelor, montarea și centrarea pieselor, nituirea propriu-zisă, debavurarea capetelor niturilor, ștemuirea marginilor tablei.
- a. alegerea diametrului electrozilor și a valorii parametrilor de sudare, pregătirea materialelor înainte de sudare, aprinderea și conducerea arcului; b. mașinile de nituit care realizează formarea capului de închidere al nitului prin ciocănire, prin presare sau prin rulare; pot fi portabile (ciocane de nituit) sau fixe, prese de nituit și mașini de nituit prin rulare. Ciocanele de nituit, care pot fi pneumatice, electromecanice, electromagnetice; c. se centrează piesele, se introduce șurubul în gaură, se fixează capul șurubului cu o cheie pentru a nu se roti, cu mâna liberă se montează piulița.
- 1 – c, 2 – d, 3 – b, 4 – a.

NOȚIUNI GENERALE DESPRE PROCEDEELE DE ELABORARE A SEMIFABRICATELOR

3.1. Turnarea

3.2. Procede de prelucrare prin deformare plastică

3

COMPETENȚE ȘI DEPRINDERI

Noțiunile prezentate în acest capitol contribuie la cunoașterea procedeelor de elaborare a semifabricatelor, prin:

- clasificarea procedeelor de obținere a semifabricatelor;
- alegerea utilajelor și a echipamentelor specifice obținerii semifabricatelor;
- identificarea tipurilor de semifabricate în funcție de procedeul de obținere;
- utilizarea termenilor de specialitate.

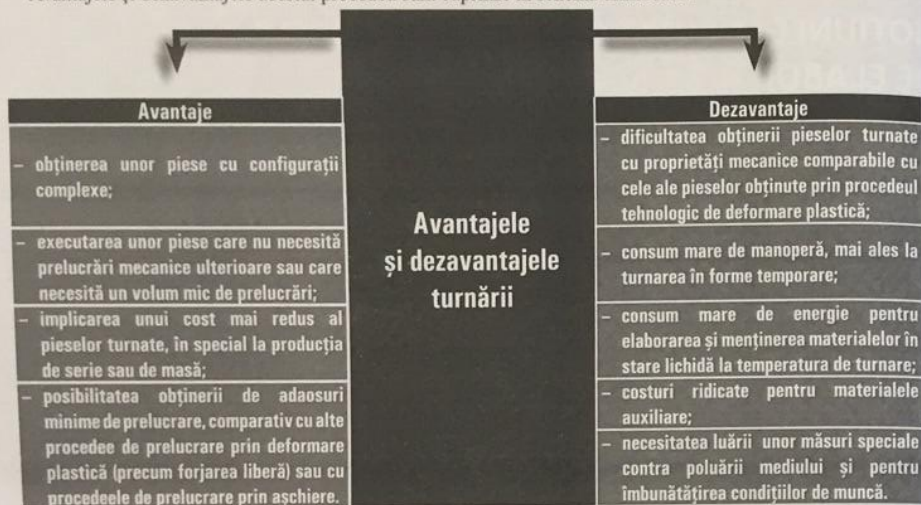
3.1. TURNAREA

Turnarea este procedeul tehnologic de realizare a semifabricatelor și a pieselor metalice, prin introducerea unui material metalic în stare lichidă într-o cavitate numită formă, având conturul și dimensiunile identice sau foarte apropiate de cele ale piesei care urmează a fi obținută. Prin solidificarea topiturii rezultă piesa turnată, care reproduce configurația și dimensiunile cavității.

Ansamblul de canale prin care materialul topit pătrunde în cavitatea de turnare se numește **rețea de turnare**. Pentru formarea rețelei de turnare se utilizează modele corespunzătoare. Posibilitatea ca un material să poată fi prelucrat prin turnare este determinată de turnabilitatea materialului respectiv.

Turnabilitatea este proprietatea tehnologică a unui material care se reflectă în capacitatea acestuia de a căpăta, după solidificare, configurația geometrică și dimensiunile unei forme geometrice în care este introdus în stare lichidă sau lichido-vâscoasă. Turnabilitatea este influențată de mărimi fizice precum: fuzibilitatea, fluiditatea, tensiunea superficială etc. Se exprimă prin următoarele calificative: foarte bună, bună, satisfăcătoare, slabă, necorespunzătoare.

Avantajele și dezavantajele acestui procedeu sunt cuprinse în schema următoare.



Operațiile necesare obținerii pieselor turnate în forme din amestec de formare obișnuit sunt indicate în figura 3.1.

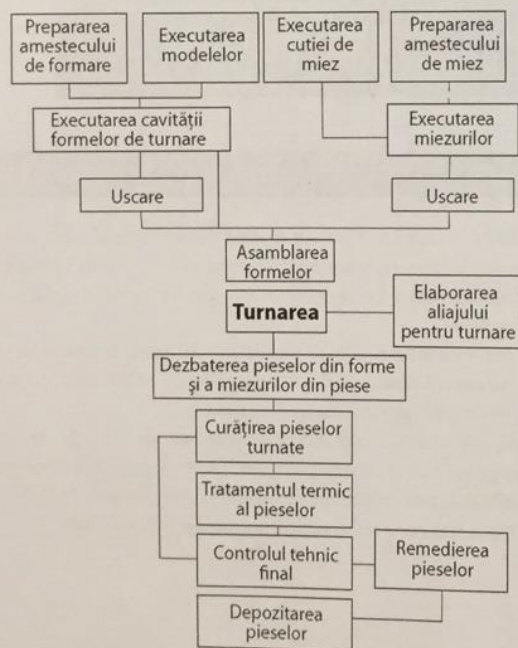


Fig. 3.1. Operațiile necesare obținerii pieselor turnate.

Prin turnare se pot prelucra materiale metalice și nemetalice, în producție de serie sau de unicate, și se pot realiza piese/semifabricate atât dintr-un material unic, cât și din cel puțin două materiale (de exemplu, materiale compozite, de tone, cu utilizări în toate domeniile de activitate).

Semifabricatele turnate se clasifică după mai multe criterii:

- după greutate – ușoare, de greutate medie, grele;
- după complexitatea formei – simple și complexe;
- după tipul formei de turnare – semifabricate executate în forme temporare, semipermanente și permanente;
- după procedeul de turnare – turnare în forme, centrifugală, sub presiune, turnare de precizie în coji de bachelită sau cu modele fuzibile, în vid etc.
- după material – fontă, oțeluri, metale și aliaje neferoase.

Tipurile de semifabricate obținute prin turnare sunt:

- **lingouri** – semifabricate de forme simple, destinate prelucrării prin deformare plastică (forjare) sau retopirii;
- **profile turnate** – semifabricate cu secțiuni rotundă, pătrată, hexagonală etc.

Atât semifabricatul, cât și piesa brută turnată mai trebuie supuse înainte de utilizare unui procedeu de prelucrare, întrucât cel puțin una dintre dimensiuni este mai mare decât cea a piesei finite. Acest surplus de material care trebuie îndepărtat se numește *adaos de prelucrare*. Mărimea adaosului de prelucrare și mărimea abaterilor limită sunt indicate în standarde.

Procedeul de turnare este cu atât mai rentabil, cu cât piesa turnată are mai multe suprafețe identice cu ale piesei finite și, prin urmare, necesită foarte puține prelucrări ulterioare, adaosul de prelucrare fiind redus la minim.

Aliajele care se toarnă în piese sunt: feroase (fonta și oțelul) și neferoase (aliajele de: aluminiu, cupru, magneziu, zinc, staniu, plumb).

Precizia semifabricatelor turnate depinde de mai mulți factori, și anume: procedeul folosit, calitatea modelului, modul de formare și mărimea pieselor. Calitatea suprafețelor depinde de metoda de curățare a semifabricatelor.

Elementele tehnologice specifice procedurii de turnare sunt modelul, forma de turnare și miezul.

- **Modelul** de turnătorie este elementul folosit la formare, având configurația și dimensiunile apropiate de cele ale piesei turnate. El se execută din una, două semimodele sau mai multe părți, în funcție de configurația geometrică a piesei.

În figura 3.2 este dat un model de turnare din lemn, iar în figura 3.3 un model de turnare din aluminiu.

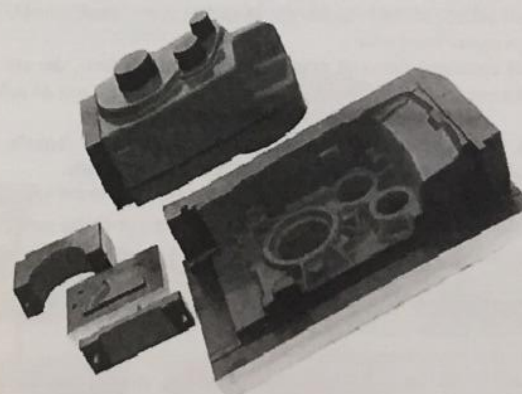


Fig. 3.2. Model de turnare din lemn.



Fig. 3.3. Model de turnare din aluminiu.

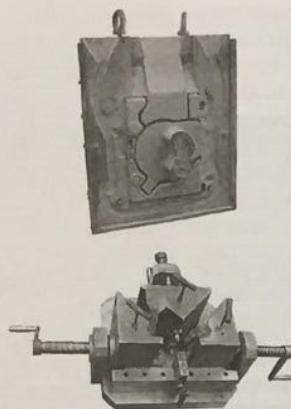


Fig. 3.4. Cochile pentru turnarea aliajelor neferoase.

Modelul intermediar (negativul formeii piesei reale), care servește la realizarea modelului de turnătorie (pozitivul formeii piesei), se numește *mulaj*.

• **Forma de turnare** reprezintă un ansamblu specific procesului tehnologic de turnare, compus din: două părți (numite semiforme), o cavitate de turnare având configurația și dimensiunile foarte apropiate de cele ale piesei care urmează a fi obținută, rețeaua de turnare și canalele de evacuare a gazelor. Cu ajutorul ei se realizează configurația, gabaritul și calitatea suprafeței piesei.

Suprafața, de obicei plană, care separă semiformele se numește *suprafața de separație*.

Ansamblul de canale, special executate în forma de turnare, prin care se asigură eliminarea aerului și a gazelor rezultate la turnare poartă denumirea de *răsuflători*.

Forma de turnare poate fi: temporară, semipermanentă sau permanentă.

→ **Forma temporară** reprezintă forma de turnare confecționată dintr-un amestec de formare obișnuit (nisip și argilă) sau special (nisip și liant special), care este folosită la o singură turnare, distrugându-se pentru extragerea piesei turnate.

Materialul granular utilizat la materializarea formelor temporare, compus din nisip cuarțos, argilă și apă, se numește *amestec de formare* obișnuit.

→ **Forma semipermanentă** este forma de turnare executată din ciment, ipsos, șamotă, care este folosită la câteva turnări după reparații ușoare intermediare.

→ **Forma permanentă** reprezintă forma de turnare confecționată din fontă, din oțel, din aliaje neferoase sau din diferite rășini, folosită la un număr foarte mare de turnări (sute, mii, zeci de mii), fără a necesita reparații intermediare.

Ansamblul operațiilor manuale sau mecanizate prin care se realizează formele de turnare temporare și semipermanente, confecționate din amestecuri de formare, poartă numele de *formare*.

• **Miezul** este o parte distinctă a formeii de turnare, cu ajutorul căruia se obține configurația interioară a pieselor turnate.

Miezurile pot fi:

a. *permanente* (la turnare în matrițe sau cochile – fig. 3.4);

b. *temporare* (la turnarea în cochile sau în forme temporare).

Formarea miezurilor se face cu ajutorul cutiilor de miez.

Pentru obținerea piesei (1) din figura 3.5 într-o formă realizată dintr-un amestec de formare, se practică o cavitate (2), al cărei contur este identic cu conturul exterior al piesei.

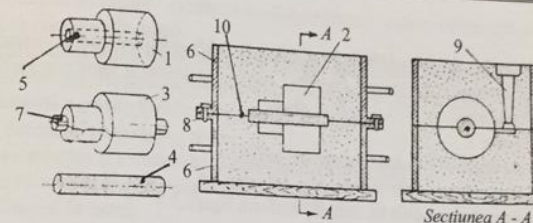


Fig. 3.5. Obținerea unei piese turnate.

Cu ajutorul modelului (3) confecționat din lemn sau din metal, se realizează cavitatea. Cu un model din lemn se pot executa 100-2.000 de forme. Cu un model metalic confecționat din aliaje de aluminiu se pot realiza circa 70.000 de formări, cu un model realizat din fontă circa 120.000 de formări și cu modelele confecționate din bronz sau alamă 150.000 de formări.

Miezul (4) – realizat dintr-un material special, numit *amestec de miez* – servește pentru obținerea golului interior (5) din piesă. Pentru a avea o anumită poziție în cavitatea formeii, miezurile se așază în locașuri speciale, denumite *mărci*, obținute prin intermediul unor proeminențe (7) aflate pe conturul exterior al modelului.

Cadrele metalice (6) se numesc *rame de formare* și au rolul de susținere a materialului formeii. Ramele de formare se utilizează perechi, asamblarea făcându-se cu ajutorul unor știfturi (8).

Metalul topit ajunge în cavitate prin intermediul unor canale (9) care alcătuiesc *rețeaua de turnare*, executată cu modele speciale.

Planul de separație (10) reprezintă suprafața de contact dintre părțile formeii, impusă de posibilitățile de extragere a modelului din formă.

3.2. PROCEDEE DE PRELUCRARE PRIN DEFORMARE PLASTICĂ

Deformarea plastică este operația tehnologică ce constă în modificarea ireversibilă a formeii unui semifabricat, sub acțiunea unor lovituri succesive sau prin presare la temperatura mediului.

Prelucrarea prin deformare plastică se bazează pe proprietatea de plasticitate a metalelor, adică pe capacitatea acestora de a căpăta deformații permanente sub acțiunea unor forțe exterioare.

În funcție de solicitările exterioare la care sunt supuse metalele și aliajele, procedeele de prelucrare prin deformare plastică pot fi împărțite în trei grupe, conform figurii 3.6.

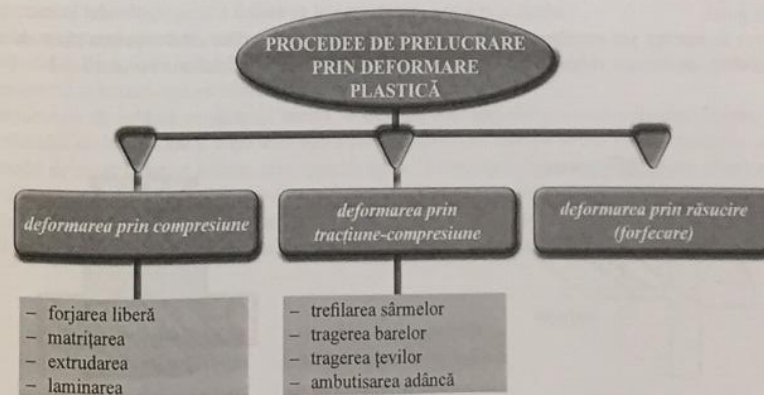


Fig. 3.6. Procedee de prelucrare prin deformare plastică.

3.2.1. Forjarea

Forjarea este procedeul de prelucrare prin deformare plastică, la cald sau la rece, care se execută prin comprimare, fie dinamică (în cazul forjării la ciocane), fie statică (în cazul forjării la prese) a unui material metalic între două suprafețe plane (forjarea liberă) sau profilate (forjarea în matrițe).

Scopul operației de forjare este:

- modificarea formei și a dimensiunilor semifabricatului inițial;
- îmbunătățirea proprietăților mecanice ale metalelor și ale aliajelor.

Clasificarea forjării se realizează după diferite criterii, conform figurii 3.7.



Fig. 3.7. Clasificarea metodelor de forjare.

• **Forjarea liberă** (fig. 3.8) constă în comprimarea succesivă a metalului cu ajutorul a două scule (nicovale) montate pe ciocane sau prese, dintre care una este fixă și alta mobilă.

Forjarea liberă se poate efectua manual sau mecanizat. Cea mecanică se aplică în majoritatea secțiilor de forjă, pentru producție cu caracter individual sau de serie mică.

• **Forjarea de profilare** poate fi de mai multe feluri:

- forjare radială – operația de forjare cu reducere succesivă a secțiunii, la care forțe de deformare de mărimi identice acționează după două, trei sau mai multe sensuri diametral opuse;
- forjarea roșilor dințate – operația de deformare plastică prin care se obțin unele piese sau semifabricate;
- forjare prin fluoturnaj – permite obținerea unor piese tubulare cu pereți subțiri, plecând de la semifabricatul cu pereți groși.

• **Forjarea în matriță sau matrițarea** (fig. 3.9) permite obținerea semifabricatelor pentru piese de configurație complexă, cu un consum redus de material. Procedeul este prezentat în detaliu la punctul 3.2.2.

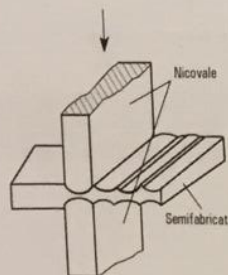


Fig. 3.8. Forjarea liberă.

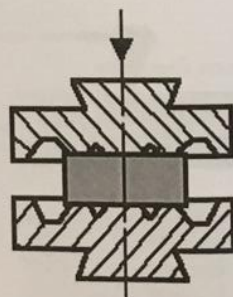


Fig. 3.9. Forjarea în matriță.

Alegerea procedurii de forjare – matrițare sau forjare liberă – este condiționată atât de numărul de semifabricate, cât și de mărimea și de configurația piesei.

Semifabricatele de dimensiuni foarte mari se pot obține numai prin forjare liberă; cele de dimensiuni medii și mici se pot obține fie prin matrițare, fie prin forjare liberă. La producția de serie mijlocie și mare este economică matrițarea.

Tehnologia forjării cuprinde următoarele operații principale:

- întocmirea desenului piesei brut forjate;
- determinarea greutateii și a dimensiunii semifabricatului inițial;
- alegerea succesiunii operațiilor și a fazelor de forjare;
- alegerea utilajului de lucru;
- alegerea și stabilirea sculelor pentru forjare;
- stabilirea regimului de încălzire și de răcire a piesei;
- fixarea normei de timp;
- stabilirea operațiilor suplimentare (control, prelucrări prin alte procedee etc.).

Operațiile de bază executate prin forjare sunt definite în tabelul 3.1.

Tabelul 3.1. Operații de bază executate prin forjare.

Denumirea operației de bază executate la forjare	Definiția operației
Refulare	Operația prin care se realizează îngroșarea semifabricatului, micșorându-se în mod corespunzător lungimea acestuia
Întindere	Operația prin care se realizează alungirea semifabricatului, micșorându-se în mod corespunzător secțiunea transversală
Găurire	Operația prin care se obține într-un semifabricat un gol care străbate complet sau parțial semifabricatul respectiv, cu ajutorul unuia sau al mai multor dormuri
Îndoire	Operația prin care se dă semifabricatului o formă curbă, după un anumit contur
Răsucire	Operația prin care o parte a semifabricatului se rotește în jurul axei longitudinale cu un unghi a cărui mărime este condiționată de felul și de configurația piesei finite
Sudare	Operația de unire a două sau mai multe semifabricate sau a capetelor aceluiași semifabricat
Tăiere	Detășarea unei părți din piesa forjată sau separarea a două piese forjate împreună

Echipamentul tehnologic pentru forjare se împarte în trei grupe principale:

- scule cu ajutorul cărora se realizează operațiile de forjare liberă;
- dispozitive de diferite construcții necesare susținerii și deplasării pieselor, cu ajutorul cărora se realizează transportul și întoarcerea semifabricatelor în cursul forjării;
- instrumente de măsură cu ajutorul cărora se execută controlul dimensiunilor pieselor forjate, atât în cursul procesului de forjare, cât și după terminarea lui (compasuri de diferite forme, echere, șabloane, șublere etc.).

În funcție de masa pieselor forjate, principalele utilaje întrebuințate în procesul de forjare liberă sunt: ciocanele mecanice – pentru piese mici; ciocanele pneumatice – pentru piese mici și mijlocii; ciocanele cu abur sau aer comprimat – pentru piese de dimensiuni mijlocii și mari; prese cu fricțiune – pentru piese mici și serie mică; prese cu excentric – pentru piese mici și serie mare; prese hidraulice – pentru piese mari și foarte mari.

Tipuri de semifabricate utilizate ca materie primă la forjare

Prin forjare se prelucrează lingourile și semifabricatele laminate.
Semifabricatele forjate se clasifică după mai multe criterii, conform figurii 3.10.

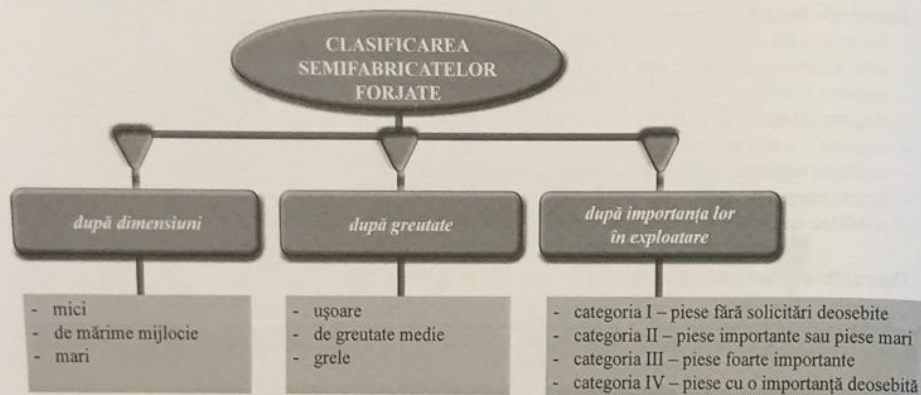


Fig. 3.10. Clasificarea semifabricatelor forjate

Piese forjate au caracteristici mecanice superioare produselor obținute prin laminare, dar mai ales celor obținute prin turnare, datorită structurii de forjare, care este omogenă și densă. Condițiile tehnice generale pentru piese forjate din oțel-carbon, oțel de calitate, oțel aliat de construcții, aliaje de aluminiu, cupru și magneziu sunt indicate în standarde.

Produsele obținute prin forjare sunt diverse: de la axe pentru turbine, coloane pentru prese, cilindri de laminoare, arbori cotiți și până la cârlige, pârghii, bare de legătură.

Aliajele utilizate pentru forjare sunt: oțelurile, metalele și aliajele neferoase (de aluminiu, de cupru și de magneziu). Forma de livrare a oțelului o constituie lingourile și semifabricatele, iar a aliajelor neferoase, lingourile, blocurile turnate și semifabricatele laminate.

Semifabricatele laminate folosite ca materie primă în secțiile de forjare sunt:

- **blumurile** – semifabricate de oțel laminate la cald, de secțiune pătrată (minim 150 x 150 mm) sau dreptunghiulară (cu raportul dintre laturi mai mic de doi) și lungime de la 2 la 6 m, folosite pentru laminare sau forjare;
- **țagile** – semifabricate de oțel cu secțiunea circulară, dreptunghiulară sau pătrată, din care se laminează bare, sârme etc. și din care se forjează sau se ștanțează diferite piese (fig. 3.11);
- **profilele** – bare de metal cu secțiunea transversală constantă, cu o anumită formă standardizată: cornier, L, I, U (fig. 3.12.)



Fig. 3.11. Țagle: a – rotunde, pentru țevi, b – pătrate, de oțel.

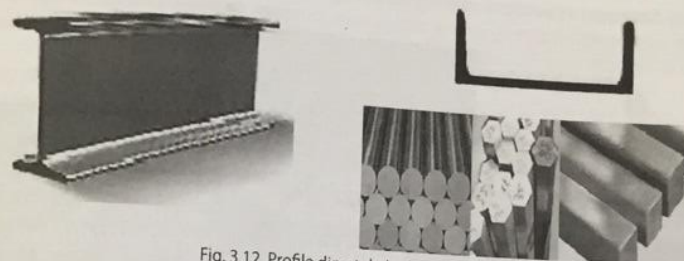


Fig. 3.12. Profile din oțel, de diferite forme.

3.2.2. Matrițarea

Matrițarea este procedeul tehnologic de deformare plastică, realizat la cald sau la rece, prin care materialul se deformează simultan în întreg volumul, curgerea acestuia fiind condiționată de forma și de dimensiunile cavității sculei folosite (fig. 3.13).

Scula în care are loc deformarea se numește **matriță** și este formată din două semimatrițe separate între ele printr-un plan de separație.

Forjarea în matriță se realizează în următoarele etape:

- 1) etapa curgerii libere a materialului;
- 2) curgerea materialului de-a lungul pereților cavității matriței până la umplerea acesteia;
- 3) etapa închiderii matriței.

Elementele caracteristice matriței sunt: cavitățile, canalul de bavură, planul de separație.

→ Cavitățile matriței corespund ca formă și dimensiune cu forma și dimensiunile piesei forjate. Trecerea de la o suprafață la alta se face prin racordare, pentru a evita concentrări de tensiuni ce pot determina crăparea piesei.

Pentru a scoate piesa din matriță, se prevăd înclinații egale la suprafața perpendiculară pe planul de separație.

→ Canalul de bavură se compune din:

- pragul canalului de bavură, ce are rolul de a asigura umplerea completă a cavității matriței;
- magazia canalului de bavură, care este prevăzută pentru a acumula surplusul de material rezultat la matrițare.

→ Planul de separație asigură:

- accesul sculelor așchietoare pentru prelucrarea matriței;
- accesul operatorilor în vederea ungerii matriței, a introducerii semifabricatului inițial, favorizează ungerea ușoară a materialului în formă.

Piesa matrițată are forma și dimensiunea determinate de presă, la care se prevăd adaosuri tehnice și adaosuri de prelucrare.

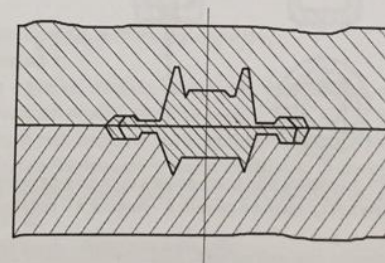


Fig. 3.13. Matrițarea.

Avantajele și dezavantajele matrițării sunt cuprinse în figura 3.14.

Avantaje	Dezavantaje
– uniformitate și precizie dimensională	– cost ridicat al matrițelor
– obținerea unor piese de complexitate mare	– greutatea limitată a pieselor ce pot fi matrițate din cauza forțelor mari de presare pentru deformare
– consum de metal scăzut	– necesitatea unor operații suplimentare (debavurare, calibrare etc.)
– productivitate ridicată	
– manoperă de prelucrare prin așchiere scăzută	

Fig. 3.14. Avantajele și dezavantajele matrițării

Tipuri de semifabricate utilizate ca materie primă la matrițare

Semifabricatele matrițate se clasifică după dimensiuni și greutate, ca și cele forjate. Se obțin piese din oțel-carbon și din oțel aliat, de configurație complexă, cu masa de 0,250-250 kg/buc., executate pe toate utilajele de matrițat, cu excepția preselor hidraulice, în producția de serie mică și de masă.

Există următoarele variante de matrițare: matrițarea prin presare și matrițarea prin poansonare.

La **matrițarea prin presare**, procedeul care are cea mai largă aplicabilitate, se folosesc semifabricatele laminate cu secțiune pătrată sau rotundă, având latura și, respectiv, diametrul cu dimensiuni cuprinse între 20 și 60 mm, care se pot prelucra în matrițe formate din două părți demontabile, prin refulare și întindere.

La **matrițarea prin poansonare** se utilizează piese prevăzute cu o cavitate cilindrică sau conică. Semifabricatul brut are o formă pătrată (fig. 3.15). Sub acțiunea poansonului (1), semifabricatul (2) va fi obligat să ia forma cavității matriței (3). După prelucrare, piesa va avea o structură uniformă și fină.

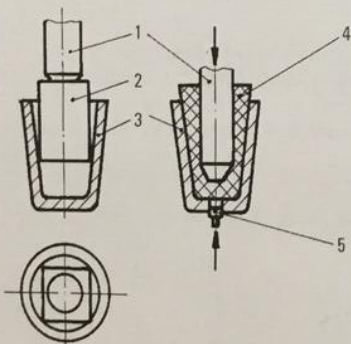


Fig. 3.15. Matrițarea prin poansonare a unui corp de proiectil

1 – poanson; 2 – semifabricat cu secțiune pătrată; 3 – matriță; 4 – corp proiectil; 5 – extractor.

Un alt procedeu de forjare în matrițe este **extrudarea**, prin care materialul este obligat să curgă printr-o matriță, sub acțiunea presiunii, astfel încât secțiunea lui transversală să fie micșorată. Se deosebește de matrițare prin condițiile de lucru specifice: viteză mare de deformare (peste 10 m/s) și presiune specifică mare (între 200 și 4.000 daN/mm²).

Extrudarea este un proces de deformare intensivă, în care intervin tensiuni de comprimare și de frecare foarte ridicate, ceea ce impune folosirea anumitor utilaje de mare putere, precum și măsuri tehnologice deosebite. Prezintă avantajul obținerii pieselor printr-o singură operație, cu un consum specific scăzut de material și cu grade mari de deformare.

Prin acest procedeu, pot fi realizate produse profilate prevăzute cu cavități interioare (tuburi, țevi), cu precizie dimensională ridicată, cu o înaltă calitate a suprafeței și cu o productivitate ridicată. Se pot prelucra piese feroase și de calibru mijlociu și mare, și camere de ardere la motoarele rachetă.

Extrudarea se poate realiza la cald sau la rece. Prelucrarea la cald se aplică pentru obținerea de semifabricate sau de produse finite, în timp ce prelucrarea la rece se aplică doar pentru fabricarea produselor finite.

3.2.3. Laminarea

Laminarea (fig. 3.16) constă în deformarea metalului între doi cilindri cu axe paralele, care se rotesc continuu, în sensuri opuse. Odată cu deformarea propriu-zisă, cilindrii realizează și avansul metalului, datorită frecării dintre suprafețele cilindrilor și cele ale metalului.

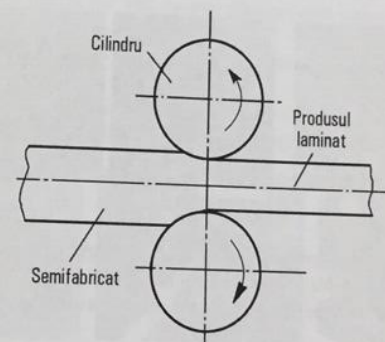


Fig. 3.16. Laminarea.

Laminarea reprezintă cel mai larg răspândit proces de prelucrare a metalelor prin deformare, deoarece se pretează la o producție de masă și la un control final riguros al produsului. Prin deformarea metalului ce urmează a fi forjat între cilindrii laminorului, piesa este supusă la o tensiune de compresiune ridicată, datorită acțiunii cilindrilor și la o tensiune tangențială superficială, ca urmare a frecării dintre cilindri și fierul forjat.

Semifabricatele laminate au forme geometrice regulate și sunt caracterizate printr-o lungime foarte mare în raport cu secțiunea. Se clasifică în:

- semifabricate propriu-zise: blumuri, sleburi, țagle, platine;
- profile laminate care se împart în:
 - ♦ profile simple sau bare – pătrate, rotunde, hexagonale, triunghiulare, ovale, semirotunde, segment;
 - ♦ profile fasonate – oțel cornier, profil I, profil U, profil T, șină, oțel Z, oțel pentru stâlpi;
- table, benzi. Tablele obținute prin laminare pot fi: groase sau subțiri. O variantă a tablei subțiri este platbanda, caracterizată printr-o lungimea foarte mare în raport cu lățimea. O categorie aparte de table subțiri o constituie foilele, caracterizate prin grosimi foarte mici (0,15 mm), folosite în: industria alimentară, industria ușoară, electronică, electrotehnică etc.
- țevi laminate – pentru construcții, utilaje sau instalații;
- sârme drepte sau colaci – cu secțiune lată, rotundă, trapezoidală, cu suprafață netedă sau striată;
- produse speciale – discuri, roți, bandaje, axe, palete etc.
- profile periodice – bile, axe, nituri etc.

În figura 3.17 sunt prezentate diverse *produse obținute prin laminare*.

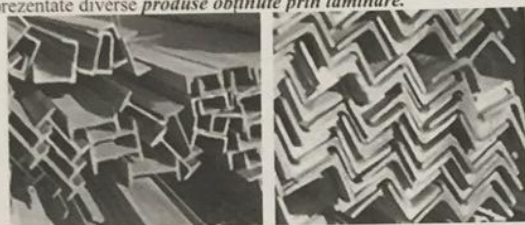


Fig. 3.17. Profile laminate.

Forțele de frecare constituie, de asemenea, cauza reducerii dimensiunii semifabricatului de metal între cilindri. Laminarea lingoului în *blumuri*, *brame*, *țagle* și în alte produse semifabricate se realizează, în general, la cald. Această primă fază este urmată de o a doua laminare la cald, având ca rezultat obținerea de *table groase*, *table subțiri*, *bare*, *țevi* (fig. 3.18), *șine* și alte produse finite laminate care, ulterior, sunt prelucrate în fier forjat.



Fig. 3.18. Table, bare și țevi.

În prezent, laminarea la rece a metalelor (fierul poate fi ulterior forjat) a căpătat în industrie un loc de importanță majoră. Prin laminarea la rece se produc *table groase*, *benzi* și *table subțiri* (fig. 3.19), având o bună finisare a suprafeței și o rezistență mecanică sporită, putându-se menține în tot timpul procesului de prelucrare un control riguros al dimensiunilor produsului.



Fig. 3.19. Table și benzi subțiri.

Terminologia utilizată pentru a defini produsele laminate din fier este destul de largă și nu se pot face delimitări stricte în ceea ce privește denumirile diferitelor produse în funcție de dimensiunile lor.

Blumul este produsul obținut din prima laminare a lingoului de fier. În general, lățimea acestuia este egală cu grosimea.

Secțiunea transversală minimă a unei *țagle* este de aproximativ 40 x 40 mm.

O *bramă* reprezintă un produs laminat dintr-un lingou de fier, având aria secțiunii transversale mai mare de 100 cm și lățimea cel puțin de două ori mai mare decât grosimea.



Blumurile, țagile și bramele din fier sunt cunoscute sub denumirea de produse semifabricate, deoarece ele urmează a fi transformate în alte produse, cum ar fi fierul forjat.

Diferența dintre tabla groasă și tabla subțire este determinată de grosimea produsului. În general, *tabla groasă* din fier are o grosime mai mare de 6 mm, deși există și excepții în privința acestei limite, în funcție de lățimea produsului. *Tablele subțiri* și *benzile* sunt produse obținute prin laminare care au, în general, o grosime mai mică de 6 mm.

Benzile sunt produse laminate subțiri a căror lățime nu depășește 300 mm, în timp ce produsele de lățime mai mare se numesc *table din fier subțiri*.

În general, laminarea începe de la un lingou turnat, dar nu este obligatoriu. O metodă tehnologică nouă este *laminarea pulberilor*. Pulberea de fier forjat se introduce între cilindrii laminorului și este compactată într-un produs sinterizat de mare densitate.

Avantajul acestui procedeu este că elimină prelucrarea la cald, reducând astfel la minimum contaminarea de fier forjat cu impurități. Se obține o granulație foarte fină și se produce o tablă subțire. Laminarea pulberii este încă în fază incipientă. În cazul laminării convenționale la rece sau la cald, obiectivul principal este de a reduce grosimea metalului (a unui fier).

Un tip special de laminare la rece îl constituie *laminarea profilelor îndoite din fier*, în care o bandă este îndoită progresiv și adusă la forme complexe, prin trecere printr-o serie de role profilate.

În timpul acestui proces de deformare, grosimea materialului nu se modifică în mod sensibil. Această metodă este foarte potrivită pentru producerea pieselor fasonate de lungime mare.

Un alt tip special de laminare pentru fier este *rularea filetelor*, prin care o piesă lisă este introdusă între două matrițe cu caneluri pentru a se forma un filet.

Profilele laminate pot fi supuse unor procedee speciale de deformare plastică după anumite modele, care poartă denumirea de *amprentare*.

Amprentarea profilelor laminate se realizează cu dispozitive care pot fi cu acționare manuală, specializate în execuția elementelor din fier forjat, care sunt dotate cu role specifice (fig. 3.20. a, b, c).



Fig. 3.20. Dispozitiv manual pentru amprentat profile laminate.

Dispozitivele profesionale multifuncționale pentru fier forjat realizează:

- amprentare la cald;
- amprentare la rece (platbande, profile pline și țevi pătrate);
- îndoire la unghi a diverselor profile laminate;
- rularea profilelor laminate atât normal, cât și pe cant;
- execuția de spirale în plan din profile „mari”;
- torsionarea în lungul axei (până la profil pătrat de 30x30).

3.2.4. Trefilarea

Prin *trefilare* (fig. 3.21) se înțelege trecerea la rece printr-una sau prin mai multe filiere, cu o viteză ridicată, a barelor și a țițelor pentru trefilare, pentru a obține o sârmă cu diametrul mai mic, rulată.

Trefilarea este o operație tehnologică de prelucrare a metalelor prin deformare plastică sub presiune, în cursul căreia materialul de prelucrat este tras printr-un orificiu calibrat al filierei de trefilat. Se obține în acest fel o micșorare a secțiunii transversale a materialului, pe seama unei lungiri corespunzătoare.

Prin această operație se modifică: forma, dimensiunile și caracteristicile fizico-mecanice ale materialului. În timpul prelucrării, materialul se deformează neuniform: în timp ce straturile centrale sunt supuse unor deformații de întindere, cele exterioare sunt supuse la eforturi de forfecare. Aceste deformații se datorează frecărilor dintre material și scula de trefilat și frecărilor dintre straturile de material deformat, care depind de materialul și geometria sculei, de mărimea forței de tragere etc.

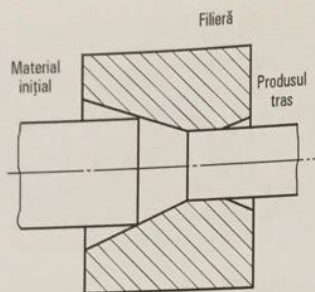


Fig. 3.21. Trefilarea.

Procesul trefilării sârmei cuprinde următoarele operații:

1. pregătirea oțelului rotund prin decojire mecanică (îndoire, periere, sablare) sau chimică /decaparea (cu acid clorhidric sau acid sulfuric), tratarea cu lubrifianți pentru trefilare;
2. spălarea;
3. trefilarea, care poate fi umedă (lubrifianți/agenți de răcire lichizi) sau uscată (lubrifianți de trefilare uscați);
4. tratarea la cald: diferite tratamente termice (recoacere, călire);
5. decaparea continuă cu decapanți în cascadă.

Produsele obținute prin trefilare (fig. 3.22) sunt: sârme din oțel nealiat, oțel inoxidabil și din alte tipuri de oțel aliat, la rece, sârme din cupru, având o secțiune transversală plină și constantă, de formă oarecare.

Clasificarea procedeelor de trefilare cuprinde două grupe:

a) trefilarea sârmelor:

- uscată (mașini de trefilat);
- în soluție

b) trefilarea barelor și a țevilor:

- pe dorn (bancuri de tras);
- pe dop.

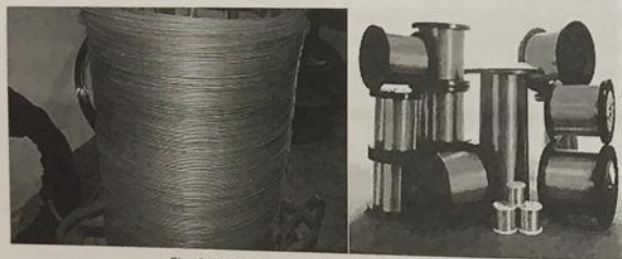


Fig. 3.22. Produse obținute prin trefilare.

Unul dintre parametrii de bază ai procesului – care intercondiționează relațiile dintre materialul de prelucrat și materialul sculei de trefilat, pentru o eficiență economică ridicată – este *forța de tragere*, care depinde de următorii factori:

- proprietățile fizico-mecanice ale materialului de tras și ale materialului sculei;
- forma profilului longitudinal al sculei de trefilat;
- calitatea suprafeței interioare a sculei;
- viteza de trefilare etc.

În timpul tragerii, pereții sculei de trefilat sunt supuși unor presiuni și frecări mari, rezultând un proces intens de uzură a profilului interior al sculei. La aceasta, se adaugă faptul că temperatura în zona de lucru poate depăși 300-400 °C, de trefilat trebuie să aibă o mare rezistență la uzură și un coeficient de frecare cu metalele minim. Aceste scule sunt confecționate din diferite materiale ca: oțeluri înalt aliate, carburi metalice sinterizate, diamante naturale și policristale de diamant.

Trefilarea cu scule utilizând diamante naturale este limitată economic pentru dimensiuni până la 0,3-4 mm și necesită diamante de o foarte bună calitate. Are avantajul unui efort mai mic de tragere – coeficient de frecare mult mai mic în comparație cu alte materiale – și o durabilitate de circa 200 de ori mai mare decât a sculelor din carburi metalice. Utilizarea policristalelor de diamant presupune un efort de tragere ceva mai ridicat, dar are avantajul unei durabilități apropiate de a diamantului natural, al obținerii ușoare a materiei prime – policristalul – și al unei prelucrări mai puțin costisitoare.

Sculele de trefilat se numesc *filieri* (fig. 3.23). Filierile cu diamant sunt compuse dintr-un cristal de diamant și o montură metalică de fixare. În cristal este practicat un orificiu cu profil și dimensiuni precise, corelat cu produsul trefilat.

Filierile din diamant pot fi clasificate în funcție de destinație astfel :

- pentru trefilarea la rece a metalelor și aliajelor foarte moi cu $R_m < 20 \text{ daN/mm}^2$ (aluminiu, zinc etc.);
- pentru trefilarea la rece a metalelor și a aliajelor moi cu $R_m < 50 \text{ daN/mm}^2$ (cupru, argint, aur, platină etc.);
- pentru trefilarea la rece a metalelor și aliajelor semidure cu $50 < R_m < 100 \text{ daN/mm}^2$ (alamă, bronz, nichel, constantan, manganin etc.);
- pentru trefilarea la rece a metalelor și a liajelor dure cu $R_m > 100 \text{ daN/mm}^2$ (oțel, aliaje crom nichel etc.), precum și pentru trefilarea la cald a wolframului și molibdenului.

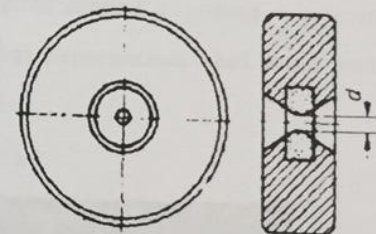
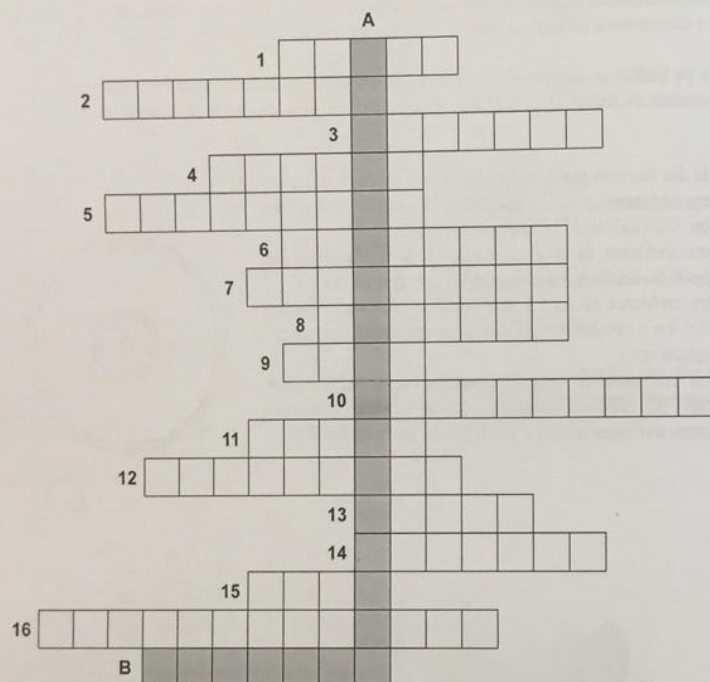


Fig. 3.23. Scula folosită la trefilarea sârmelor.

FIȘĂ DE EVALUARE

1. Completând corect aritmogriful, veți obține:

- pe coloana verticală **A** - operația tehnologică ce constă în modificarea ireversibilă a formei unui semifabricat, sub acțiunea unor lovituri succesive sau prin presare la temperatura mediului (două cuvinte);
- pe orizontala **B** - scula formată din două componente, separate între ele printr-un plan în care are loc deformarea unui semifabricat.



- 1 - element folosit la formare, având configurația și dimensiunile apropiate de cele ale piesei turnate, care se execută din una, două semimodele sau din mai multe părți, în funcție de configurația geometrică a piesei;
- 2 - se realizează cu ajutorul modelului confectionat din lemn sau din metal și are un contur identic cu conturul exterior al piesei care se va obține în urma turnării;
- 3 - procedeu de prelucrare prin deformare plastică a materialelor metalice, la cald sau la rece, care folosește utilaje acționate manual sau mecanic;
- 4 - semifabricat de formă simplă, destinat fie prelucrării, fie retopirii;
- 5 - trecerea la rece printr-una sau prin mai multe filiere, cu o viteză ridicată, a barelor și a tijelor pentru trefilare, pentru a obține o sârmă cu diametrul mai mic, rulată;
- 6 - deformarea metalului între doi cilindri cu axe paralele, care se rotesc continuu, în sensuri opuse;
- 7 - suprafața, de obicei, plană, care separă semiformele (suprafață de);
- 8 - tipuri de semifabricate utilizate ca materie primă la forjare;
- 9 - parte distinctă a formei de turnare, cu ajutorul căreia se obține configurația interioară a pieselor turnate;
- 10 - variantă de matrițare la care se folosesc piese prevăzute cu o cavitate cilindrică sau conică;

- 11 - produse laminate cu secțiunea pătrată și latura cuprinsă între 40 și 140 mm;
- 12 - operația de deformare plastică prin care materialul este obligat, sub acțiunea presiunii, să curgă printr-o matriță, astfel încât secțiunea lui transversală să fie micșorată;
- 13 - produs obținut prin trefilare din oțeluri sau din materiale neferoase, având o secțiune transversală plină și constantă;
- 14 - procedeu tehnologic de realizare a semifabricatelor și a pieselor metalice, prin introducerea unui material metalic în stare lichidă într-o cavitate care are conturul și dimensiunile identice sau foarte apropiate de cele ale piesei de obținut;
- 15 - produs gol în interior, obținut printr-o a doua laminare la cald (plural);
- 16 - denumirea oricărui corp care urmează să fie prelucrat înainte de a deveni piesă finită.

2. Scrieți în dreptul fiecărei afirmații litera **A**, dacă este adevărată, sau litera **F**, dacă este falsă:

- a. Forma temporară reprezintă forma de turnare ce se execută din amestec de formare obișnuit sau special, care este folosită la o singură turnare și care, pentru extragerea piesei turnate, se distruge.
- b. Amestecul de formare este materialul granular folosit la materializarea formelor permanente.
- c. Prelucrarea prin deformare plastică se bazează pe proprietatea de plasticitate a metalelor, adică pe capacitatea acestora de a căpăta deformații temporare sub acțiunea unor forțe exterioare.
- d. Scopul forjării este de a îmbunătăți proprietățile chimice ale metalelor și ale aliajelor.
- e. Matrițarea se aplică la prelucrarea pieselor mici, de configurație complexă, în producția de serie mică și de masă.
- f. Prin laminarea la rece se produc table groase, benzi și table subțiri, iar prin laminarea la cald, blumuri, brame, țagile.
- g. Este obligatoriu ca laminarea să înceapă de la un lingou turnat.

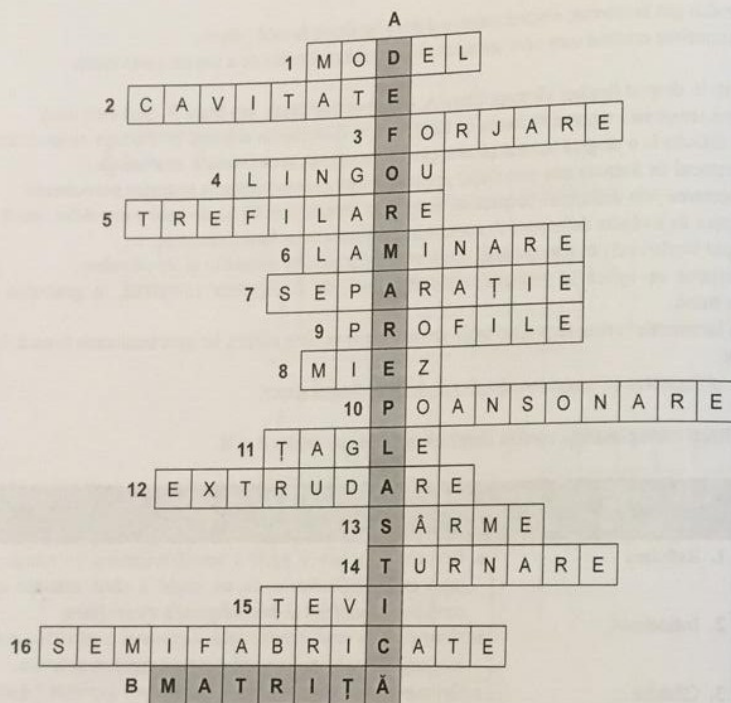
3. Realizați corespondența corectă dintre elementele coloanelor A și B.

A. Denumirea operației de bază la forjare	B. Definiția operației
1. Refulare	a. Operația prin care o parte a semifabricatului se rotește în jurul axei longitudinale, cu un unghi a cărui mărime este condiționată de felul și de configurația piesei finite.
2. Întindere	b. Operația prin care se realizează îngroșarea semifabricatului, micșorându-se în mod corespunzător lungimea acestuia.
3. Găurire	c. Detașarea unei părți din piesa forjată sau separarea a două piese forjate împreună.
4. Îndoire	d. Operația de unire a două sau mai multe semifabricate ori a capetelor aceluiași semifabricat.
5. Răsucire	e. Operația prin care se realizează alungirea semifabricatului, micșorându-se în mod corespunzător secțiunea transversală.
6. Sudare	f. Operația prin care se obține într-un semifabricat un gol care îl străbate complet sau parțial, cu ajutorul unui sau al mai multor dornuri.
7. Tăiere	g. Operația prin care se dă semifabricatului o formă curbă după un anumit contur.

4. a. Identificați semifabricatele din atelierul liceului obținute prin turnare și pe cele realizate prin diverse procedee de prelucrare prin deformare plastică;
 - b. Analizați semifabricatele din punctul de vedere al preciziei dimensionale;
 - c. Enumerați avantajele și dezavantajele fiecărui procedeu de elaborare a semifabricatelor respective.
5. Descrieți operațiile necesare obținerii unei piese turnate.

RĂSPUNSURI

1.



2. a - A, b - F, c - F, d - F, e - A, f - A, g - F.

3. 1 - b, 2 - e, 3 - f, 4 - g, 5 - a, 6 - d, 7 - c.

PREZENTAREA GENERALĂ A PROCEDEELOR DE PRELUCRARE PRIN AȘCHIERE

4

4.1. Noțiuni de bază ale procesului de așchiere

4.2. Operații de prelucrare prin așchiere

COMPETENȚE ȘI DEPRINDERI

Noțiunile prezentate în acest capitol contribuie la cunoașterea procedeelelor de prelucrare prin așchiere, prin:

- clasificarea procedeelelor de prelucrare a semifabricatelor prin așchiere;
- utilizarea termenilor specifici prelucrărilor prin așchiere;
- recunoașterea mașinilor-unelte utilizate la prelucrările semifabricatelor prin așchiere;
- identificarea părților componente ale mașinilor-unelte utilizate;
- descrierea SDV-urilor folosite la prelucrările prin așchiere.

4.1. NOȚIUNI DE BAZĂ ALE PROCESULUI DE AȘCHIERE

definiție

Procesul de așchiere reprezintă procesul de îndepărtare a adaosului de prelucrare, sub formă de așchii, de pe suprafața semifabricatelor obținute prin: turnare, matrițare, forjare, laminare etc., în vederea obținerii formei, a dimensiunilor și a netezimii suprafețelor necesare.

Adaosul de prelucrare este mărimea stratului de material care se îndepărtează de pe suprafața semifabricatului pentru a obține piesa finită, prin mai multe operații și faze.

Mărimea adaosului de prelucrare depinde de următorii factori: metoda de elaborare a semifabricatului, configurația și complexitatea piesei, natura materialului, caracterul producției (unicate, serie mică, serie mare sau de masă). Adaosul de prelucrare trebuie să fie cât mai mic, pentru a se face economie de metal, de timp, precum și pentru a se reduce consumul de scule așchietoare. Mărimea adaosului de prelucrare se stabilește pe baza unor normative sau se poate determina prin calcul.

În procesul de prelucrare, desprinderea așchiilor se produce ca urmare a acțiunii forței F aplicate asupra sculei așchietoare (fig. 4.1). Apăsarea exercitată de sculă crește treptat, producând la început deformarea elastică a materialului, după care, pe măsură ce apăsarea crește, deformările trec în stare plastică. În fața tăișului sculei se formează o zonă de deformări puternice ($abcd$ - fig. 4.1).

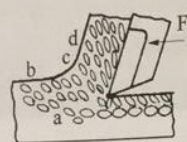


Fig. 4.1. Schema procesului de aşchiere.

Tăişul pătrunde în materialul prelucrat, îl deformează local, îl despică şi desprinde aşchia, care alunecă pe suprafaţa sculei aşchietoare.

Suprafaţa de pe care se îndepărtează aşchiile se numeşte *suprafaţa de aşchiere*, iar suprafaţa rezultată în urma prelucrării se numeşte *suprafaţă aşchiată*.

O sculă aşchietoare nu poate desprinde aşchii de pe suprafaţa piesei decât în cazul în care îndeplineşte următoarele condiţii:

- este mai dură decât materialul prelucrat;
- are o anumită formă, dependentă de forma şi de dimensiunile semifabricatului şi de cele ale piesei finite;
- ocupă o anumită poziţie faţă de suprafaţa prelucrată.

Un material se consideră a fi mai prelucrabil în măsura în care:

- durabilitatea sculei aşchietoare este mai mare;
- timpul în care are loc îndepărtarea prin aşchiere a unui volum de material este mai mic;
- calitatea suprafeţei obţinute este mai bună;
- precizia de prelucrare este mai ridicată;
- consumul energetic este mai mic;
- solicitările maşinii-unelte sunt minime;
- aşchiile au o formă mai convenabilă din punctul de vedere al uşurinţei de manipulare şi de transport, al volumului pe care îl ocupă etc.

Tipuri de aşchii

Aşchia se formează şi se detaşează prin alunecare pe faţa de degajare a sculei (fig. 4.2), ca urmare a forme geometrice de pană a părţii active a sculei, definită de unghiurile acesteia.

Pentru definirea parametrilor geometrici ai sculei aşchietoare, se pleacă de la cuţitul pentru strunjit cilindric exterior, deoarece geometria celorlalte scule aşchietoare se aseamănă în mare parte cu aceea a sculei menţionate.

În general, o sculă aşchietoare are o parte activă A, cu care realizează detaşarea aşchiilor, şi o parte de prindere B.

Din punct de vedere constructiv, orice sculă aşchietoare se compune din două părţi:

- o parte de fixare A, numită şi corpul sculei;
- o parte activă B, numită şi capul sculei.

O sculă aşchietoare este prevăzută cu una sau mai multe muchii ascuţite, denumite *tăişuri*.

Pentru aşchiere, partea activă trebuie să aibă o formă specifică schemei de aşchiere, care este asigurată de elementele sale constructive şi geometrice (feţe, tăişuri şi faţete).

Se disting următoarele elemente geometrice:

- *faţa de degajare I*, care execută asupra stratului de material de aşchiat forţa necesară procesului de formare a aşchiei şi care serveşte apoi ca plan de alunecare pentru eliminarea acesteia (fig. 4.3, a);
- *faţa principală de aşezare II*, orientată în procesul de aşchiere spre suprafaţa de aşchiere;
- *faţa secundară de aşezare III*, orientată spre suprafaţa aşchiată a piesei;

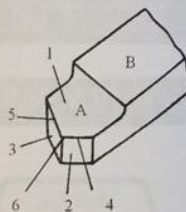


Fig. 4.2. Elementele geometrice ale cuţitului: 1 – faţa de degajare pe care alunecă aşchiile în timpul procesului de prelucrare; 2 – faţa de aşezare principală, îndreptată spre suprafaţa de aşchiere; 3 – faţa de aşezare secundară, îndreptată spre suprafaţa prelucrată; 4 – tăişul principal; 5 – tăişul secundar; 6 – vârful cuţitului.

Prezentarea generală a procedeelor de prelucrare prin aşchiere

- *tăişul principal I*, care participă direct la formarea aşchiei şi rezultă din intersecţia feţelor I şi II;
- *tăişul secundar sau netezitor 2*, format de intersecţia feţelor I şi III;
- *faţeta f*, formată prin tăierea feţelor de aşezare şi degajare din vecinătatea tăişurilor, cu rolul de a da tăişului o rezistenţă mai mare şi de a micşora frecările dintre sculă, aşchie şi piesă.

Tăişul are rolul de a transforma adaosul de prelucrare în aşchie şi de a genera suprafeţele prelucrate.

Parametrii geometrici constructivi ai tăişului unei scule aşchietoare sunt exprimaţi prin unghiurile pe care le formează şi muchiile tăişului cu direcţiile unui sistem de referinţă $oxyz$, care are axele orientate în raport cu elementele părţii de prindere ale sculei (fig. 4.3, b) şi se definesc în felul următor:

- unghiul de *degajare* γ – marchează poziţia feţei de degajare a sculei;
- unghiul de *aşezare* α – indică poziţia feţei de aşezare;
- unghi de *ascuţire* β – stabileşte forma părţii active a sculei;
- unghiul de *înclinare al tăişului* λ ;
- unghiul de *atac* κ .

În afara unghiurilor ce caracterizează forma constructivă a părţii active a sculei, se mai cunosc unghiurile funcţionale ale cuţitului, care au aceeaşi definiţie precum cea dată pentru unghiurile constructive.

Cunoaşterea lor prezintă o mare importanţă pentru procesul de aşchiere deoarece, după modul de formare, aceste unghiuri favorizează sau împiedică procesul de aşchiere.

Suma unghiurilor de degajare, aşezare şi ascuţire este egală cu un unghi drept.

$$\alpha + \beta + \gamma = 90^\circ$$

Între unghiurile α şi β există următoarea relaţie:

$$\alpha + \beta = \delta, \text{ unde } \delta \text{ este unghiul de tăiere.}$$

Mărimea acestor unghiuri depinde de o serie de factori, cum sunt: tipul sculei aşchietoare, materialul sculei, materialul prelucrat etc.

Aceste unghiuri se regăsesc la orice sculă aşchietoare: cuţit de strung, freză, daltă, pânză de fierăstrău etc.

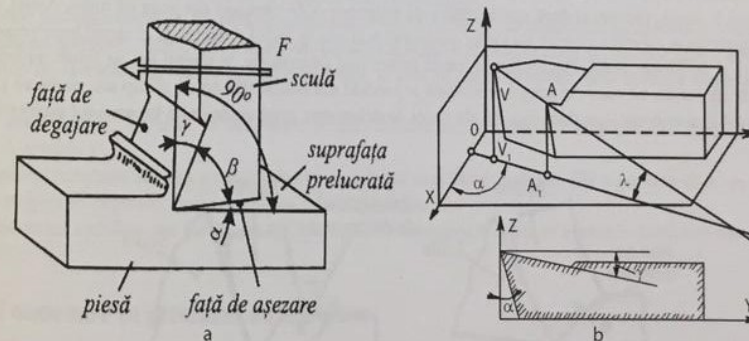


Fig. 4.3. Unghiurile constructive ale tăişului sculei aşchietoare.

În timpul procesului de aşchiere, scula este supusă unor solicitări foarte mari.

Aşchiile formate în timpul prelucrării prin aşchiere a diferitelor materiale metalice diferă în funcţie de proprietăţile acestor materiale (duritate, plasticitate etc.).

În funcţie de aspectul lor, aşchiile pot fi discontinue sau continue.

→ *Aşchiile discontinue* pot fi de rupere sau în trepte.

a. *Aşchiile de rupere* (fig. 4.4, a) rezultă la prelucrarea materialelor fragile cum sunt, de exemplu, bronzul şi fonta.

Se desprind sub forma unor mici fragmente cu contur neregulat şi dimensiuni de la câţiva milimetri la fracţiuni de milimetru;

b. Așchiile în trepte sau fragmentate (fig. 4.4, b) rezultă în timpul prelucrării materialelor metalice dure și tenace, cum sunt unele oțeluri-carbon obișnuite (OL 60, OL 70) sau unele oțeluri aliate. Se prezintă sub forma unor panglici scurte, deformate, alcătuite din elemente dispuse sub formă de trepte. Suprafața cu care așchia se freacă de fața de degajare a sculei este netedă și lucioasă.

→ Așchiile continue sau de curgere (fig. 4.4, c) se obțin la prelucrarea oțelurilor moi și maleabile, cum sunt unele oțeluri-carbon obișnuite (OL 37) sau slab aliate și multe materiale metalice neferoase (alamă, cupru, aliaje de aluminiu). Se prezintă sub forma unor panglici lungi, având una dintre suprafețe netedă și lucioasă, iar cealaltă aspră, rugoasă.

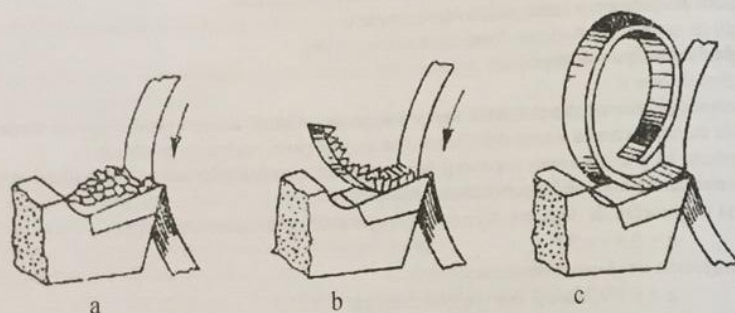


Fig. 4.4. Tipuri de așchii.

O altă clasificare a tipurilor de așchii se face după modul de desprindere pe lungimea așchiilor, după forma și după volumul pe care îl ocupă, precum și după posibilităților de eliminare și de transport din zona de lucru. Astfel, în STAS 12046/2 - 84 așchiile se clasifică, potrivit factorilor enumerați mai sus, în așchii acceptabile și așchii bune preponderent de formă lungă și de formă scurtă. Fiecare dintre aceste forme sunt diferențiate, la rândul lor, pe tipuri reprezentative, astfel: așchii de tip bandă, tubulare, în spirală, elicoidală în rondule sau elicoidală conică, de tip arc, de tip ac ș.a.m.d.

În figura 4.5. sunt prezentate două modele ale zonei de deformare, produse de sculă în procesul așchierii.

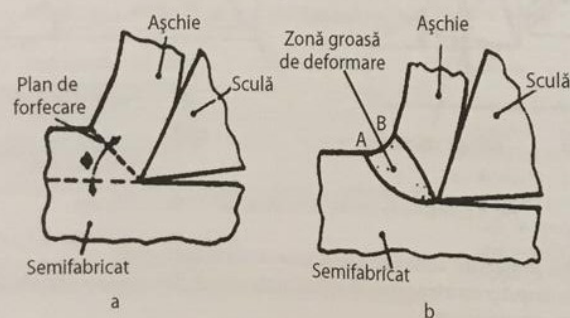


Fig. 4.5. Forme de așchii.

Cea mai favorabilă formă de așchie, din punctul de vedere al ușurinței de manipulare și al volumului pe care îl ocupă, este așchia de formă scurtă. Forma așchiilor are o mare influență asupra economicității procesului de așchiere. Pentru determinarea formei optime, se stabilesc următoarele criterii: volumul ocupat, protecția omului, a mașinii, a piesei și a sculei, consumul energetic.

Prin forma, dimensiunile și cantitatea lor, așchiile pot îngreuna procesul de lucru.

Așchiile cu volum mare ocupă un spațiu mare, necesită utilaje speciale de balotare, nu pot fi evacuate automat, sunt periculoase pentru muncitor, pentru mașină și sculă. În această categorie intră așchiile de curgere lungi, drepte, cele care se îngâmfă în jurul sculei, precum și așchiile elicoidale cu secțiuni mari. Acestea sunt considerate cele mai periculoase forme, atât din punctul de vedere al protecției muncii, cât și din cel al evacuării din zona de așchiere.

Așchiile cu volum mic sunt ușor de evacuat și de transportat, nu periclitează muncitorul, mașina și scula. În această categorie intră așchiile de rupere, de curgere mici, de formă elicoidală sau spirală cu lungime mică, cele în formă de virgulă etc. Aceste așchii sunt considerate favorabile și sunt preferate la mașinile automate, unde îndepărtarea așchiilor se efectuează de asemenea automat, cu ajutorul fluidelor de răcire și al unor benzi transportoare.

Forma optimă a așchiei depinde de tipul producției (individuală, de serie, de masă) și de mașinile-unelte utilizate (universale, automate). Pe mașinile automate nu se poate lucra cu așchii continue și, ca urmare, trebuie să se ia măsuri speciale pentru obținerea unor așchii de tip scurt, cum sunt cele de rupere. Printre aceste măsuri se numără și elaborarea unor oțeluri speciale cu un conținut mai mare de fosfor și sulf decât al oțelurilor obișnuite, numite *oțeluri pentru automate*. La aceste oțeluri se produc așchii de rupere, datorită fenomenului de fragilitate la cald, obținut ca urmare a compoziției chimice amintite.

Forma așchiilor este determinată nu numai de caracteristicile materialului prelucrat, ci și de parametrii regimului de așchiere, de parametrii geometrici, de folosirea și de tipul lichidului de așchiere. În vederea obținerii formei dorite de așchie, modificarea regimului de așchiere ar determina scăderi ale productivității și ale calității suprafețelor, precum și creșteri ale costurilor. În general, se caută obținerea formei optime de așchie prin modificarea geometriei sculei, în special în ceea ce privește suprafața de degajare.

Firmele producătoare livrează plăcuțele așchietoare amovibile și asigură obținerea de așchii favorabile pentru diferite game ale regimurilor de așchiere, datorită profilurilor speciale ale suprafețelor de degajare.

Așchiile lungi care se deplasează spre locul în care stă muncitorul îl incomodează pe acesta în timpul lucrului și chiar îl pot accidenta. Din această cauză, se iau măsuri care au ca scop protecția muncitorului, prin utilizarea unor paravane de protecție sau prin fragmentarea așchiilor prin folosirea unor scule speciale. Acestea au pe fața de degajare scobituri care obligă așchia să se deformeze foarte mult, rupându-se.

Forma așchiilor depinde, în afară de natura materialului prelucrat, de parametrii geometrici ai sculei așchietoare și de viteza de așchiere. Astfel, este posibil ca, folosind aceeași sculă așchietoare și prelucrându-se același material, să se treacă de la așchii de rupere la așchii în trepte și apoi la așchii continue, prin sporirea treptată a vitezei de așchiere.

În afara formei, așchiile se deosebesc și prin dimensiuni: lungimea și dimensiunile secțiunii transversale (lățimea și grosimea).

Așchiile rezultate în urma prelucrărilor prin așchiere constituie un deșeu. Ele nu se aruncă, ci se colectează în vederea retopirii în cuptoare, pentru turnarea de semifabricat noi.

Colectarea așchiilor are loc în așa fel încât diferitele materiale să nu se amestece între ele, ceea ce le-ar face inutilizabile.

Mișcări necesare în procesul de așchiere

Realizarea efectivă a unei piese având o anumită configurație constă în generarea suprafeței acesteia, în condițiile tehnice prevăzute în desenul de execuție. În industria constructoare de mașini, generarea suprafețelor pieselor poate fi efectuată prin diverse procedee: turnare, sudare, deformare plastică la cald (laminare, forjare, matrișare, presare), deformare plastică la rece (laminare, tragere, presare, ștanțare, ambutisare, extrudare), așchiere, eroziune (electrică, abrazivă în câmp ultrasonic, electrochimică, cu fascicul de particule), sinterizare. Dintre acestea, procedeul care corespunde condițiilor de generare a suprafețelor pieselor pe mașini-unelte este prelucrarea prin așchiere.

Prelucrarea prin așchiere se poate realiza prin foarte multe procedee, care se deosebesc prin schema de prelucrare, prin sculele folosite și prin mașinile-unelte utilizate. Însă ceea ce caracterizează cel mai bine procedeele de prelucrare prin așchiere sunt mișcările executate de sculă și de piesa prelucrată.

Desprinderea așchiilor de pe semifabricat este determinată de mașina-unelă, fiind produsă de mișcarea alternativă dintre semifabricat și scula așchietoare. Această mișcare relativă reprezintă *mișcarea de așchiere* și are două componente: *mișcarea principală*, al cărei scop este desprinderea așchiilor de pe suprafața semifabricatului, și *mișcarea secundară*, ce are drept scop aducerea de noi straturi de material în fața tășului sculei așchietoare.

→ **Mișcarea principală** poate fi executată – de la caz la caz – de piesă sau de scula așchietoare. Ea poate fi o mișcare de rotație *continuu* sau o mișcare *rectilinie*. Este componenta prin care se produce desprinderea așchiilor de pe suprafața semifabricatului.

Viteza cu care se execută mișcarea principală se numește *viteză de așchiere* și se măsoară în m/min. sau m/s. Relația de calcul a vitezei de așchiere depinde de felul mișcării principale.

→ **Mișcările secundare (de avans)** pot fi de rotație sau *rectilinii*, *continue* sau *discontinue* (intermitente). Ele se execută uneori de piesă, iar alteori de sculă; există și cazuri când același element (sculă sau piesă) poate executa și mișcarea principală și o mișcare de avans.

Viteza cu care se execută această mișcare se numește *avans*; se notează cu s și se măsoară în mm/rot., când mișcarea principală este de rotație, sau mm/cursă dublă, când mișcarea principală este *rectilinie* alternativă.

Rezultanta celor două viteze se numește *viteză efectivă de așchiere*.

Pentru pregătirea procesului de așchiere, se efectuează următoarele mișcări:

- de *reglare*, prin care se stabilește adâncimea de așchiere;
- de *apropiere (de poziționare)*, prin care scula este adusă în apropierea piesei, în vederea executării mișcării de reglare; în urma sa, scula este tangentă la suprafața piesei.
- de *compensare*, prin care se compensează uzura sculei, în vederea realizării unei prelucrări corespunzătoare.

Orice prelucrare prin așchiere se efectuează în două faze: de *degroșare* și de *finisare*. La degroșare, se elimină cea mai mare parte din adaosul de prelucrare. Aceasta se execută cu viteză de așchiere mică, iar avansul și adâncimea de așchiere sunt mari. După degroșare, semifabricatul se apropie ca formă și dimensiuni de piesa finită. La finisare, se elimină restul adaosului de prelucrare, piesa rezultată având forma și dimensiunile înscrise în desenul de execuție. Această fază se efectuează cu viteză mare, avansul și adâncimea fiind mici.

Scopul final al unei prelucrări prin așchiere îl constituie obținerea unei suprafețe ce are configurația, dimensiunile și netezimea conforme cerințelor impuse piesei.

Configurația suprafeței prelucrate rezultă din combinarea mișcărilor executate de tăișul sculei așchietoare și de piesa prelucrată (fig. 4.6). Astfel, pentru generarea unei suprafețe plane se pot utiliza următoarele combinații de mișcări:

- mișcare de rotație a piesei + mișcare *rectilinie* a tăișului sculei (cazul strunjirii plane);
- mișcare *rectilinie* a piesei + mișcare de rotație a tăișului sculei (cazul frezării)
- mișcare de rotație a piesei + mișcare de rotație a tăișului sculei (cazul rectificării sau al frezării pe mașini cu masă rotundă);
- mișcare *rectilinie* a piesei + mișcare *rectilinie* a tăișului (cazul rabotării).

Generarea unei suprafețe plane poate fi însă realizată și cu ajutorul unei singure mișcări, folosindu-se o sculă cu muchie *rectilinie* (cazul broșării).

Rezultă de aici că generarea unei anumite suprafețe poate fi obținută prin mai multe variante de combinare a mișcărilor pieselor prelucrate și a sculelor așchietoare, ceea ce corespunde posibilității realizării suprafețelor respective pe mai multe tipuri de mașini-unelte.

În cazul prelucrării unor suprafețe complicate (de exemplu, suprafețele dinților roților dințate, suprafețele elicoidale sau unele suprafețe profilate), este necesar ca între mișcările folosite să existe o coordonare strictă. Aceasta se realizează prin stabilirea unei legături cinematice între sculă și piesă.

În general, mișcările folosite la generarea unei suprafețe își lasă amprenta asupra aspectului suprafeței prelucrate (fig. 4.6); pe suprafață apar urmele tăișului sculei care permit identificarea procedurii de prelucrare utilizat.

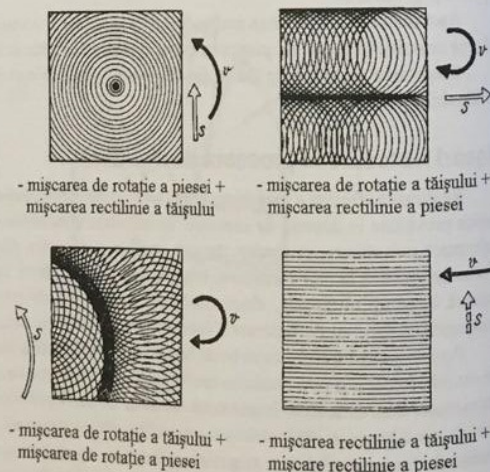


Fig. 4.6. Posibilitățile de generare a unei suprafețe plane.

4.2. OPERAȚII DE PRELUCRARE PRIN AȘCHIERE

4.2.1. Strunjirea

Strunjirea reprezintă *prelucrarea prin așchiere, executată cu cuțitul de strung, la care piesa efectuează mișcarea principală de rotație, iar scula efectuează mișcările secundare (de avans), rectilinie sau curbilinie*.

În funcție de prelucrarea obținută, strunjirea poate fi: de degroșare, de finisare sau de superfinisare. În general, cu cât prelucrarea este mai fină, cu atât vitezele de așchiere sunt mai mari, iar avansurile, adâncimile de lucru și adaosurile de prelucrare sunt mai mici.

Alegerea regimului de așchiere pentru strunjire se realizează prin găsirea celor mai potrivite valori pentru cele trei elemente ale acestuia – avansul s , adâncimea așchiei t și viteza de așchiere v_{as} – și prin reglarea strungului în mod corespunzător.

Avansul se reglează cu ajutorul cutiei de avansuri cu care este dotat strungul respectiv.

Adâncimea de așchiere este determinată de mărimea adaosului de prelucrare. Se recomandă să se obțină dintr-o singură trecere, dacă rigiditatea ansamblului piesă-sculă-strung permite.

Adâncimea de așchiere minimă care asigură o desfășurare normală strunjirii de finisare poate cobori până la 0,1 mm, când cuțitul este armat cu plăcuțe de carburi metalice, și până la 0,05 mm, când cuțitul este din oțel special, de scule.

Viteza de așchiere este parametrul cel mai important al regimului de așchiere. Prin urmare, trebuie să se acorde o atenție deosebită alegerii valorii acesteia, acest parametru influențând și productivitatea strunjirii respective.

A alege viteza optimă pentru o anumită prelucrare înseamnă a găsi acea valoare a vitezei care să satisfacă trei condiții:

- a) productivitate maximă;
- b) durabilitate maximă pentru cuțit;
- c) preț de cost cât mai mic al pieselor care se prelucurează.

Procesul tehnologic de generare prin așchiere, prin care se realizează pe strung suprafețele prelucrate (reale), impune existența unei mișcări relative între tăișul sculei așchietoare și piesa de prelucrat (fig. 4.7).

Mișcarea I imprimată piesei de prelucrat, în vederea detașării așchiilor, se numește *mișcare principală de așchiere*.

Pe lângă mișcarea principală de așchiere, este necesară și o mișcare de avans II sau II', care asigură detașarea continuă a așchiilor. Această mișcare este executată de scula așchietoare.

În timpul procesului de așchiere, scula înlătură de pe suprafața de așchiat (3) a piesei, adaosul de prelucrare. Suprafața (1) de pe care se îndepărtează așchiile se numește *suprafață de așchiere*, iar suprafața (2) rezultată în urma prelucrării, *suprafață așchiată*.

Prin acest procedeu, se pot prelucra diferite tipuri de piese: axe, bolțuri, știfturi, arbori netezi sau în trepte, buce, flanșe, lagăre, discuri, șuruburi, tijele etc.

Strungul normal

Strungurile normale sunt mașini-unelte destinate efectuării prin strunjire a unei varietăți mari de prelucrări exterioare și interioare. Pe strung se pot executa *operații tehnologice*, ca:

- strunjire longitudinală;
- strunjire conică;
- strunjire plană;
- găurire;
- filetare;
- operații speciale, în măsura în care este echipat cu dispozitive corespunzătoare (copiere, strunjire sferică, poligonală etc.).

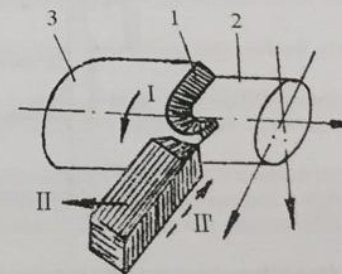


Fig. 4.7. Mișcările în procesul de așchiere la strunjire:
I – mișcarea principală de așchiere (de rotație);
II – mișcarea de avans longitudinală; III – mișcarea de avans transversal.

Strungurile normale sunt destinate executării operațiilor amintite în cazul producției individuale, ceea ce justifică universalitatea acestui tip de mașină-unelte.

Strungurile normale se clasifică după următoarele criterii:

- după **dimensiunile caracteristice**, strungurile normale pot fi:
 - de *masă* sau *mici*, la care diametrul maxim de prelucrat D este până la 200 mm, iar distanța maximă dintre vârfuri L este de 450–600 mm (*strunguri de ceasornicărie*). Aceste strunguri servesc la strunjirea și filetarea pieselor pentru mecanica fină, în construcția instrumentelor de laborator și optică, în construcția de mașini ușoare și la confecționarea sculelor mici;
 - *mijlocii*, la care diametrul D este de 200–800 mm, iar distanța dintre vârfuri este de 500–8.000 mm;
 - *grele*, la care diametrul D este mai mare de 800 mm, ajungând până la 2.000 mm, iar distanța dintre vârfuri poate ajunge la 12.000 mm și mai mult;
- după **gradul de precizie**, strungurile normale pot fi:
 - de *degroșare*;
 - de *precizie normală*;
 - de *precizie ridicată*;
- după **turațiile ce se pot obține în arborele principal**, strungurile normale pot fi: cu turații mari (până la 4.000 rot./min. și mai mult).
- după **construcția mecanismului de avansuri**, strungurile normale pot fi:
 - de *filetat*: se pot executa orice operații de strunjire și de filetare cu cuțitul, deoarece sunt prevăzute cu șurub conducător;
 - de *producție*: nu au șurub conducător și se folosesc mai ales în cazul producției de serie, pentru executarea diferitelor operații de strunjire, excepție făcând filetarea cu cuțitul.

Dintre tipurile de strunguri construite în țara noastră, cele mai răspândite sunt: SN 250, SN 320, SN 400 și variante constructive din grupele A și B, SNA și SNB.

În figura 4.8 este reprezentată vederea generală a unui strung normal. Arborele principal efectuează mișcarea principală de rotație I, iar portcuțitul, montat pe sania portcuțit (14), efectuează:

- mișcarea de avans longitudinal II, primită de la căruciorul (3);
- mișcarea de avans transversal III, cu ajutorul saniei transversale (10), care are ghidaje pe sania longitudinală (8). Mișcarea IV este executată de sania portcuțit și este de avans.

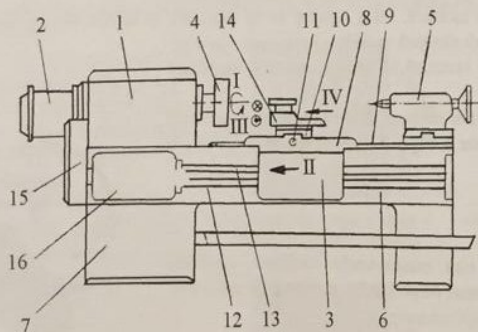


Fig. 4.8. Strungul normal: 1 – păpușă fixă; 2 – motor electric de acționare; 3 – cărucior; 4 – dispozitiv de prindere a piesei; 5 – păpușă mobilă; 6 – pat; 7 – picior; 8 – sanie principală; 9 – ghidajele patului; 10 – sanie transversală; 11 – șurubul conducător al saniei transversale; 12 – arborele avansurilor; 13 – șurubul conducător al căruciorului; 14 – sania portcuțit; 15 – lira roților de schimb; 16 – cutia de filete.

Arborele principal primește mișcarea de rotație de la cutia de viteze, montată în interiorul păpușii fixe (1), iar căruciorul (3) este antrenat în mișcare de avans pe ghidajele batiului. Cutia mecanismelor căruciorului primește mișcarea de rotație:

Prezentarea generală a procedeelor de prelucrare prin așchiere

- de la arborele avansurilor (12), pentru operații de strunjire;
- de la șurubul conducător (13), pentru filetare.

În primul caz, mecanismul de transformare a mișcării de rotație în mișcare de translație a căruciorului este pinion-cremalieră, iar în al doilea, șurub conducător-piuliță.

Numărul mare de pași și tipuri de filete care trebuie realizate pe strungul normal, precum și necesitatea de a mișcarea timpul consumat de reglarea lanțului cinematic de filetare, în vederea creșterii productivității, au dus la apariția unui subsansamblu specific în construcția strungurilor normale: cutia de filete (16), care, pentru a simplifica cinematica mașinii, este folosită și drept cutie de avansuri.

Scula așchietoare se fixează în suportul portcuțit și execută împreună cu acesta o mișcare de translație, prin deplasarea căruciorului (3).

Ansamblurile principale ale unui strung sunt: batiul, păpușa fixă, păpușa mobilă, cutia de avansuri, căruciorul și accesoriiile.

Batiul mașinii, nelipsit din componența oricărei mașini-unelte, are rolul de a susține toate celelalte părți ale mașinii.

Ghidajele, fixate pe batiu sau pe elementele atașate acestuia, asigură deplasarea ușoară a elementelor mobile ale mașinii-unelte (sânii, traverse mobile etc.), în scopul executării diferitelor mișcări necesare în procesul de reglare a mașinii și în timpul reglării pieselor.

În funcție de complexitatea ei, o mașină-unelte poate avea unul sau mai multe sisteme de ghidare. Din punct de vedere constructiv, ghidajele prezintă numeroase soluții (prismatice, dreptunghiulare, cilindrice etc.).

Sâniiile sunt elemente mobile ale mașinii-unelte care se deplasează în lungul ghidajelor. Ele pot imprima deplasări ale pieselor sau ale sculelor.

Păpușa fixă constă într-o carcasă așezată în partea stângă a batiului, care susține arborele principal al strungului, prin intermediul unor lagăre. La mașinile moderne, arborele principal este montat pe lagăre cu rostogolire, permițând reglarea ușoară a jocurilor și înlocuirea rulmenților în cazul unei uzuri peste limita admisă. În păpușa fixă se găsesc mecanismele cu roți dințate care permit realizarea unui număr de turații diferite la arborele principal.

Păpușa mobilă este montată pe batiu în partea opusă păpușii fixe și servește la susținerea semifabricatului prelucrat între vârfuri și la fixarea unor scule așchietoare, ca: burghie, adâncitoare, alezoare, tarozi etc. Se compune din trei părți principale: placa de bază, corpul păpușii și pinolă. Placa de bază permite glisarea păpușii mobile în jurul batiului strungului, fiind prelucrată corespunzător profilului ghidajelor.

Căruciorul strungului este format din trei sânii suprapuse: sania inferioară sau căruciorul propriu-zis, sania intermediară sau transversală și sania superioară sau sania portcuțit. Deplasarea căruciorului împreună cu scula așchietoare se face prin antrenarea acestuia cu ajutorul barei de avans (în cazul strungurilor obișnuite) sau cu șurubul conducător (în cazul tăierii filetelor).

Pentru obținerea mișcării necesare procesului de prelucrare prin așchiere, în componența mașinilor-unelte intră o serie de **elemente de acționare**.

Acționarea mașinilor-unelte poate fi electromecanică sau hidraulică. Uneori, se întrebunțează combinații dintre aceste două sisteme, putându-se adăuga și acționarea pneumatică.

Acționarea electromecanică constituie cel mai răspândit sistem de acționare și, în principiu, cuprinde o sursă de mișcare – care este un motor electric –, transmisii mecanice, cutii de viteze și de avansuri și elementele de execuție ale diferitelor mișcări de lucru (principale, secundare, auxiliare).

Motoarele electrice cele mai uzuale sunt alimentate în curent alternativ; aceste motoare au turație constantă și, mai rar, două turații distincte. Motoarele electrice alimentate cu curent continuu, deși avantajoase, întrucât permit reglarea continuă a turației, sunt mai puțin folosite din cauza greutăților de alimentare cu curent continuu și a complexității lor constructive.

De la motorul electric, mișcarea este preluată de mecanisme pentru transmiterea mișcării, ajungând la cutiile de viteze sau de avansuri, de unde, prin intermediul altor transmisii, ajunge la elementele de execuție ale mișcărilor de lucru.

Principalele **transmisii mecanice** folosite în construcția mașinilor-unelte sunt:

- transmisiiile cu roți dințate cilindrice, conice sau de alt tip;
- transmisiiile cu curele late, trapezoidale, dințate etc.
- transmisii cu lanțuri articulate.

Pentru a se obține la elementele de execuție și alte tipuri de mișcare în afara celei de rotație, se folosesc *mecanisme pentru transmiterea și transformarea mișcării*, cum sunt:

- mecanismul roată dințată-cremalieră;
- mecanismul șurub-piuliță;
- mecanismul cu excentric;
- mecanismul cu culisă;
- mecanismul cu clichet.

Majoritatea acestor mecanisme sunt grupate, în cadrul unei mașini-unelte, în părți distincte, având un scop bine determinat. Astfel, pentru modificarea vitezei mișcării principale, se folosesc cutiile de viteze, iar pentru obținerea unei anumite viteze a unei mișcări secundare, cutiile de avansuri.

Cutiile de viteze și de avansuri conțin o serie de mecanisme pentru transmiterea, multiplicarea sau demultiplicarea turației, precum și mecanisme pentru inversarea mișcării.

Cele mai răspândite cutii de viteze folosesc pentru multiplicarea sau demultiplicarea turației mecanisme cu baladoare – grupuri de două sau trei roți dințate unite între ele. Ultimul arbore al cutiei de viteze este cel mai important, pentru că pe el se fixează unul dintre organele de execuție (sculă sau dispozitiv de prindere a piesei). Cutiile de viteze sunt prevăzute cu manete pentru schimbarea turațiilor. Pentru mașinile-unelte de mare productivitate, au fost construite cutii de viteze la care turațiile se schimbă cu ajutorul unor cuplaje electromagnetice.

Cutiile de avansuri conțin de obicei aceleași mecanisme ca și cutiile de viteze; ele pot fi acționate de la același motor electric ca și cutia de viteze sau de la un motor independent.

Instalația electrică este montată în cofrete speciale, marcate cu semne de avertizare (săgeți frânte, de culoare roșie).

Cuțite de strung

La prelucrările prin strunjire cele mai folosite *scule* sunt *cuțitele* de strung. Ele se clasifică după mai multe criterii:

➤ după *sensul avansului*:

- cuțite *pe dreapta*: se suprapune palma mâinii drepte peste corpul cuțitului, astfel ca degetele să fie îndreptate înspre vârful acestuia și privind spre fața de degajare, tăișul principal apare de partea degetului mare; aceste cuțite lucrează cu avansul de la dreapta spre stânga (fig. 4.9, a);
- cuțite *pe stânga* (fig. 4.9, b).

➤ după *forma capului*:

- cuțite *drepte*, la care axa de simetrie a capului cuțitului este dreaptă atât în plan, cât și în vedere laterală (fig. 4.9, a și b);
- cuțite *încovoiate*, la care axa de simetrie a corpului cuțitului este încovoiată în plan (fig. 4.9, c și d);
- cuțite *cu cap îngustat*, la care capul este mai îngust decât corpul; capul poate fi simetric (fig. 4.9, f) sau asimetric față de axa cuțitului (fig. 4.9, e și g);

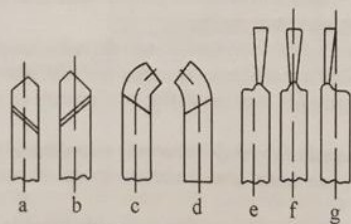


Fig. 4.9. Forma cuțitelor de strung.

➤ după *felul prelucrării*:

- cuțite *drepte pentru degroșat* (fig. 4.10, a): pentru strunjirea suprafețelor cilindrice, la prelucrarea cu avans și adâncime de așchiere mare;

Prezentarea generală a procedeelor de prelucrare prin așchiere

- cuțite *încovoiate pentru degroșat* (fig. 4.10, b): pentru strunjirea suprafețelor cilindrice și a suprafețelor plane exterioare;
- cuțite *late pentru finisat* (fig. 4.10, c): pentru strunjirea de finisare a suprafețelor cilindrice sau frontale, la lucru cu avans mare;
- cuțite *drepte pentru finisat* (fig. 4.10, d): la strunjirea de finisare a suprafețelor cilindrice exterioare, la prelucrarea cu avans mic;
- cuțite *pentru colț* (fig. 4.10, e): la strunjirea de finisare a suprafețelor de trecere;
- cuțite *frontale* (fig. 4.10, i): la strunjirea suprafețelor frontale;
- cuțite *laterale* (fig. 4.10, g): la strunjirea de finisare a suprafețelor plane;
- cuțite *pentru retezat* (fig. 4.10, f): pentru operația de rețezare a semifabricatelor din bară;
- cuțite *pentru canelat* (fig. 4.10, h): pentru executarea degajărilor;
- cuțite *de filetat*: la prelucrarea filetelor;
- cuțite *pentru interior* (fig. 4.10, j): la prelucrarea de finisare a găurilor înfundate;
- cuțite *pentru colț interior* (fig. 4.10, k și l): la prelucrarea de finisare a găurilor înfundate;
- cuțite *pentru canale interioare* (fig. 4.10, m);
- cuțite *pentru filetat interior*;

➤ după *tipul constructiv*:

- monobloc;
- sudate cap la cap;
- cu plăcuțe lipite;
- cu plăcuțe fixate mecanic.

Cuțitele cu plăcuțe lipite sunt folosite la ora actuală datorită ușurinței cu care pot fi adaptate la cerințe particulare, cum sunt: raze la vârf și raze de ascuțire modificate, unghiuri de degajare și spărgătoare de șpan de mărimi și forme diferite.

Cea mai folosită variantă constructivă o reprezintă cuțitele cu plăcuțe amovibile, datorită unei serii de avantaje pe care le conferă:

- reducerea timpului ajutător pentru schimbarea sculei;
- păstrarea reglajului mașinii-unelte;
- eliminarea operației de lipire a sculei;
- eliminarea operației de reascuțire.

Plăcuțele așchietoare sunt realizate din: carburi metalice, carburi metalice acoperite cu straturi din materiale extradure, carburi metalice placate cu nitrură cubică de bor (NCB), carburi metalice placate cu policristale de diamant, materiale mineralo-ceramice etc.

O altă variantă constructivă a cuțitelor de strung o reprezintă cuțitele cu reglaj micrometric, folosite la operații de finisare a alezajelor, performanțele de reglare fiind între limitele 0,001 mm și 0,003 mm.

La alegerea formei și a dimensiunilor cuțitelor de strung, se folosesc o serie de criterii, cum ar fi: sensul avansului, felul și forma suprafeței de prelucrat (cilindrică exterioară sau interioară, conică, plană, frontală), felul prelucrării (strunjire de degroșare sau de finisare, filetare, prelucrarea canalelor, a canelurilor), materialul piesei de prelucrat, durabilitatea sculei, economicitatea prelucrării.

Pentru prelucrări curente, cuțitele sunt standardizate și tipizate, iar pentru prelucrări speciale, se adoptă construcții corespunzătoare. În tabelul 4.1 sunt indicate codurile cuțitelor, conform normelor internaționale ISO. Această codificare permite indicarea cât mai corectă a cuțitelor folosite la strunjire.

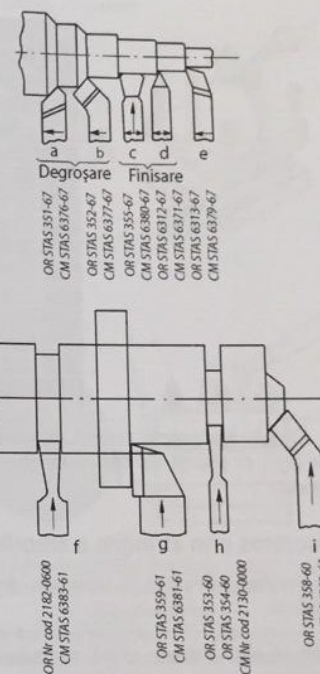


Fig. 4.10. Principalele tipuri de cuțite pentru strung.

Tabelul 4.1. Codificarea cuțitelor conform normelor internaționale ISO.

Nr. crt.	Denumirea cuțitului	Cod	
		CM	Rp
1	Cuțit drept pentru degroșat	301	401
2	Cuțit încovoiat pentru degroșat	302	402
3	Cuțit pentru colț	303	403
4	Cuțit lat	304	404
5	Cuțit lateral	305	405
6	Cuțit frontal	306	406
7	Cuțit pentru canelat	307	407
8	Cuțit pentru interior	308	408
9	Cuțit pentru colț interior	309	409
10	Cuțit pentru finisat cu vârf	351	451
11	Cuțit pentru filetat	352	452
12	Cuțit pentru filetat interior	353	453
13	Cuțit pentru degajat interior	354	454

CM = carburi metalice; Rp = oțel rapid.

Cuțitele de strung se execută din oțeluri-carbon pentru scule, oțeluri aliate pentru scule, aliajele dure, oțeluri rapide (Rp), cu plăcuțe din carburi metalice, materiale mineralo-ceramice, materiale extradure (diamantul, carbura de bor etc.).

Prelucrarea prin strunjire a arborilor

Strunjirea cilindrică se realizează când piesa execută o mișcare de rotație, iar scula o mișcare de avans longitudinal.

În cazul prelucrării *suprafețelor cilindrice exterioare*, piesele de prelucrat se fixează în universal sau se prind între vârfuri, în funcție de diametrul și de rigiditatea acestora.

Universalul este un dispozitiv de fixare prevăzut, de obicei, cu trei bacuri, care realizează simultan fixarea și centrarea pieselor, având diametre într-o gamă relativ largă. Universalul poate realiza centrarea și strângerea piesei cu bacurile așezate în poziție normală, pentru piese de diametru mic, sau întoarsă, pentru piese scurte, cu diametru mare. Universalul este montat pe capătul arborelui principal prin înșurubare, având un sistem de asigurare. Strângerea sau desfăcerea universalului se execută cu ajutorul unei chei care se introduce într-un locaș cu secțiune pătrată.

Arborii lungi sunt sprijiniți în lunete mobile care se fixează pe căruciorul strungului (fig. 4.11, a) sau în lunete fixe care se fixează pe batiu (fig. 4.11, b) ori în diverse dispozitive.

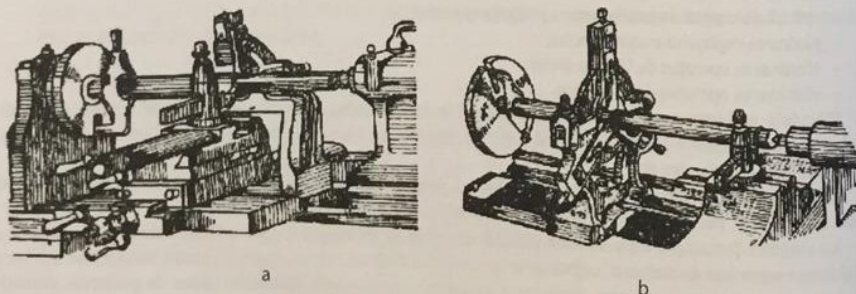


Fig. 4.11. Lunete: a - mobile, b - fixe.

Cele mai răspândite dispozitive de prindere a sculelor pe strung sunt suporturile portcuțit, de diferite construcții: cu placă (fig. 4.12, a) sau cu patru poziții (fig. 4.12, b). Portcuțitul cu patru poziții intră în dotarea strungului normal și permite fixarea a patru scule. Aducerea și fixarea sculei în poziția de lucru se realizează prin rotirea suportului portcuțit

Prezentarea generală a procedeelor de prelucrare prin așchiere

cu ajutorul manetei *m*. Cuțitul (1) (fig. 4.12, c) se fixează în portcuțitul (3) cu șuruburile (2), astfel încât vârful lui să se găsească la înălțimea axei piesei de prelucrat (4). Pentru așezarea cuțitului la înălțimea necesară, de obicei se folosesc plăcuțe de reglare care se așază sub cuțit. Această înălțime la care se fixează vârful cuțitului se poate verifica și cu ajutorul unor șabloane.

1 Prelucrarea arborilor scurți, cu același diametru pe toată lungimea

Prelucrarea arborilor comportă două grupe de operații:

- operații pregătitoare;
- operații de prelucrare propriu-zise.

Operațiile pregătitoare, aplicate arborilor în vederea prelucrării lor ulterioare, sunt: debitarea, îndreptarea, prelucrarea suprafețelor frontale și centruierea.

Operația de debitare este necesară în cazul în care semifabricatul ales pentru confecționarea unui arbore este laminat – calibrat sau necalibrat – sau chiar forjat.

Operația de debitare se poate executa pe mașini de debitat tip fierăstraie mecanice, mașini de debitat cu freză-disc sau cu discuri abrazive, strunguri speciale de debitat sau cu ajutorul unor instalații speciale, prin procedee neconvenționale.

Operațiile de îndreptare se aplică în scopul eliminării deformațiilor semifabricatelor. Îndreptarea se poate executa la rece sau la cald, în funcție de materialul și de dimensiunile arborilor. Utilajele folosite pentru operația de îndreptare se aleg în funcție de caracterul producției și de tipul semifabricatului, putând fi speciale sau universale. Astfel, semifabricatele din laminate, la producția în serie mare și în masă, se îndreaptă pe mașini speciale de îndreptat și de calibrat cu role, prin treceri succesive.

Prelucrarea suprafețelor frontale ale arborilor se aplică în scopul obținerii unor baze tehnologice corespunzătoare, în vederea prelucrării ulterioare a arborilor; acestea influențează direct precizia de prelucrare.

Astfel, înclinarea uneia sau a ambelor suprafețe frontale ale arborilor conduce la obținerea unor găuri de centrare necorespunzătoare, deplasate sau deformate (fig. 4.13), care vor realiza o centrare și o fixare necorespunzătoare.

În cazul unei producții de serie mică, prelucrarea suprafețelor frontale are loc pe strunguri, prin fixarea piesei în universal, iar pentru producția de serie și de masă, se recomandă ca operația de prelucrare a suprafețelor frontale și centruierea să se execute dintr-o singură prindere, folosindu-se mașini speciale.

Operația de *centruiere* prezintă o importanță deosebită, deoarece găurile de centrare sunt folosite ca baze tehnologice, atât în vederea prelucrării, cât și în vederea recondiționării (reparării) arborilor. Precizia dimensională, de formă, precum și calitatea suprafețelor găurilor de centrare influențează direct precizia arborilor.

Pentru executarea găurilor de centrare, se folosesc burghie de centruiere, conform STAS 1114-72. La producția de unicate sau de serie mică pentru arborii cu diametre mai mici 150 mm, operația de centruiere se execută pe strunguri sau mașini de găurit. La arborii cu diametre mai mari 150 mm, centruierea se execută după trasaj, cu mașini de găurit portabile. În cazul producției de serie și de masă, executarea găurilor de centrare se realizează pe mașini speciale de centruit.

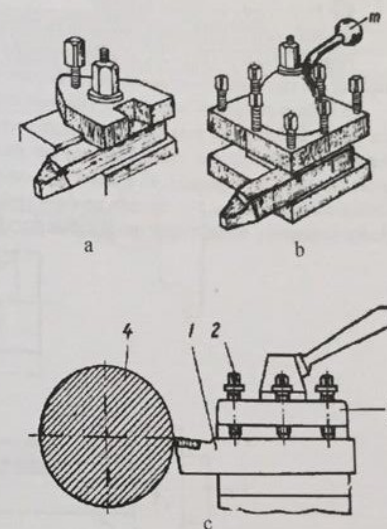


Fig. 4.12. Fixarea cuțitelor de strung: a - în portcuțit; b - în portcuțit cu patru poziții; c - stabilirea înălțimii vârfului cuțitului.

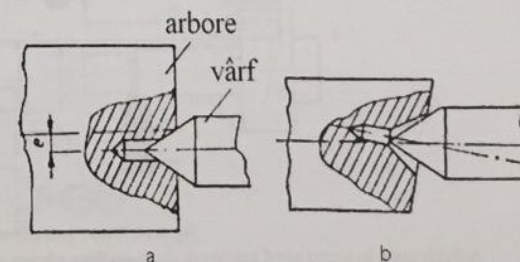


Fig. 4.13. Găuri de centrare incorect executate: a - gaură excentrică; b - gaură înclinată.

2 Prelucrarea arborilor în trepte

Arborii scurți în trepte pot fi prelucrați cu fixare în universal.

Piesa de prelucrat (fig. 4.14, a) având diametrul d și lungimea l , se poate obține dintr-un semifabricat laminat cu diametrul mai mare. De obicei, aceste genuri de piese se fixează în universal (fig. 4.14, b – faza 1).

În vederea prelucrării suprafețelor cilindrice exterioare (faza a 3-a), este necesară prelucrarea suprafeței frontale (faza a 2-a). În funcție de precizia de prelucrare necesară și de netezimea suprafeței, prelucrarea suprafeței cilindrice exterioare de diametru d se execută într-una sau mai multe faze. După prelucrarea suprafeței pe toată lungimea, se execută retezarea la lungimea l , cu ajutorul unui cuțit de rețezat (faza a 4-a), după care se prelucurează cea de a doua suprafață frontală (faza a 5-a). Sculele necesare prelucrărilor enumerate se aleg în funcție de natura suprafețelor de prelucrat (cilindrice, frontale etc.), precum și de precizia cerută (pentru degroșare, finisare etc.).

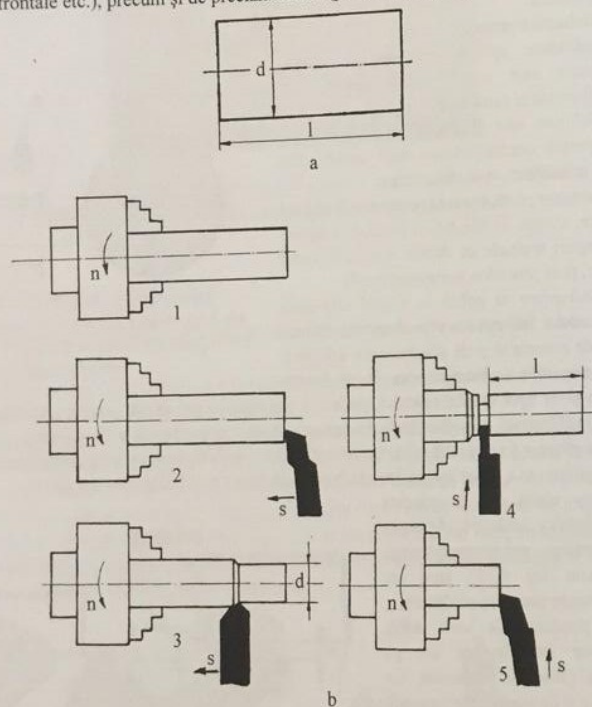


Fig. 4.14. Prelucrarea arborilor scurți

Arborii lungi în trepte pot fi prelucrați cu fixare între vârfuri (fig. 4.15, a).

Așezarea și centrarea piesei (1) se execută cu ajutorul vârfurilor (2) și (3), fixate în arborele principal și, respectiv, păpușa mobilă (5). Strângerea pe cele două conuri se realizează prin deplasarea spre stânga a pinolei (4). Antrenarea în mișcare de rotație se face cu ajutorul flanșei (6), montată pe capătul filetat al arborelui principal. Flanșa este prevăzută cu un bolț de antrenare (9) cu ajutorul căruia pune în mișcare inima de antrenare (7) fixată cu șurubul (8) pe piesa (1).

În alte cazuri, flanșa este prevăzută cu un canal în care intră capătul încovoiat al inimii de antrenare (fig. 4.15, b). Pentru a proteja piesa contra strivirii la strângerea cu șurubul inimii de antrenare, capătul piesei se poate introduce într-o bușă crestată (1) (fig. 4.15, c). În vederea așezării între vârfuri, este necesar ca în capetele frontale să se execute în axa piesei găurile de centrare în care vor intra vârfurile (2) și (3) (fig. 4.15, a).

Arborele din figura 4.16, având diametrele d_1, d_2, d_3, d_4 și lungimile l_1, l_2, l_3, l_4 , se prelucurează din bară laminată de diametru d . Pentru arborii lungi în trepte, prelucrarea se face între vârfuri; în cazul prelucrării din bară laminată,

sucesiunea prelucrării este următoarea (fig. 4.16, b): în faza 1 se execută strunjirea suprafeței frontale, în faza a 2-a se execută găurile de centrare la ambele capete, în faza a 3-a se prinde piesa între vârfuri și se antrenează cu ajutorul inimii de antrenare; în această poziție se execută prelucrarea la capătul din dreapta la faza a 4-a și prin întoarcere se prelucurează capătul din stânga la faza a 5-a. Dacă este necesară o precizie mai ridicată, prelucrările din fazele a 4-a și a 5-a se execută în mai multe treceri succesive.

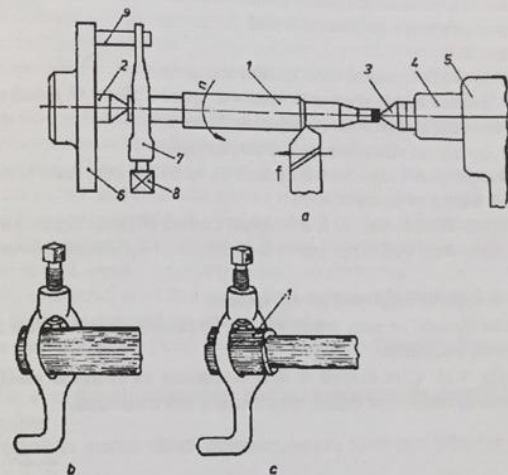


Fig. 4.15. Prinderea arborilor lungi între vârfuri: a – elementele prinderii între vârfuri; b – inimă de antrenare; c – protejarea arborelui contra strivirii cu ajutorul unei bușe crestate.

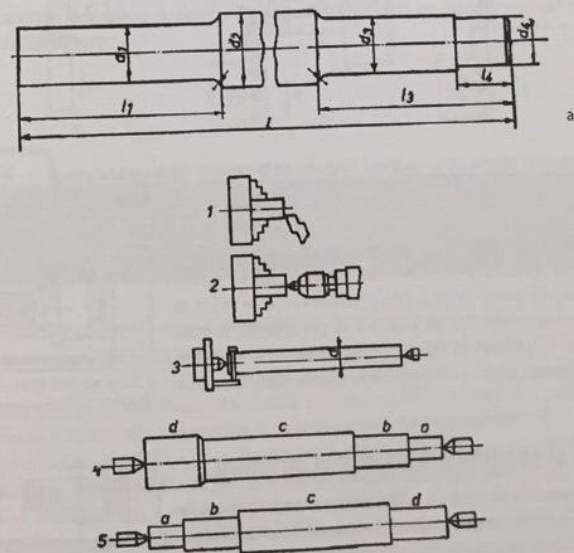


Fig. 4.16. Prelucrarea arborilor în trepte.

În funcție de parametrii regimului de așchiere, se deosebesc:

- prelucrări de *degroșare*, în care se îndepărtează cea mai mare parte din adaosul de prelucrare. Se execută cu cuțite pentru degroșare;
- prelucrări de *finisare*, în care se îndepărtează straturi de metal de grosime mică. La finisare, se urmărește realizarea dimensiunilor finale ale pieselor și netezimea necesară a suprafețelor. Se execută cu cuțite pentru finisare.

Strunjirea interioară (fig. 4.17) se realizează în condiții mai grele decât strunjirea exterioară, deoarece așchia rămâne în interiorul piesei mai mult timp, căldura se evacuează mai greu, iar lungimea de fixare în consolă a cuțitului fiind mare, iau naștere vibrații care influențează negativ suprafața prelucrată. De aceea, parametrii regimului de așchiere au valori mai mici decât la strunjirea exterioară.

Piesa de prelucrat (1) se fixează în universalul (2).

La prelucrarea suprafețelor *frontale* (fig. 4.18, a, b), piesa execută mișcarea principală de așchiere (mișcarea de rotație), iar cuțitul se deplasează în avans transversal, care în acest caz este o mișcare rectilinie transversală (perpendiculară pe axa piesei).

La strunjirea frontală, se folosesc cuțite normale sau speciale.

La strunjirea suprafețelor *frontale*, de mare importanță este așezarea în poziție corectă a vârfului cuțitului, pentru a fi posibilă prelucrarea completă a suprafeței.

Operația de *retezare* (fig. 4.18, c) se execută în mod asemănător cu strunjirea plană; piesa execută mișcarea principală de așchiere (mișcarea de rotație), iar cuțitul, mișcarea de avans transversal.

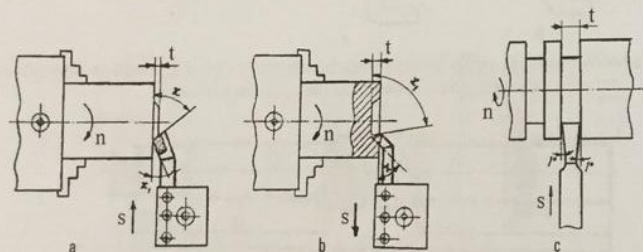


Fig. 4.18. Strunjirea frontală și retezarea: a – avansul cuțitului de la exterior către centrul piesei; b – avansul cuțitului de la centru către suprafața exterioară; c – retezarea.

De foarte multe ori, operația de *găurire* se execută cu burghiul pe strung. În acest caz, piesa se fixează în universal, iar burghiul în pinola păpușii mobile, de unde capătă avans axial s , prin învârtirea roții de mână m (fig. 4.19, a). Pentru executarea găurilor de centrare se procedează în mod asemănător ca la operația de găurire. În acest caz, se folosește un burghiu special pentru găuri de centrare, fixat cu o mandrină în pinola păpușii mobile (fig. 4.19, b).

Norme de sănătate și securitate a muncii la strunjire

Pe lângă măsurile generale de tehnică a securității muncii aplicate la prelucrarea prin așchiere, la prelucrarea pe strung trebuie să fie respectate o serie de măsuri specifice, în scopul asigurării securității muncitorului care lucrează la mașina respectivă și a celorlalți muncitori ce lucrează în atelierul în care se găsește mașina în cauză.

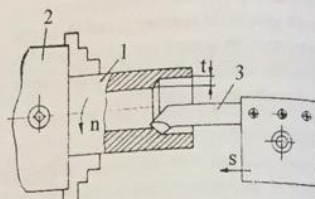


Fig. 4.17. Prelucrarea suprafețelor cilindrice interioare.

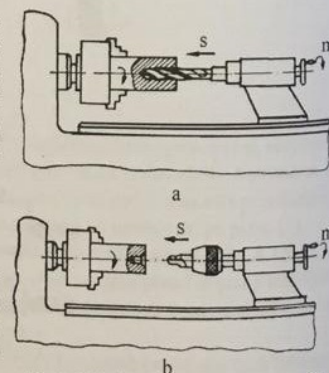


Fig. 4.19. Prelucrarea găurilor pe strung

Toate dispozitivele de prindere și de fixare a pieselor de prelucrat, care sunt în mișcare, trebuie să fie prevăzute cu suprafețe periferice perfect netede. Când există proeminențe, se vor prevedea apărători circulare netede. Universalele și platourile trebuie să fie bine fixate pe arborele principal și asigurate împotriva deșurubării la inversarea sensului de rotație a arborelui principal.

În timpul lucrului, se interzice oprirea universalului cu mâna.

Înainte de începerea lucrului, strungarul trebuie să verifice dacă strungul este dotat cu mecanismele necesare bunei funcționări și în condiții de protecție a muncii; el verifică dacă universalul este asigurat contra deșurubării, dacă bacurile de strângere nu sunt uzate, dacă sculele sunt bine ascuțite și fixate corect în dispozitivele de fixare.

În cazul utilizării dispozitivelor de fixare cu acționare pneumatică sau hidraulică, se vor prevedea blocaje care să împiedice desprinderea piesei în caz de întrerupere a alimentării cu aer sau cu lichid. Se recomandă ca, în măsura posibilităților, aceste dispozitive să lucreze prin autoblocare, adică prinderea pieselor să se facă cu elemente elastice de tipul arcurilor, iar desfacerea acestora să se realizeze pneumatic sau hidraulic.

La începerea lucrului, muncitorul trebuie să verifice dacă modul în care este ascuțit cuțitul și profilul acestuia corespund prelucrării pe care trebuie să o efectueze, precum și materialului din care este executată piesa.

Cuțitele trebuie fixate în suport în așa fel încât vârful cuțitului să fie situat la înălțimea axei strungului sau poziția lor să corespundă procesului de așchiere indicat în fișa tehnologică. În cazul cuțitelor prevăzute cu plăcuțe din carburi metalice, se va mai controla fixarea plăcuței pe cuțit, precum și existența de fisuri, arsuri etc. Aceste cuțite se vor feri de lovituri mecanice.

Introducerea cuțitului în material se va face treptat, după antrenarea în mișcare de rotație a piesei. În caz contrar, există pericolul smulgerii piesei din universal sau ruperea cuțitului.

Ajustarea cu pila a unor muchii ale piesei fixate pe strung se va face ținându-se mânerul în mâna dreaptă, iar capătul pilei în mâna stângă.

La oprirea strungului, se va decupla întâi avansul și se va scoate cuțitul din material și apoi se va decupla mișcarea de rotație a arborelui principal.

Dacă în timpul strunjirii se produc vibrații puternice, mașina se va opri și se vor lua măsurile necesare pentru înlăturarea acestora.

Piese care se rotesc se curăță de așchii numai după oprirea mașinii. La fixarea și la scoaterea pieselor de prelucrat, se vor utiliza chei speciale, fără prelungitoare.

Așchiile se îndepărtează cu ajutorul unor dispozitive speciale adecvate: cârlige, perii etc.

La constatarea oricărei defecțiuni în timpul funcționării strungului, se va opri imediat mașina și vor fi anunțați maistrul și mecanicul de întreținere.

4.2.2. Frezarea

definiție

Frezarea este operația de prelucrare mecanică prin așchiere executată pe mașinile de frezat, cu ajutorul sculelor prevăzute cu mai multe tășuri, denumite freze.

Mișcarea principală de așchiere – mișcarea de rotație – este executată de sculă, iar mișcarea secundară sau de avans (longitudinală sau transversală) este executată de piesa de prelucrat sau, mai rar, de sculă.

Mișcarea de avans presupune o deplasare între sculă și piesă, notată cu s , care se exprimă în mm/rot. a frezei. Frezarea se poate executa cu diferite scule dintre care cele mai importante sunt cu freză cilindrică (fig. 4.20, a) și cu freză frontală (fig. 4.20, b).

Frezarea se utilizează pentru obținerea danturii roților dințate cilindrice sau conice, a pinioanelor, a cremalierelor, a canalelor drepte sau elicoidale, a camelor, pentru prelucrarea suprafețelor, pentru execuția filetelor și a canelurilor. Frezarea are o productivitate ridicată, deoarece se pot folosi avansuri de prelucrare mai mari decât în cazul altor tipuri de prelucrări (scula are mai mulți dinți așchietori care vin succesiv în contact cu materialul de așchiat).

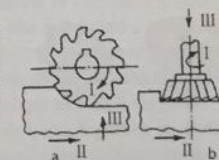


Fig. 4.20. Schema de lucru: I – mișcarea principală de așchiere: mișcarea de rotație; II – mișcarea de avans longitudinal; III – mișcarea de avans transversal.

Mașini de frezat universale

Operația de frezare se execută pe mașini de frezat. Mașinile de frezat pot fi: *cu destinație generală și cu destinație specială*.

Mașinile de frezat *universale* fac parte din categoria mașinilor de frezat cu destinație generală, alături de mașinile de frezat *orizontale*, mașinile de frezat *verticale*, mașinile de frezat *longitudinale* și mașinile de frezat *carusel*.

Mașinile de frezat *universale* au în plus față de mașinile de frezat *orizontale* sania portmasă prevăzută cu o placă rotativă, care permite rotirea mesei în jurul unui ax vertical cu unghiuri până la 45° , în ambele sensuri față de poziția normală a mesei.

Mașina de frezat universală, model FU-1, fabricată în țara noastră este destinată operațiilor de frezat cu freze cilindro-frontale, disc, conice, profilate, pentru producția de unicate sau în serie.

În figura 4.21. a, este reprezentată mașina de frezat universală – 1.650 x 400 mm, având caracteristicile: $L = 1.200$ mm, $h = 200$ mm, $P = 9$ kW, fabricată în Ungaria, iar în figura 4.21. b altă mașină de frezat universală – 1.500 x 350 mm, cu $h = 400$ mm, $P = 9,1$ kW, fabricată la Oradea.

Pe mașinile de frezat universale se execută operații, ca: tăierea danturii roților dințate cilindrice cu dinți înclinați, frezarea canalelor elicoidale etc. Aceste operații nu pot fi executate la mașinile de frezat orizontale sau verticale. Pentru asemenea operații, mașina trebuie să poată executa mișcări de reglare suplimentare prin masă sau sculă.

Mesele existente la un număr mare de mașini-unelte (mașini de frezat, mașini de găurit, mașini de rabotat ș.a.) au drept scop susținerea piesei sau a dispozitivului portpiesă în timpul prelucrării.

În mod obișnuit, mesele mașinilor-unelte sunt mobile, fiind fixate pe o sanie.

Mașina de frezat universală (fig. 4.21) este identică cu mașina de frezat orizontal (fig. 4.22), cu o singură deosebire: masa de lucru a mașinii se poate roti cu un anumit unghi, în plan orizontal. În acest scop, între sania transversală (1) și masa de lucru (3) se interpune placa pivotantă (2). Aceasta este prevăzută cu un disc gradat, pentru citirea unghiului de rotire, iar pe partea superioară, cu ghidaje în lungul cărora se deplasează masa. Masa și placa pot fi rotite într-un sens sau în altul, de obicei cu 45° . Pivotarea mesei în plan orizontal reprezintă o mișcare de reglare. În timpul lucrului, masa se blochează într-o anumită poziție.

Elementele comune celor două mașini de frezat sunt: *batul*, care conține un *sistem de acționare electromecanic* al arborelui principal, în prelungirea căruia se montează un *dorn portfreză*. Pentru asigurarea rigidității dornului, în partea de sus a batului se află un *braț suport*, pe care se montează un *lagăr* care susține dornul. Piesa de prelucrat se prinde pe *masa* mașinii, care poate aluneca pe *ghidajele* fixate pe *consolă*.

Acționarea mașinii de frezat universală este de tip electromecanic.

În figura 4.23 este reprezentată *schema cinematică* de principiu a unei mașini de frezat universală cu consolă, acționată de un singur motor electric *M*.

Reprezentarea grafică a elementelor și a cuplelor cinematice este convențională și poartă denumirea de *schemă cinematică*.

Mecanismul poate fi descompus în *elemente* și *cuple cinematice*.

O piesă sau un grup de piese care formează un ansamblu teoretic nedeformabil, cu mișcări bine determinate în raport cu alte entități similare, poartă denumirea de *element*. Legătura mobilă directă dintre două sau mai multe elemente poartă denumirea de *cuplă cinematică*.

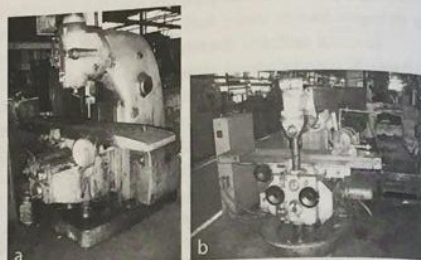


Fig. 4.21. Mașina de frezat universală.

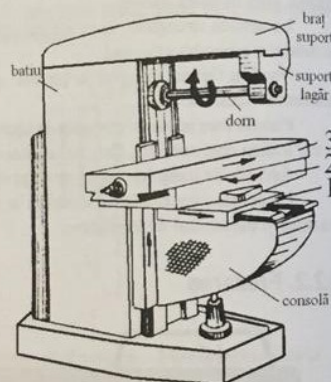


Fig. 4.22. Mașina de frezat orizontal – Schema cinematică.

Prezentarea generală a procedeele de prelucrare prin așchiere

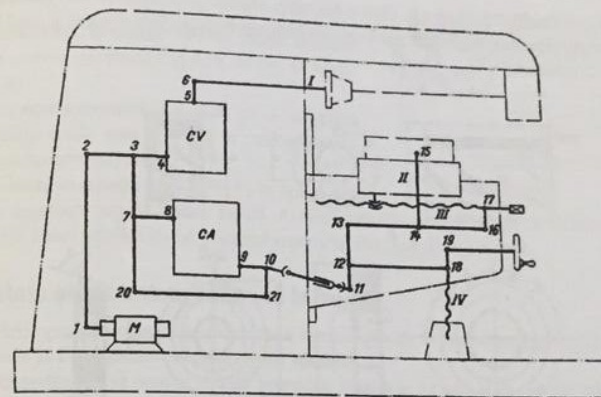


Fig. 4.23. Schema cinematică de principiu a mașinii de frezat universală.

Mișcările caracteristice sunt: *mișcarea principală*, *avansul longitudinal*, *transversal* și *vertical* al mesei. Avansul longitudinal se realizează prin intermediul elementelor cinematice (1-2-3-7-8), cutia de avansuri CA (9-15) și șurubul conducător II. Avansul transversal al mesei se realizează pe același traseu până la elementul (14), de unde prin elementele (16-17) se transmite la șurubul conducător III al avansului transversal al mesei. Avansul vertical al mesei se transmite prin elementele cinematice comune până la elementul (18) și apoi la șurubul conducător IV.

Freze

Sculele folosite la frezare poartă denumirea generală de *freze*. Frezele sunt scule așchietoare prevăzute cu unul sau mai mulți dinți amplasați simetric pe suprafețele laterale, frontale sau laterale și frontale ale unui corp de rotație (disc, cilindru). În timpul prelucrării, freza are o mișcare de rotație, fapt care face ca dinții să intre succesiv în acțiune și, pentru un timp foarte scurt, să desprindă așchii.

În figura 4.24, sunt prezentate câteva forme constructive ale frezelor.

În general, frezele se clasifică în funcție de forma suprafeței pe care o prelucurează și de mașina-unealtă pe care se execută prelucrarea.

Criterii de clasificare:

- după *felul suprafeței pe care sunt executate dinții*, frezele pot fi: *cilindrice* (fig. 4.25, a), *frontale*, *cilindrofrontale* (fig. 4.25, b), *disc cu dinți suprapuși pe două sau trei fețe* (fig. 4.25, c), *unghiulare* (fig. 4.25, d) și *profilate* (fig. 4.25, e).
- după *construcția dinților*, frezele pot fi: *cu dinți frezați*, *detonați* și *demontabili*;
- după *forma dinților*, frezele pot fi: *cu dinți drepti*, *elicoidali* și *în direcții diferite*;
- după *sensul canalelor elicoidale*, frezele pot fi: *cu canale elicoidale pe dreapta și pe stânga*;
- după *modul de fixare al frezei în arborele principal al mașinii-unelte*, frezele pot fi: *cu coadă* și *cu alezaj*;

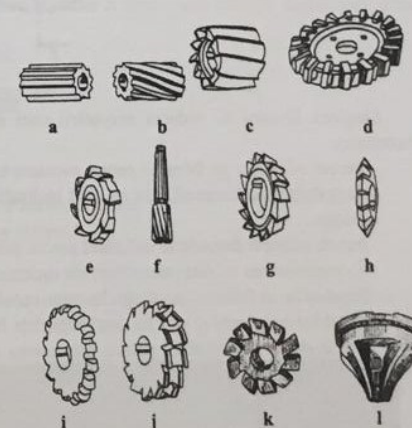


Fig. 4.24. Forme constructive de freze: a – freză cilindrică cu dinți drepti; b – freză cilindrică cu dinți înclinați; c – freză cilindro-frontală monobloc; d – freză cilindro-frontală cu dinți asamblați; e – freză disc; f – freză-deget; g, h – freze unghiulare; i, j – freze profilate; k, l – freze-modul.

- după sistemul constructiv, frezele pot fi: dintr-o bucată și obținute prin cuplarea mai multor freze;
- după felul suprafeței prelucrate, frezele pot fi: pentru prelucrarea suprafețelor plane și profilate, canale, retezat, filete, danturi și caneluri.

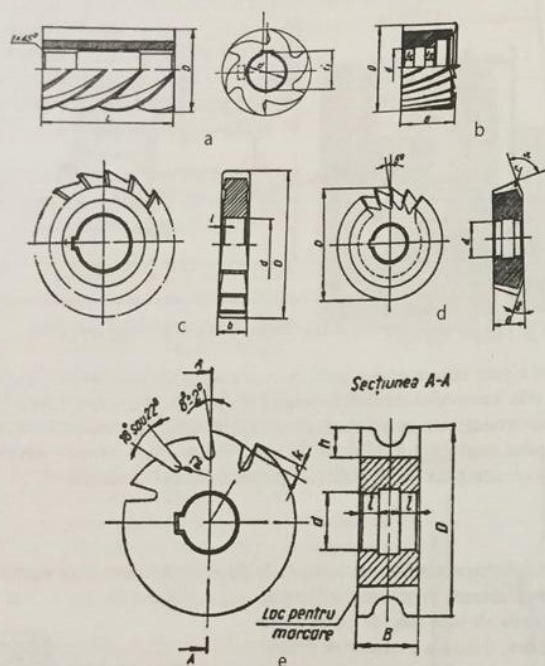


Fig. 4.25. Tipuri de freze.

Alegerea frezelor în vederea executării unei anumite prelucrări trebuie făcută ținând cont de următoarele caracteristici:

- frezele cilindrice se folosesc pentru prelucrarea suprafețelor plane pe mașinile de frezat orizontale și pot avea dinți drepiți sau înclinați; cele cu dinți înclinați lucrează în condiții mai bune, deoarece așchierea decurge mai liniștit;
- frezele cilindro-frontale se utilizează pentru prelucrarea suprafețelor plane pe mașinile de frezat verticale și pot fi monobloc sau cu dinți asamblați; ele așchiează cu partea frontală și cu partea cilindrică;
- frezele-disc se folosesc pentru prelucrarea canalelor pe mașinile de frezat orizontale; sunt prevăzute pe suprafața cilindrică exterioară și pe cele două suprafețe frontale cu dinți așchietori;
- frezele-deget se utilizează pentru prelucrarea canalelor pe mașini de frezat verticale; au dinți așchietori pe suprafața frontală și pe suprafața cilindrică;
- frezele unghiulare se folosesc pentru prelucrarea suprafețelor înclinate;
- frezele profilate au un anumit profil al suprafeței active pentru prelucrarea suprafețelor complexe; din această categorie fac parte și frezele-modul care se folosesc pentru tăierea dinților roților dinate.

Scheme de frezare

După sensul avansului, la același sens de rotație al frezei, frezarea poate fi: în contra avansului (fig. 4.26, a) sau în sensul avansului (fig. 4.26, b).

Frezarea în contra avansului (fig. 4.26, a) se utilizează frecvent, deoarece dinții sculei sunt solicitați în mod progresiv. Calitatea suprafeței prelucrate este bună.

Frezarea în sensul avansului (fig. 4.26, b) se aplică mai ales la operațiile de degroșare sau de frezare rapidă. Această metodă nu se folosește la frezarea pieselor forjate sau turnate, deoarece dinții frezei pătrund inițial în stratul superficial dur și se uzează repede.

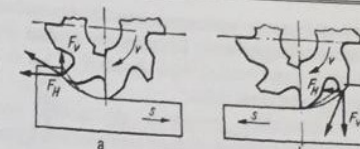


Fig. 4.26. Tipuri de frezare.

Norme de sănătate și securitate a muncii la frezare

Pe lângă măsurile generale tehnice de securitate a muncii aplicate la prelucrarea prin așchiere, la prelucrarea pe mașini de frezat trebuie să fie respectate anumite norme specifice.

Dacă în timpul prelucrării se produc vibrații puternice, mașina se va opri și se vor lua măsurile necesare pentru înlăturarea acestora.

Piesele care se rotesc se curăță de așchii numai după oprirea mașinii. Așchiile se îndepărtează cu ajutorul unor dispozitive speciale adecvate: cârlige, perii etc.

Se va verifica dacă freza corespunde materialului ce se prelucurează, precum și regimului de lucru indicat în fișa de operații.

Suprafața arborelui portfreză sau coada frezei trebuie să fie netedă, fără creștături.

Înainte de montarea frezei, se va verifica ascuțirea acesteia.

În timpul rotației frezei, sunt interzise măsurarea și verificarea calității suprafeței prelucrate a piesei.

La oprire, se va decupla întâi avansul și se va scoate cuțitul din material, apoi se va decupla mișcarea de rotație a arborelui principal.

La constatarea oricărei defecțiuni în timpul funcționării frezei, se va opri imediat mașina și vor fi anunțați maistrul și mecanicul de întreținere.

Mașinile de frezat trebuie să fie prevăzute cu apărători sau cu îngrădiri în jurul mesei mașinii. Apărătorii trebuie să satisfacă următoarele condiții:

- să fie suficient de rezistente și să nu aibă muchii ascuțiți;
- să împiedice accesul la dinții frezei în timpul rotirii;
- să asigure evacuarea liberă a așchiei din zona de așchiere;
- să asigure utilizarea frezelor de diferite dimensiuni;
- să asigure schimbarea rapidă a frezei;
- să nu împiedice supravegherea lucrului;
- să permită pătrunderea lichidului de răcire și ungere în zona de așchiere;
- să fie montate astfel încât frezele să nu atingă pereții lor interiori.

4.2.3. Rabotarea

definiție

Rabotarea este operația de prelucrare prin așchiere a suprafețelor plane, cilindrice, orizontale, verticale, înclinate, precum și a suprafețelor cu forme complicate.

La acest procedeu de prelucrare (fig. 4.27), mișcarea principală de așchiere este rectilinie-alternativă, fiind efectuată de scula așchietoare I, la mașinile de rabotat transversal (șepinguri), sau de piesa de prelucrat I', la mașinile de rabotat longitudinal (raboteze). Această mișcare se efectuează cu o anumită viteză de așchiere v , care se măsoară în m/min. Mișcarea de avans este o mișcare de translație executată de piesa de prelucrat II, în cazul mașinilor de rabotat

transversal, sau de scula așchietoare II' , în cazul mașinilor de rabotat longitudinal. La rabotare, avansul reprezintă deplasarea piesei (sculei) după săgeata II (II') și se exprimă în milimetri pe cursă dublă.

Dimensiunile geometrice ale așchii, precum și elementele regimului de așchiere sunt notate în figura 4.27.

După cum rezultă și din schema procedurii de prelucrare (fig. 4.27), la rabotare există o cursă activă și una în gol. Din această cauză, productivitatea prelucrării este mai mică decât în cazul strunjirii, al frezării etc.

Prin acest procedeu se pot prelucra suprafețe plane, oblice, profilate, la piesele de tipul plăcilor, al ghidajelor; pentru aparate montanți etc.

Cuțite de rabotat

Sculele folosite la prelucrarea prin rabotare se numesc *cuțite*.

Pentru prelucrarea pe mașinile de rabotat, se folosesc mai multe tipuri de cuțite, asemănătoare cu cele utilizate la strunjire. La rabotare însă, cuțitele lucrează în condiții mai grele din cauza șocurilor puternice care se produc la pătrunderea lor în metal. În figura 4.28 sunt reprezentate principalele tipuri de cuțite de rabotat. Din punct de vedere constructiv, cuțitele de rabotat pot fi: drepte, încovoiate, cotite și cu cap îngustat. În funcție de orientarea tășului principal, cuțitele de rabotat pot fi pe dreapta, respectiv pe stânga. Construcția unui cuțit de rabotat depinde și de operația la care este folosit. Prin urmare, există cuțite pentru degroșat și cuțite pentru finisat, deosebite între ele, în special, prin parametrii geometrici. Acești parametri geometrici se aleg în funcție de materialul de prelucrat.

Cuțitele normale (fig. 4.28, a) și cele drepte (fig. 4.28, b) se folosesc pentru prelucrarea de degroșare a suprafețelor plane fără trepte. Cuțitele încovoiate și cotite (fig. 4.28, c) se utilizează pentru prelucrarea suprafețelor late cotite (fig. 4.28, d) se folosesc pentru prelucrarea de finisare a suprafețelor plane, lucrând cu avans mare. Cuțitele de canelat (fig. 4.28, e) se utilizează pentru rabotarea canalelor înguste, iar cele de retezat (fig. 4.28, f) pentru retezarea materialelor.

La fixarea cuțitelor în suportul portcuțit trebuie respectate aceleași reguli ca la strunjire. Lungimea în consolă a capătului cuțitului trebuie să fie cât mai mică, pentru a se evita apariția vibrațiilor.

Cuțitele de rabotat se confecționează din materiale obișnuite (oțeluri pentru scule, carbon sau aliate) sau se armează cu plăcuțe din carburi metalice.

Schemele rabotării la șepinguri și raboteze

a) *Mașina de rabotat transversal (șepingul)* este o mașină prevăzută cu un cuțit mobil. Este folosită în cazul prelucrării suprafețelor plane pe piese mici și a unor piese singulare sau de serie mică, deoarece este ușor de manevrat și, în același timp, este accesibilă la lucrări de așchiere foarte diferite. Reprezentarea schematică este dată în figura 4.29).

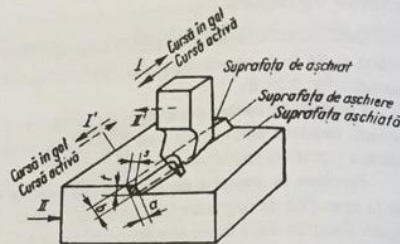


Fig. 4.27. Schema rabotării: I - mișcarea principală de așchiere=mişcare rectilinie-alternativă; II - mișcarea de avans=mişcare de translație.

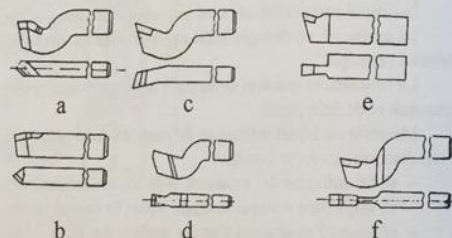


Fig. 4.28. Tipuri de cuțite pentru rabotat.

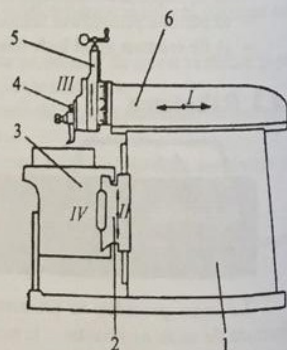


Fig. 4.29. Reprezentarea schematică a mașinii de rabotat transversal (șepingul).

Prezentarea generală a procedurilor de prelucrare prin așchiere

Batiul (1), executat din fontă, are formă paralelipipedică, este gol în interior și este prevăzut cu nervuri de rigidizare. El este suportul celorlalte subansambluri. În interiorul batiului se află cutia de viteze, pompa de ulei și mecanismele de acționare.

În partea de jos are dimensiunile mărite, formând placa de bază a batiului. În partea din față, batiul are ghidaje verticale, pe care sania verticală - traversa (2) - se poate deplasa realizând mișcarea de poziționare după direcția II. Pe traversa mașinii, se află ghidajele orizontale care permit mesei șepingului (3) să realizeze avansul transversal IV. La partea superioară, batiul are ghidaje în formă de coadă de rândunică, pe care alunecă berbecul (capul mobil) (6) ce execută mișcarea rectilinie-alternativă I. Berbecul este turnat din fontă de bună calitate. Are o construcție ușoară, dar suficient de rigidă, astfel încât, chiar la eforturi mari, nu se constată deformări inadmisibile. Berbecul este ghidat pe o lungime mare într-un ghidaj în formă de coadă de rândunică. Pe suprafața sa superioară, berbecul are o fereastră longitudinală centrală, pentru reglarea poziției berbecului, astfel încât acesta să-și efectueze cursa mai departe sau mai aproape de batiu, în funcție de configurația piesei de prelucrat.

La partea frontală, berbecul are sania (5) și portcuțitul rabatabil (4). Sania se poate deplasa vertical III sau înclinat, în funcție de suprafețele ce urmează a se rabota. Piese de prelucrat se fixează pe masa mașinii (3).

La cursa de mers în gol, cuțitul nu așchiază, ci trece peste suprafața prelucrată în timpul cursei active. În timpul cursei active, datorită forțelor de așchiere, materialul se deformează elastic, ceea ce face ca suprafața piesei să coboare ușor în timpul trecerii cuțitului. La înapoierea acestuia, datorită revenirii elastice a materialului, cuțitul va freca cu spatele său suprafața piesei, uzându-se puternic.

Mașinile de rabotat transversal au dimensiuni mult mai mici decât mașinile de rabotat longitudinal, fiind, așadar, destinate prelucrării unor piese de mici dimensiuni. Aceste mașini pot fi cu acționare electromecanică sau hidraulică.

Funcționarea șepingului poate fi urmărită pe schema cinematică de principiu (fig. 4.30).

b) *Mașina de rabotat longitudinal (raboteza)* se folosește, în special, pentru prelucrarea pieselor la care predomină lungimea.

Schema prelucrării pe mașina de rabotat longitudinal este reprezentată în figura 4.31, a. Se poate remarca faptul că mișcarea principală de așchiere I este efectuată de piesa de prelucrat (2) împreună cu masa mașinii, iar mișcarea de avans II este imprimată sculei (1).

În figura 4.31, b, este reprezentată o mașină de rabotat longitudinal. Pe ghidajele orizontale ale batiului (1) se deplasează masa (2), pe care se fixează piesele de prelucrat. Pe cadrul

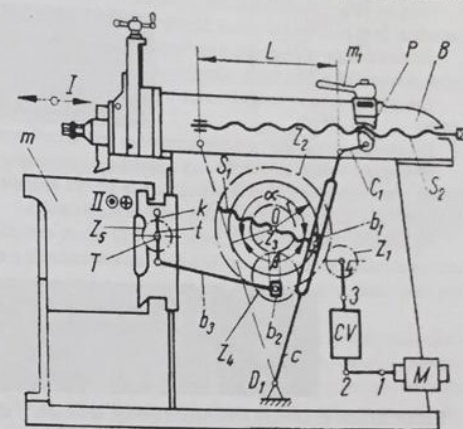


Fig. 4.30. Schema cinematică de principiu a șepingului.

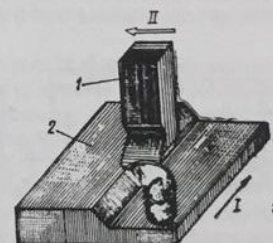


Fig. 4.31. Prelucrarea pe mașina de rabotat longitudinal: a - schema prelucrării pe raboteză; b - vedere generală a rabotezei.

format de montanții (3) și traversa (4) se deplasează traversa mobilă (5), pe care se mișcă sania portcuțit (6). Tot pe montanții (3) se deplasează săniile orizontale (7), folosite, în special, pentru prelucrarea suprafețelor laterale ale piesei. Mașina este acționată cu motorul electric (8). La această mașină, mișcarea principală de așchiere I este rectilinie-alternativă, fiind executată de masă. Mișcările de avans II, III, IV, V și VI sunt executate de sculele așchietoare.

Pe mașinile de rabotat, se pot prelucra suprafețe plane, orizontale, verticale sau înclinate, canale de diferite forme, precum și suprafețe având forme complicate.

Operațiile necesare pregătirii pentru prelucrare sunt reduse ca volum și sunt asemănătoare cu cele de la mașina de frezat.

Pe mașinile de rabotat cu cuțite normale se prelucurează suprafețele orizontale (fig. 4.32, a).

Prelucrarea constă în îndepărtarea adaosului de prelucrare de pe suprafața de prelucrat în vederea obținerii unei suprafețe plane orizontale. Mișcările necesare la această operație sunt: mișcarea principală de așchiere v , efectuată de sculă (piesă) și mișcarea de avans s , efectuată de piesă (sculă).

Prelucrarea suprafețelor verticale (fig. 4.32, b) se execută ca și în cazul suprafețelor orizontale, pe mașini de rabotat transversal sau longitudinal, în funcție de dimensiunile piesei de prelucrat.



Piese cu dimensiuni mari sau foarte mari se prelucurează pe mașinile de rabotat longitudinal, bucată cu bucată. Piese cu dimensiuni mici se prelucurează individual pe șeping sau în grup, pe rabotează.

Cuțitul cu care se execută prelucrarea trebuie să fie ales și așezat astfel încât să nu se frece pe suprafața prelucrată. În acest caz, avansul trebuie să se efectueze pe verticală, pentru a se obține o suprafață prelucrată verticală.

Prelucrarea suprafețelor înclinate (fig. 4.32, c) se execută în mod similar cu suprafețele verticale, cu deosebirea că scula avansează după o direcție înclinată.

Prelucrarea canalelor (fig. 4.32, d) se execută cu ajutorul cuțitelor speciale, în funcție de profilul canalului de prelucrat. Ea poate fi executată atât pe mașini de rabotat transversal, cât și pe mașini de rabotat longitudinal.

Prin rabotare se pot prelucra canale rectangulare, unghiulare, în formă de coadă de rândunică și canale T. În general, prelucrarea se realizează în două etape: una de degroșare, prin care se îndepărtează cea mai mare parte din adaosul de prelucrare și prin care suprafețele se apropie de cele ale piesei finite, și alta de finisare, prin care se obțin forma și dimensiunile definitive ale piesei. Pentru finisare, se pot utiliza cuțite obișnuite pentru finisare sau cuțite profilate.

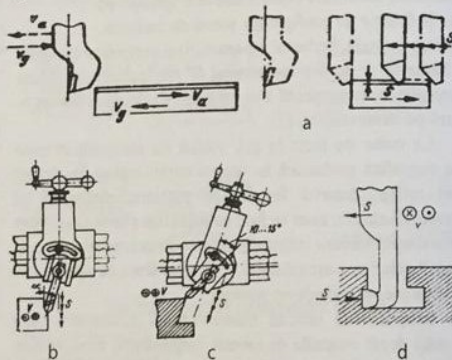


Fig. 4.32. Operații de rabotare.

Norme de sănătate și securitate a muncii la rabotare

Pe lângă măsurile generale de securitate a muncii aplicate la prelucrarea prin așchiere, la prelucrarea prin rabotare trebuie să fie respectate o serie de măsuri specifice.

Pe mașinile de rabotat se execută numai lucrările prevăzute în documentația tehnică.

Toate manevrările legate de reglarea mașinii se fac cu motorul oprit sau decuplat; lungimea cursei berbecului și a poziției acestuia se reglează numai cu mașina în stare de repaus.

Nu se admit improvizații care pot provoca accidente sau distrugerea mașinilor sau a sculelor.

Muncitorul trebuie să supravegheze în permanență buna funcționare a mașinii, fiind interzisă părăsirea locului de muncă în timp ce mașina lucrează.

La constatarea oricărei defecțiuni în timpul funcționării, se va opri imediat mașina și vor fi anunțați maestrul și mecanicul de întreținere.

4.2.4. Mortezearea

definiție

Mortezearea este o prelucrare prin așchiere a canalelor interioare, care se realizează prin combinarea mișcării principale (mișcare rectilinie-alternativă a berbecului) cu mișcările de avans ce asigură deplasarea și rotirea mesei (fig. 4.33).

Acest procedeu este utilizat la prelucrarea canalelor de pană la arbori și pană în butucul roților dințate.

Cuțite de mortezat

Sculele utilizate la mortezearea se numesc *cuțite de mortezat*. Acestea lucrează în condiții mai grele decât cele de strung, deoarece ele pătrund cu șoc în materialul de prelucrat, la începutul fiecărei curse active.

Din punctul de vedere al încălzirii tăișului, cuțitele de mortezat lucrează în condiții de lucru avantajoase, deoarece între cursa activă și cea în gol au timp să se răcească. Cu toate acestea – din cauza lucrului cu șocuri – rezistența și durabilitatea cuțitului scad. De aceea, secțiunea acestor cuțite trebuie să fie mai mare decât la strunjire, iar viteza de așchiere este limitată. Cuțitul de mortezat nu trebuie să fie cotit, deoarece mișcarea de translație se execută în plan vertical, iar forța de așchiere principală este orientată de-a lungul axei cuțitului.

Tipurile de bază ale cuțitelor de mortezat sunt reprezentate în figura 4.34.

Cuțitele bilaterale se folosesc la prelucrarea suprafețelor plane, așezate vertical. Cuțitele pentru canalele de pană se folosesc la executarea canalelor interioare de pană. Cuțitele pentru canelat servesc la mortezearea canalelor înguste.

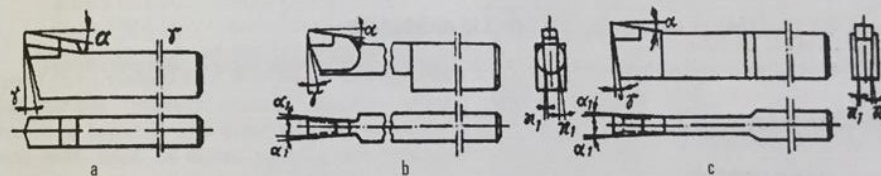


Fig. 4.34. Tipuri de bază ale cuțitelor de mortezat: a - bilaterale; b - pentru canale de pană; c - de canelat.

Schema așchierii la mortezeare

La mașinile de mortezat, principiul de lucru este același ca și la mașinile de rabotat transversal. Deosebirea constă în faptul că mișcarea principală la mașinile de mortezat este situată în plan vertical.

Mișcarea principală a berbecului se realizează mecanic sau hidraulic, într-un plan vertical.

Mașinile de mortezat (fig. 4.35) sunt prevăzute cu o masă rotitoare, pe care este fixat semifabricatul (5). Mișcarea principală I este executată de berbecul (3), pe care este montată scula (4). Semifabricatul execută mișcările de avans longitudinal III și transversal IV sau circular II.

La mașinile de mortezat, avansul este intermitent și se produce numai la sfârșitul cursei de întoarcere a berbecului. Mișcarea principală, rectilinie-alternativă, este obținută de la motorul electric ce acționează cutia de viteze și mecanismul de transformare a mișcării circulare în mișcare rectilinie-alternativă. Mișcarea de avans este derivată de la arborele discului de antrenare a berbecului.

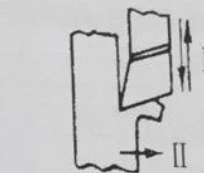


Fig. 4.33. Schema de așchiere
I – mișcarea principală, rectilinie-alternativă într-un plan vertical efectuată de sculă;
II – mișcarea de avans efectuată de piesă.

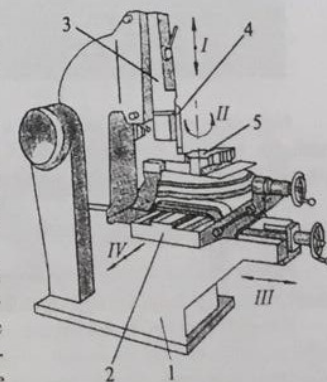


Fig. 4.35. Schema de principiu a mașinii de mortezat.

Operațiile pregătitoare de la mortezare sunt aceleași ca în cazul rabotării.

Pe mașinile de mortezat, se pot prelucra suprafețe *plane*, care pot fi *verticale* sau *înclinate*, *exterioare* sau *interioare*.

Suprafețele *verticale* se pot prelucra așezându-se pe suprafața de prelucrare a piesei, fie paralel, fie perpendicular față de berbecul mașinii (în ambele cazuri, planul de prelucrat trebuie să cuprindă direcția de deplasare a berbecului). Aceste suprafețe se prelucurează prin combinarea mișcării principale, executată pe verticală, cu o mișcare de avans transversal executată de piesă (fig. 4.36).

Pentru prelucrarea *canalelor deschise*, suprafețele supuse mortezării trebuie să fie deschise, astfel încât să permită ieșirea cuțitului pe porțiunea l_p (fig. 4.37, a) sau să prezinte degajări l_d practicate cu același scop (fig. 4.37, b).

Mortezarea este unul dintre puținele procedee de prelucrare prin care se pot obține *canale de pană în alezajele pieselor*. De aceea, această prelucrare constituie cea mai frecventă operație executată pe mașinile de mortezat. Prelucrarea se execută după trasaj sau după un șablon amplasat într-un dispozitiv special construit după configurația piesei. Se pot prelucra deopotrivă canale de pană drepte (paralele cu axa alezajului), dar și canale înclinate.

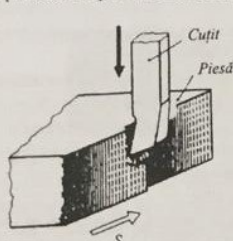


Fig. 4.36. Mortezarea suprafețelor verticale.

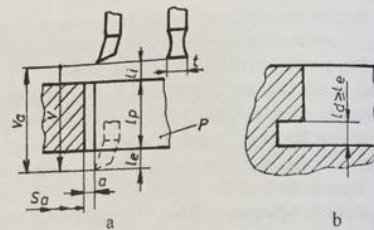


Fig. 4.37. Mortezarea canalelor deschise.

Norme de sănătate și securitate a muncii la mortezare

Normele de securitate a muncii la mortezare sunt aceleași cu cele menționate la prelucrarea prin rabotare.

4.2.5. Rectificarea

definiție

Rectificarea este procedeul de finisare prin așchiere rezultat din combinarea mișcării principale (totdeauna de rotație), executată de scula abrazivă, cu mișcări de avans rectiliniu executate de piesă și/sau de sculă; constă în detașarea de pe suprafața de prelucrat a unor așchii subțiri cu ajutorul unor scule abrazive.

Prelucrarea prin rectificarea asigură o precizie dimensională mare și o bună netezime a suprafețelor. În general, rectificarea se aplică în vederea finisării pieselor, de regulă, după alte prelucrări executate în prealabil ca: strunjire, frezare etc.

Pietre abrazive folosite

Pietrele abrazive folosite la rectificarea (fig. 4.38) sunt constituite din granule abrazive (g) legate între ele cu un liant (l).

Granulele abrazive de diferite mărimi și forme prezintă o serie de muchii și colțuri cu care se execută așchierarea metalelor ca orice sculă așchietoare. Cele mai folosite materiale abrazive sunt: corindonul, carborundul, cuarțul, cremenea, gresia, piatra ponce, diamantul etc.

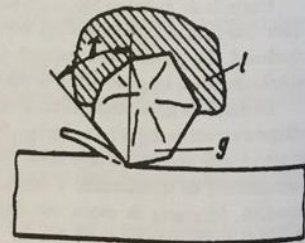


Fig. 4.38. Procesul de așchiere la rectificarea.

Prezentarea generală a procedeelelor de prelucrare prin așchiere

Prin legarea granulelor abrazive cu lianți se obțin pietre abrazive de diferite forme și dimensiuni, în funcție de suprafețele ce urmează a fi prelucrate prin rectificarea.

În tabelul 4.2 sunt reprezentate diferite forme constructive de pietre abrazive.

Pietrele abrazive se caracterizează prin: granulație, duritate, structură, dimensiuni, liant, formă și calitatea materialului.

Prin *granulația* pietrei abrazive se înțelege conținutul de granule abrazive de diferite mărimi exprimat în procente de greutate. După granulație, materialul abraziv se împarte în cinci fracțiuni de mărime a granulelor: limită, mare, principală, complexă și mărunță.

Granulația materialului se determină prin cernere cu ajutorul unor site care au ochiuri de diferite dimensiuni, în funcție de fracțiunea de granulație considerată.

Duritatea pietrei abrazive reprezintă rezistența complexului abraziv-liant la smulgerea sau desprinderea unei granule abrazive. Din acest punct de vedere, corpurile abrazive se împart în patru grupe de duritate (notate cu I, II, III și IV), iar în fiecare grupă se face o subîmpărțire după gradul de duritate crescândă, notate cu a, b și c, astfel:

- grupa I (a, b, c) pentru duritate moale;
- grupa a II-a (a, b, c) pentru duritate mijlocie;
- grupa a III-a (a, b, c) pentru duritate tare;
- grupa a IV-a (a, b, c) pentru duritate foarte tare.

Structura (porozitatea) pietrelor abrazive reprezintă raportul dintre volumul total al pietrei și volumul porilor. După mărimea raportului exprimat mai sus, corpurile abrazive se împart în mai multe categorii de structură: foarte deasă, deasă, cu desime mijlocie, rară, foarte rară și poroasă sau în poroase, semicompacte și compacte. În funcție de această ultimă clasificare, pietrele *poroase* se folosesc pentru prelucrarea materialelor moi la operații de degroșare, cele *semicompacte* pentru finisarea oțelurilor netratate termic, iar cele *compacte* pentru prelucrarea de finisare a materialelor dure.

Liantul, care trebuie să fie ales în funcție de materialul prelucrat și de felul prelucrării, poate fi:

- organic (bachelită, șelac, cauciuc etc.);
- anorganic (argilă, feldspat, caolin etc.).

O problemă foarte importantă care apare la rectificarea o constituie *fixarea și echilibrarea pietrelor abrazive* (fig. 4.39). Acest lucru este foarte important datorită vitezei mari de rotație a pietrei, care poate crea forțe centrifuge apreciabile din cauza neechilibrării corespunzătoare. Aceste forțe centrifuge pot provoca spargerea discului ce are în general o rezistență mecanică mică.

Tabelul 4.2. Diferite forme de pietre abrazive

Denumirea	Forma
Piatră cilindrică plană	
Pietre cilindrice cu scobituri	
Pietre cilindrice cu degajare simplă	
Pietre cilindrice cu degajări duble	
Pietre conice	
Piatră biconică dublă cu degajare plană	
Piatră oală	
Piatră oală conică	

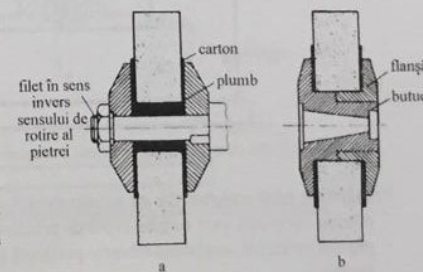


Fig. 4.39. Montarea pietrelor cilindrice.

Mașini de rectificat rotund și mașini de rectificat plan

Mașinile de rectificat pot realiza rectificări plane, orizontale, verticale, cilindrice, interioare sau exterioare, cu sau fără axe de rotație ale piesei, suprafețe filetate, roți dințate etc.

➤ **Mașinile de rectificat rotund** (fig. 4.40) pot fi clasificate în mașini de rectificat rotund interior și mașini de rectificat rotund exterior.

I. Mașinile de rectificat rotund interior sunt destinate prelucrării dintr-o singură prindere a alezajelor cilindrice, conice, sferice, precum și a suprafețelor frontale, perpendiculare pe axa alezajului. Tipurile constructive ale acestor mașini sunt determinate de forma și dimensiunile piesei de prelucrat, respectiv de modul ei de prindere și fixare, de mișcările necesare prelucrării, precum și de construcția organelor care execută anumite mișcări.

Mașinile de rectificat rotund interior se deosebesc de mașinile de rectificat rotund exterior prin construcția păpușii portsculă care, la prelucrarea alezajelor lungi, trebuie să asigure pătrunderea broșei portsculă în alezaj.

Pentru rectificarea suprafețelor suprafețelor frontale, mașinile sunt dotate cu sculă și mecanisme independente, de regulă montate rabatabil pe păpușa portpiesă.

După modul de prindere și fixare a piesei în vederea prelucrării, mașinile de rectificat rotund interior se pot grupa în trei categorii:

- mașini de rectificat rotund interior cu cap de prindere;
- mașini de rectificat rotund interior fără prindere;
- mașini de rectificat rotund interior planetare.

➤ Mașina de rectificat interior cu cap de prindere

Caracteristică acestei mașini este prezența unui cap de prindere (mandrină, platou, dispozitiv special) prin care se imprimă piesei mișcarea de rotație (fig. 4.41.).

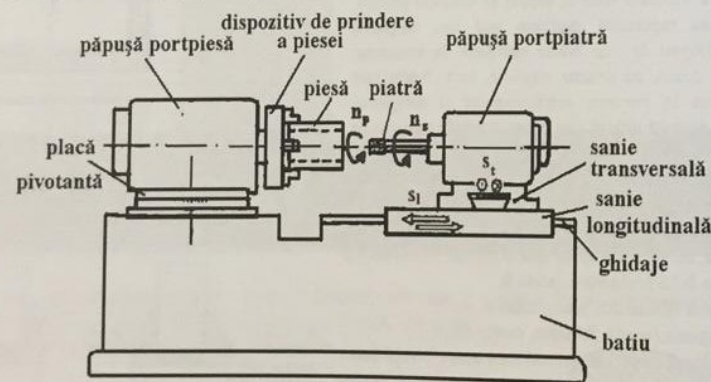


Fig. 4.41. Schema cinematică de principiu a mașinii de rectificat rotund interior, cu piesa în mișcare de rotație

Principalele **părți componente** ale acestei mașini sunt:

- **păpușa portpiesă**, care conține capul de prindere și mecanismele pentru transmiterea mișcării de rotație;
- **păpușa portsculă**, conținând arborele portsculă și mecanismele necesare transmiterii mișcării de rotație la piatră abrazivă;
- **sania transversală**, necesară obținerii deplasării păpușii portsculă pe direcție radială (avansul transversal s_t);
- **sania longitudinală**, care asigură mișcarea de avans longitudinal s_l a păpușii portsculă;



Fig. 4.40. Mașina de rectificat rotund

– **batiul**, conținând mecanismele folosite la obținerea mișcărilor de avans ale păpușii portsculă. Pe batiu sunt montate cele două păpuși (portpiesă și portsculă). Principalele mișcări folosite la acest tip de mașină sunt:

- mișcarea principală n_s , aparținând pietrei abrazive, obținută de la un motor electric printr-o transmisie cu curele (turația pietrei abrazive poate atinge între 5.000 și 60.000 rot./min.);
- mișcarea de rotație a piesei n_p , obținută de la un motor electric, prin intermediul unui variator de turație;
- mișcarea de avans longitudinal s_l , mișcare de translație alternativă, obținută cu ajutorul unui motor hidraulic cu cilindru și piston;
- mișcarea de avans transversal s_t , obținută cu ajutorul unui motor hidraulic rotativ și al unor transmisii mecanice;
- mișcarea de pivotare a plăcii pe care este așezată păpușa portpiesă. Această mișcare este necesară reglării mașinii în vederea rectificării suprafețelor conice.

Avansurile de lucru sunt realizate hidraulic.

➤ Mașina de rectificat rotund interior planetar

Acest tip de mașină se folosește pentru prelucrarea pieselor de dimensiuni mari.

Se construiește cu axa sculei în poziție orizontală sau verticală.

În figura 4.42 este reprezentată vederea simplificată și principiul de lucru ale mașinii de rectificat interior planetar cu axa orizontală.

Piesa de prelucrat se fixează într-un dispozitiv prins pe masa mașinii.

Reglarea poziției corecte a piesei față de arborele portsculă se realizează prin deplasarea mesei în plan orizontal (mișcarea V) și a consolei în plan vertical (mișcarea IV). Scula fixată pe arborele principal 1 execută toate mișcările de lucru.

Mișcarea principală de așchiere I este primită de la un motor electric printr-o transmisie cu curele 4. Arborele portsculă este ghidat în lagărul de construcție specială 2, iar acesta în cilindrul 3.

Prin deplasarea axială III a lagărului se obține reglarea radială a arborelui principal, respectiv a sculei, asigurându-se realizarea dimensiunii dorite a alezajului.

Prelucrarea pe toată circumferința alezajului se realizează prin mișcarea IV, care reprezintă avansul circular și este executată de cilindrul 3 împreună cu lagărul 2 și arborele portsculă 1. Mișcarea este primită de la un lanț cinematic ce cuprinde și angrenajul melc-roată melcată z_1/z_2 . Avansul longitudinal II este executat de păpușa portsculă pe ghidajele longitudinale ale batiului.

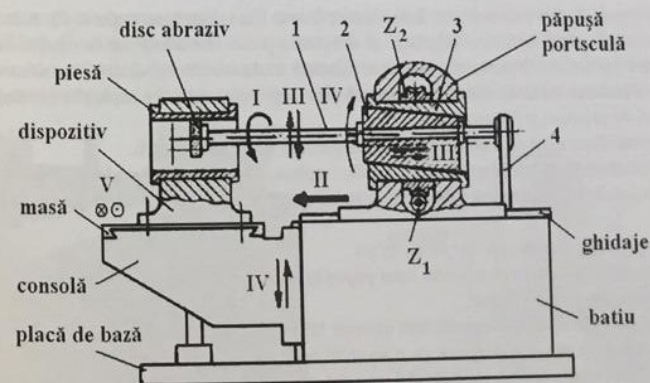


Fig. 4.42 Schema de principiu a mașinii de rectificat rotund interior planetar, cu axa orizontală.

II. Mașini de rectificat rotund exterior

➤ Mașina de rectificat rotund exterior între vârfuri

Mașinile de rectificat rotund exterior între vârfuri sunt grupate după organul care execută mișcarea de avans longitudinal, în două tipuri constructive de bază, și anume:

- mașini la care avansul longitudinal este executat de masa mașinii împreună cu piesa;
 - mașini la care avansul longitudinal este executat de păpușa portpietă.
- Mașinile de rectificat rotund exterior între vârfuri cu masa mobilă (fig. 4.43) permit prelucrarea exterioară a pieselor cilindrice și a celor conice cu înclinație până la 10%.

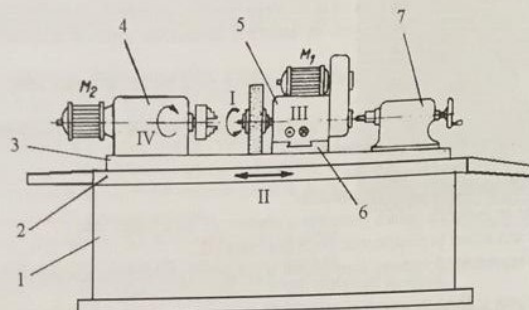


Fig. 4.43. Schema de principiu a mașinii de rectificat rotund exterior.

Mașina se compune din următoarele părți principale:

- **batiul 1**, de construcție închisă, în formă de T, în interiorul căruia sunt montate mecanismele de acționare. La partea superioară este prevăzut cu ghidaje longitudinale;
 - **masa inferioară 2**, care execută avansul longitudinal II;
 - **masa superioară 3**, care se rotește în raport cu masa inferioară; pe masa superioară se găsesc fixate păpușa portpietă 4 și păpușa mobilă 7. Pentru reglarea mesei mașinii, aceasta dispune de o scară gradată și un dispozitiv de așezare la unghi;
 - **păpușa portpietă 5**, ce are rol de element de susținere și ghidare a arborelui principal, asigurând transmiterea mișcării de rotație I (mișcarea principală de așchiere) și realizarea avansului de pătrundere III, prin deplasarea pe direcție transversală pe ghidajele posterioare 6 ale batiului;
 - **păpușa portpietă 4**, care este alcătuită dintr-o carcasă ce se fixează pe masa superioară, având rolul de a asigura, prin intermediul unor dispozitive, prinderea și antrenarea piesei într-o mișcare de rotație. În interiorul carcasei sunt montate mecanismele pentru transmiterea mișcării, alcătuite din roți dințate, combinate cu transmisii prin curele, ce alcătuiesc cutia de viteze care asigură șase trepte de rotații. Pe capătul arborelui păpușii se fixează dispozitivul de prindere și fixare a piesei;
 - **păpușa mobilă 7**, cu rolul de a centra și a susține piesa în timpul rectificării.
- În componența mașinii mai intră organe de comandă și reglare, dispozitive de prindere a piesei și pietrei, dispozitive de îndreptare a discului abraziv, aparatură de control, instalația pentru răcire, sistemul de acționare hidraulică, motoare de acționare.

➤ Mașina de rectificat rotund exterior fără vârfuri

Acest tip de mașină se caracterizează prin lipsa păpușilor portpietă și prin existența a două discuri, montate față în față, între care se află piesa de prelucrat.

Părțile componente ale mașinilor de rectificat exterior fără vârfuri (fig. 4.44) sunt următoarele:

- **batiul 1**, prevăzut la partea superioară, pe o anumită porțiune, cu ghidaje longitudinale;
- **păpușa discului rectificator 2**, pe care se montează prin intermediul unui arbore discul așchietor 4, antrenat în mișcare de rotație de la un motor electric. Tot pe păpușa 2, se află montat și mecanismul pentru profilarea discului 3, prevăzut cu vârf de diamant;
- **păpușa discului conducător 7**, care este montată pe batiul mașinii prin intermediul ghidajelor longitudinale 8, având posibilitatea de mișcare pentru reglarea adâncimii de așchiere. Deplasarea păpușii 7 se realizează prin intermediul unui mecanism șurub-piuliță 9, pus în mișcare cu ajutorul unei roți de mână 10. Păpușa este prevăzută cu un arbore pe care se montează discul conducător 5. Antrenarea discului conducător în mișcare

de rotație se poate face de la un motor electric independent sau de la același motor care acționează discul de rectificat. Rotația discului de conducere se reglează cu ajutorul variatorului mecanic CA. Discul de conducere 5 este profilat cu un vârf de diamant montat în mecanismul 6. Dispozitivul pentru susținerea piesei de rectificat 11 se montează între cele două discuri.

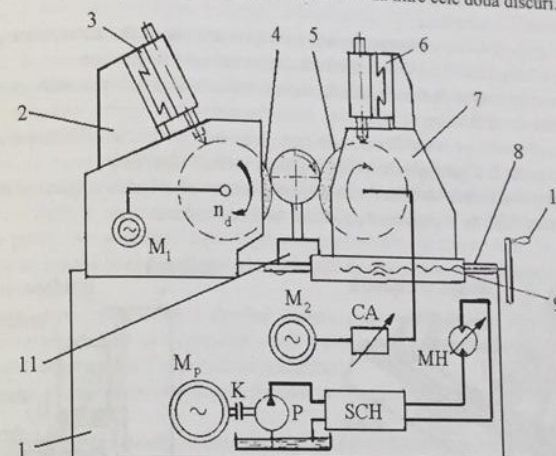


Fig. 4.44. Mașina de rectificat rotund exterior fără vârfuri.

ⓑ Mașinile de rectificat plan (fig. 4.45) se pot clasifica, după poziția axului portpietă, în:

I. mașini orizontale;

II. mașini verticale.

I. **Mașinile orizontale așchiază** de obicei cu partea periferică a discului abraziv. Masa mașinilor orizontale poate fi dreptunghiulară sau rotundă. Cele mai răspândite în practică sunt mașinile de rectificat plan cu masa dreptunghiulară. O asemenea mașină este reprezentată în figura 4.46. Batiul mașinii, în formă de T, se continuă în spate cu o coloană pe care poate aluneca o consolă ce susține păpușa portpietă. În partea din față, batiul are ghidaje pe care alunecă un suport transversal cu ghidaje pe care se deplasează masa mașinii.

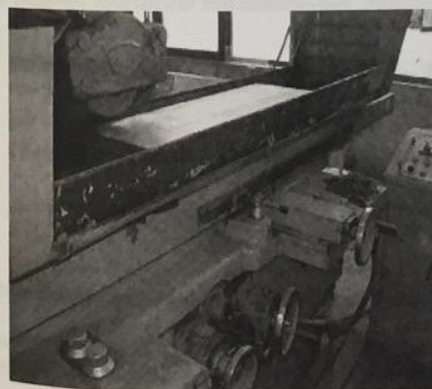


Fig. 4.45. Mașina de rectificat plan.

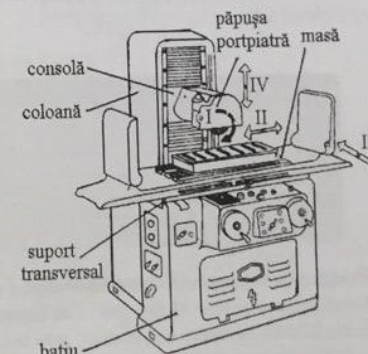


Fig. 4.46. Mașină orizontală de rectificat plan, cu masă orizontală.

Cele patru notații din figura 4.46 corespund următoarelor mișcări:

I – mișcarea principală de așchiere, executată de piatra abrazivă;

II – mișcarea de avans longitudinal, care poate fi o mișcare rectilinie-alternativă sau o mișcare circulară;

III – mișcarea de avans transversal, pentru a acoperi întreaga suprafață prelucrată;

IV – mișcarea de avans de pătrundere.

Aționarea păpușii portpiatră este electromecanică, iar acționarea suportului transversal și a mesei, hidraulică.

Lungimea curselor de lucru (mișcările II și III) este limitată cu ajutorul unor limitatoare.

II. Mașinile verticale sunt mașini de mare productivitate, folosite la degroșarea pieselor care nu au fost prelucrate anterior prin așchiere și, mai rar, la finisare.

Pietrele folosite la rectificarea pe mașinile verticale sunt pietre-oală sau pietrele formate din segmenți.

Masa acestor mașini poate fi dreptunghiulară (fig. 4.47) sau rotundă (fig. 4.48).

Mașinile cu masa dreptunghiulară sunt întrebunțate la rectificarea pieselor cu lungime și lățime mare, în timp ce mașinile cu masă rotundă sunt folosite la prelucrarea pieselor mici sau mijlocii.

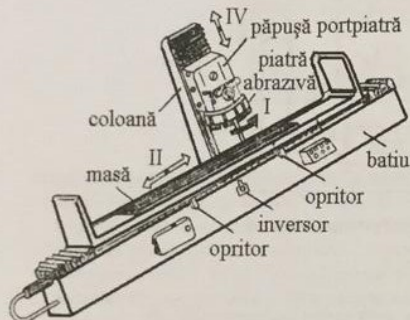


Fig. 4.47. Mașină verticală de rectificat plan cu masă dreptunghiulară.

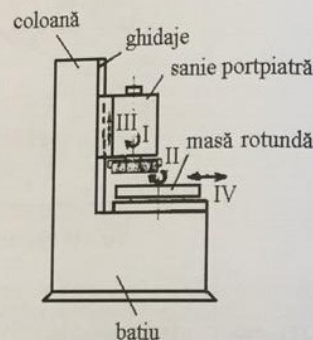


Fig. 4.48. Mașină de rectificat plan cu masă rotundă.

Rectificarea suprafețelor cilindrice exterioare și a suprafețelor plane

Rectificarea suprafețelor cilindrice exterioare este un procedeu tehnologic de finisare a suprafețelor, cu ajutorul discurilor abrazive. Metodele și metodele folosite la rectificarea suprafețelor de revoluție exterioare sunt grupate în funcție de sistemul de prindere și fixare a piesei, precum și de modul cum se realizează îndepărtarea adaosului de prelucrare (Tabelul 4.3).

Tabelul 4.3. Metode de rectificare.

Suprafața	Sistemul de prindere	Metoda de prelucrare
Cilindrică (rotundă exterioară)	1. Între vârfuri sau alt sistem de prindere echivalent	a) cu avans longitudinal prin treceri succesive b) cu avans longitudinal dintr-o singură trecere c) cu avans transversal
	2. Fără vârfuri	a) cu avans longitudinal b) cu avans transversal c) cu avans longitudinal limitat

1) Rectificarea rotundă exterioară între vârfuri se aplică pentru rectificarea pieselor de tip arbore, disc, volant, bușcă etc., prinse între vârfuri, sau cu alt dispozitiv universal.

1.a) Rectificarea cu avans longitudinal, prin treceri succesive (fig. 4.49, a) este cea mai cunoscută și cea mai răspândită metodă, fiind utilizată în producția de serie mică, precum și la rectificarea pieselor cu lungime mare.

Prezentarea generală a procedeelor de prelucrare prin așchiere

La rectificarea cu avans longitudinal, discul abraziv execută mișcarea principală de așchiere – care este o mișcare de rotație cu turația n_d – și mișcarea de avans transversal s_t , cu ajutorul căruia se reglează adâncimea de așchiere după fiecare trecere longitudinală. Piesa execută mișcarea de rotație în jurul axei sale cu turația n_p .

Mișcarea de avans longitudinal poate fi executată fie de piesa de prelucrat în fața discului abraziv (în cazul pieselor cu diametru mic), fie de discul de rectificat, în lungul arborelui (în cazul pieselor cu diametru și dimensiuni mari). La prelucrarea prin această metodă, adaosul de prelucrare se îndepărtează din mai multe treceri longitudinale succesive, numărul lor depinzând de valoarea avansului transversal și de mărimea adaosului de prelucrare. Pentru a se asigura o precizie de formă corespunzătoare, discul de rectificat trebuie să depășească piesa la sfârșitul cursei longitudinale.

Metoda este avantajoasă pentru rectificarea arborilor (axurilor) drepecți. Mărimea avansului transversal s_t este cuprinsă între 0,005 mm și 0,05 mm.

1.b) Rectificarea cu avans longitudinal dintr-o singură trecere, cu discul abraziv, reglat la cotă (fig. 4.49, b) se aplică pentru rectificarea arborilor scurți și rigizi. Această metodă se mai numește și rectificarea în adâncime. Prelucrarea constă în următoarele: discul de rectificat se reglează la dimensiunea nominală, astfel încât adaosul de prelucrare se îndepărtează dintr-o singură trecere. În timpul lucrului, muchia stângă a discului de rectificat se uzează foarte mult, deoarece adaosul de prelucrare este îndepărtat de granulele abrazive din această parte.

Pentru a se evita uzura neuniformă a discului abraziv, precum și pentru a se asigura condiții mai bune de așchiere, discul abraziv este prevăzut cu o suprafață activă conică, urmată de o porțiune plană, sau se execută în trepte, asigurându-se, astfel, și o fragmentare a adaosului de prelucrare.

1.c) Rectificarea cu avans transversal se aplică pentru rectificarea pieselor scurte din producția în serie mare și în masă.

La rectificarea prin această metodă, lățimea discului abraziv trebuie să fie cu 3-5 mm mai mare decât lungimea suprafeței care se rectifică ($B \geq L$). Pentru obținerea dimensiunii precise a arborelui de rectificat, se imprimă discului de rectificat un avans transversal s_t . Prin această metodă se pot rectifica și suprafețele profilate, iar dacă discul abraziv este înclinat cu 45° față de axa piesei, se pot rectifica și suprafețe frontale. Metoda se caracterizează printr-o productivitate ridicată, deoarece la așchiere participă toate granulele de pe partea periferică a discului.

În figura 4.49, c este reprezentată rectificarea unui arbore scurt, iar în figura 4.49, d rectificarea unui arbore lung în trepte.

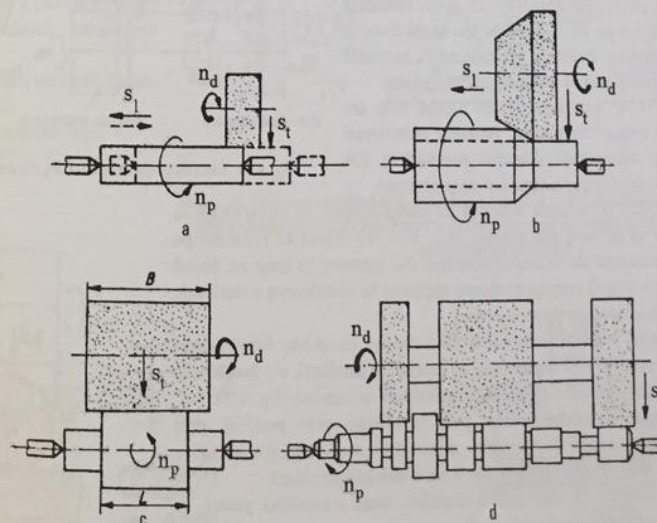


Fig. 4.49. Procede de rectificare rotundă exterioară, cu prinderea piesei între vârfuri.

2) Rectificarea rotundă exterioară fără vârfuri

Rectificarea fără vârfuri a suprafețelor cilindrice exterioare este un procedeu larg utilizat, în general pentru prelucrarea arborilor netezi rigizi și elastici, precum și a pieselor cu pereți subțiri de tip inele și bușe, atât ca operație de degroșare, cât și ca operație de finisare.

Procedeele se folosesc pentru producția în serie și în masă, fiind caracterizate printr-o productivitate foarte ridicată.

Rectificarea se realizează cu ajutorul a două discuri (fig. 4.50), unul abraziv, iar celălalt de antrenare, arborele așezându-se pe o riglă de rezemare, între cele două discuri abrazive. Ambele discuri se rotesc în același sens, însă cu turații diferite. Discul de rectificat are o viteză periferică egală cu a celor de la mașinile de rectificat între vârfuri, adică de 25-30 m/s. Discul de antrenare are o viteză mult mai mică, de ordinul a 0,3 m/s și este înclinat față de primul cu un unghi α .

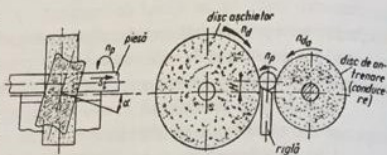


Fig. 4.50. Rectificarea rotundă exterioară, fără vârfuri.

2.a) Rectificarea fără centre, cu avans longitudinal, se aplică,

în general, la rectificarea arborilor drepti cu lungime mare sau la piesele în formă de disc sau bușe.

Discurile abrazive se reglează la o anumită distanță, corespunzătoare diametrului piesei de rectificat.

Avansul longitudinal al piesei între discurile abrazive se realizează datorită înclinării discului de antrenare. Valoarea avansului este în funcție de precizia de prelucrare și de calitatea suprafeței impusă arborelui, fiind cuprinsă între 0,003 mm/rot. și 0,20 mm/rot. La rectificarea fără centre se poate obține o precizie de prelucrare la diametru de 0,005 mm și de 0,002-0,03 mm la forma geometrică (după un număr de 6-7 treceri). La rectificarea fără centre se va acorda o atenție deosebită la așezarea și poziționarea riglei de rezemare (linialului) a piesei, astfel încât centrul piesei de rectificat să nu se afle pe axa celor două discuri, ci la o distanță H , fapt ce face ca în timpul rectificării forța de așchiere să mențină piesa de prelucrat în contact permanent cu linialul, evitându-se astfel apariția formei poligonale a piesei.

2.b) Rectificarea exterioară fără centre, cu avans transversal, se aplică la piesele scurte (arbori în trepte, arbori scurți sau profilați, bușe cu pereți subțiri), lungimea acestora fiind mai mică decât

lățimea discurilor abrazive. În acest caz, cele două discuri au axele paralele sau se dă discului de antrenare o înclinare mică ($\alpha = 1^\circ$), necesară pentru poziționarea cât mai exactă a piesei.

În figura 4.51. a, este reprezentat modul cum are loc rectificarea cu avans transversal. Avansul transversal se realizează prin apropierea discului conducător (de antrenare) până la îndepărtarea adaosului de prelucrare.

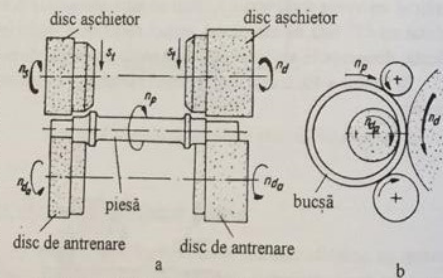


Fig. 4.51. Rectificarea fără vârfuri, cu avans transversal.

Dacă se rectifică la exterior o bușă cu pereți subțiri, se recomandă ca antrenarea acesteia să se facă din interior (fig. 4.51, b). Piesa se rezemă pe două role și este antrenată de discul conducător din interior, în timp ce discul de rectificat, având o viteză corespunzătoare așchierii la rectificarea exterioară, asigură îndepărtarea adaosului de prelucrare.

2.c) Rectificarea rotundă exterioară fără centre, cu avans longitudinal limitat, este identică cu metoda cu avans longitudinal, cu deosebirea că deplasarea axială a piesei este limitată de un opritor (fig. 4.52).

Generarea unei suprafețe plane prin rectificare este posibilă prin combinarea mișcării principale de așchiere – mișcare de rotație a pietrei abrazive – cu o mișcare de avans a piesei, care poate fi rectilinie sau circulară.

În funcție de modul în care piatra abrazivă atacă materialul piesei, se deosebesc două scheme tehnologice de bază:

- rectificarea plană cu partea periferică a pietrei abrazive;
- rectificarea plană cu partea frontală a pietrei abrazive.

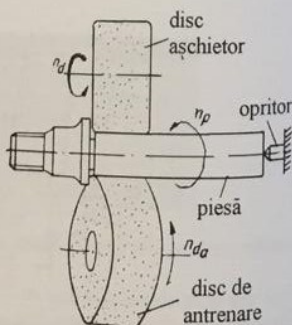


Fig. 4.52. Rectificarea fără vârfuri, cu avans longitudinal limitat.

Prezentarea generală a procedeelor de prelucrare prin așchiere

Rectificarea plană cu partea periferică a pietrei abrazive (fig. 4.57, a) se realizează cu ajutorul unui disc abraziv, piesa executând fie o mișcare rectilinie de avans, fie o mișcare de avans circular.

Rectificarea plană cu partea frontală a pietrei abrazive (fig. 4.57, b) prezintă, de asemenea, două variante: rectificarea cu mișcare de avans rectiliniu a piesei și rectificarea cu mișcare de avans circular a piesei. Piatra abrazivă poate fi un disc sau o piatră compusă din segmente.

Indiferent de schema de bază folosită, la rectificarea suprafețelor plane sunt necesare următoarele mișcări (fig. 4.58):

- mișcarea principală de așchiere I, executată de piatra abrazivă;
- mișcarea de avans longitudinal II, care poate fi o mișcare rectilinie alternativă sau o mișcare circulară;
- mișcarea de avans transversal III, pentru a acoperi întreaga suprafață prelucrată;
- mișcarea de avans de pătrundere IV.

Rectificarea cu partea frontală a pietrei abrazive asigură cea mai mare productivitate, în schimb, calitatea suprafeței prelucrate este inferioară celei obținute la rectificarea cu partea periferică a pietrei.

Din această cauză, de multe ori, prelucrarea prin degroșare se execută cu partea frontală a pietrei, finisarea executându-se cu periferia discului abraziv.

La rectificarea plană, mișcarea principală de așchiere este mișcarea de rotație (v_r) a pietrei. Mișcările de avans sunt mișcări rectilinii executate pe direcția longitudinală (s_l) sau transversală (s_t). Rectificarea poate fi executată la mașini cu arbore orizontal, folosindu-se o piatră abrazivă circulară sau la mașini cu arbore vertical, folosindu-se o piatră în formă de oală.

Rectificarea plană se poate realiza cu suprafața cilindrică a corpului abraziv și cu avans transversal intermitent (fig. 4.59) sau cu suprafața frontală a corpului abraziv din segmente (fig. 4.60).

S-au făcut următoarele notații:

- v_p – viteza principală de așchiere, m/s;
- v_{p1} – viteza de avans a piesei, m/min;
- s_l – avans longitudinal, mm/cursă piesă;
- s_t – avans transversal, mm/rot. masă, mm/cursă masă;
- t – adâncimea de așchiere, mm.

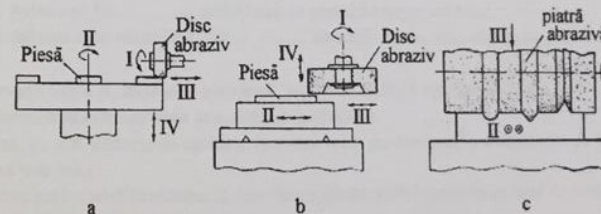


Fig. 4.58. Schema rectificării suprafețelor plane: a – rectificarea cu partea periferică a pietrei abrazive; b – rectificarea cu partea frontală a pietrei abrazive; c – rectificarea suprafețelor profilate.

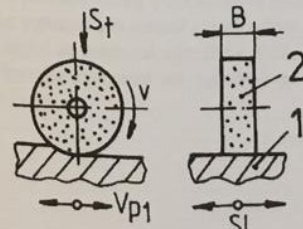


Fig. 4.58. Rectificare plană.

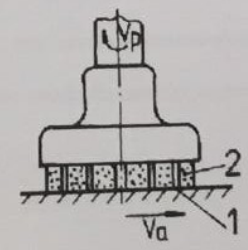


Fig. 4.60. Rectificare cu piatră segment.

Norme de sănătate și securitate a muncii la rectificare

Pe lângă măsurile generale de securitate a muncii aplicate la prelucrarea prin aşchiere, pentru prelucrările de finisare ale suprafețelor semifabricatelor executate pe mașini de rectificat, trebuie să fie respectate unele măsuri specifice.

Păstrarea, alegerea, echilibrarea, încercarea, montarea, protejarea și exploatarea corpurilor abrazive trebuie să se facă respectându-se prevederile din standardele în vigoare.

După montarea corpului abraziv pe mașina de rectificat, trebuie să se facă încercarea la mersul în gol și la turația de regim, timp de cel puțin 5 minute.

Nu este admisă prelucrarea pe suprafețele laterale ale discului abraziv, atunci când mașina nu este destinată special pentru astfel de prelucrări.

Mașinile de rectificat rotund trebuie să fie prevăzute cu lunete, pentru rectificarea fără pericol a pieselor lungi.

Măsurarea pieselor care se prelucreează la mașinile de rectificat se va efectua numai după ce discul abraziv și piesa au fost oprite.

În cazul folosirii metodei de rectificare umedă, lichidul de răcire trebuie să spele discul pe întreaga suprafață de lucru.

La constatarea oricărei defecțiuni în timpul funcționării, se va opri imediat mașina și vor fi anunțați maistrul și mecanicul de întreținere.

Transportul și depozitarea corpurilor abrazive trebuie să se facă cu grijă, ferindu-le de lovitură și zdruncinături. Este interzis transportul corpurilor abrazive prin rostogolire.

Depozitarea corpurilor abrazive trebuie să fie făcută în magazii acoperite, prevăzute cu rafturi și cu lăzi din lemn, la temperaturi ale aerului de peste +5 °C și umiditate relativă de cel mult 70%. În timpul depozitării, corpurile abrazive trebuie să fie ferite de acțiunile apei, de trepidații și de șocuri.

FIȘĂ DE EVALUARE

① Completați spațiile libere, astfel ca enunțul să fie corect.

a. Din punct de vedere constructiv, orice sculă aşchietoare se compune din două părți:

- o parte de, numită și sculei;

- o parte, numită și sculei.

b. Procesul de aşchiere reprezintă procesul de îndepărtare a adaosului de prelucrare, sub formă de aşchii, de pe suprafața semifabricatelor obținute prin:

-

-

-

-

c. Ceea ce caracterizează cel mai bine procedeele de prelucrare prin aşchiere sunt executate de sculă și de piesa prelucrată.

d. La strunjire, pe lângă mișcarea principală de aşchiere, este necesară și o mișcare de, care asigură detașarea continuă a aşchiilor și care este executată de scula aşchietoare.

e. Căruciorul strungului este format din trei sănii suprapuse:

- sania

- sania

- sania

f. Unghiurile ce caracterizează forma constructivă a părții active a cuțitului de strung sunt:

g. Mișcarea principală de aşchiere la frezare este executată, în general, de, iar mișcarea secundară sau de avans (longitudinală sau transversală) este executată de

h. Din punct de vedere constructiv, cuțitele de rabotat pot fi:

i. Suprafețele supuse mortezării trebuie să fie, astfel încât să permită ieșirea cuțitului.

j. Pietrele abrazive folosite la rectificare sunt constituite din abrazive legate între ele cu un

② Scrieți în dreptul fiecărei afirmații litera A, dacă este adevărată, sau litera F, dacă este falsă:

a. Adâncimea de aşchiere este determinată de mărimea adaosului de prelucrare.

b. Cu cât prelucrarea este mai fină, cu atât vitezele de aşchiere sunt mai mari, iar avansurile, adâncimile de lucru și adaosurile de prelucrare sunt mai mici.

c. Un material se consideră a fi mai prelucrabil în măsura în care durabilitatea sculei aşchietoare este mai mică.

d. Pe strung se pot executa operații de filetare și de găurire.

e. Batiul mașinii este nelipsit din componența oricărei mașini-unelte.

f. Arborii lungi în trepte pot fi prelucrați cu fixare între vârfuri.

g. Aşchiile se îndepărtează cu mâna sau cu ajutorul unor dispozitive speciale adecvate: cârlige, perii.

h. Frezarea în sensul avansului se utilizează la frezarea pieselor forjate sau turnate.

i. La rabotare există o cursă activă și una în gol.

j. La șepinguri, în timpul cursei active, datorită forțelor de aşchiere, materialul se deformează plastic.

k. Cuțitul de mortezat nu trebuie să fie cotit.

l. Operația executată cel mai frecvent pe mașinile de mortezat este prelucrarea canalelor de pană în alezajele pieselor.

3 Realizați corespondența corectă dintre elementele coloanei A și cele ale coloanei B.

A. Operații de prelucrare prin așchiere	B. Definiții
1. Strunjirea	a. Procedeul de finisare prin așchiere rezultat din combinarea mișcării principale (totdeauna de rotație), executată de scula abrazivă, cu mișcări de avans rectiliniu executate de piesă și/sau de sculă.
2. Frezarea	b. Prelucrarea prin așchiere a canalelor interioare, care se realizează prin combinarea mișcării principale (mișcare rectilinie-alternativă a berbecului) cu mișcările de avans, care asigură deplasarea și rotirea mesei.
3. Rabotarea	c. Operația de prelucrare mecanică prin așchiere executată pe mașini specifice, cu ajutorul sculelor prevăzute cu mai multe tășuri.
4. Mortezearea	d. Operația de prelucrare prin așchiere a suprafețelor plane, cilindrice, orizontale, verticale, înclinate, precum și a suprafețelor cu forme complicate, cu ajutorul unor cuțite care lucrează în condiții mai grele, cauzate de șocurile puternice ce se produc la pătrunderea lor în metal.
5. Rectificarea	e. Prelucrare prin așchiere executată cu cuțite specifice, la care piesa efectuează mișcarea principală de rotație, iar scula efectuează mișcările secundare (de avans), rectilinii sau curbilinii.

4 Încercuiți litera corespunzătoare răspunsului corect:

- Așchiile de rupere rezultă la prelucrarea materialelor:
 - fragile;
 - dure și tenace.
- Cuțitele de strung cu plăcuțe amovibile reprezintă varianta folosită:
 - cel mai rar;
 - cel mai des.
- În cazul strunjirii suprafețelor cilindrice exterioare ale arborilor scurți, piesele de prelucrat se fixează în:
 - mengină;
 - universal.
- Frezele cilindrice se folosesc pentru prelucrarea suprafețelor plane pe mașinile de frezat:
 - orizontale;
 - verticale.
- Piesele cu dimensiuni mari sau foarte mari se prelucurează pe mașinile de rabotat:
 - longitudinal;
 - transversal.
- Cuțitele de mortezat bilaterale se folosesc la:
 - mortezearea canalelor înguste;
 - prelucrarea suprafețelor plane, așezate vertical.
- Mașinile de rectificat plan cele mai răspândite în practică sunt cele cu masă:
 - dreptunghiulară;
 - rotundă.
- Cea mai cunoscută și cea mai răspândită metodă de rectificare este:
 - rectificarea cu avans longitudinal, prin treceri succesive;
 - rectificarea cu avans transversal.

5 Precizați părțile componente ale strungurilor, ale mașinilor de frezat universale, ale mașinilor de rectificat, portpiesă, dispozitiv de prindere a piesei, masă (inferioară, superioară), păpușă (fixă, mobilă, portsculă), sanie longitudinală, sanie transversală, sistem de acționare electromecanică al arborelui principal, suport transversal.

6 Realizați un miniproiect cu tema *Obținerea pieselor prin procedee de prelucrare prin așchiere*, folosind piese și desene din baza materială a atelierului, având în vedere următoarea structură de idei:

- nominalizarea procedeului de prelucrare prin așchiere folosit;
- identificarea mașinii-unelte utilizate;
- enumerarea părților componente ale mașinii-unelte respective;
- descrierea SDV-urilor folosite;
- reprezentarea schemelor de prelucrare a suprafețelor precizate;
- realizarea unor afișe care să ilustreze normele de protecție a muncii corespunzătoare procedeelor utilizate.

REZOLVĂRI

- 1 a. fixare, corpul, activă, capul; b. turnare, matrițare, forjare, laminare; c. mișcările; d. avans; e. sania inferioară sau căruciorul propriu-zis; sania intermediară sau transversală; sania superioară sau sania portcuțit; f. unghiul de degajare γ , unghiul de așezare α ; unghiul de înclinare al tășului λ , unghiul de atac κ ; g. sculă, piesă; h. drepte, încovoiate, cotite și cu cap îngustat; i – deschise; j – granule, liant.
- 2 a – A, b – A, c – F, d – A, e – A, f – A, g – F, h – F, i – A, j – F, k – A, l – A,
- 3 1 – e, 2 – c, 3 – d, 4 – b, 5 – a.
- 4 I – a, II – b, III – b, IV – a, V – a, VI – b, VII – a, VIII – a.
- 5 strung: batiu, păpușă fixă, păpușă mobilă, cutie de avansuri, cărucior; mașina de frezat: batiu, sistem de acționare electromecanică al arborelui principal, dorn portfreză, braț suport, masa mașinii, ghidaje, consolă; mașina de rectificat rotund interior cu cap de prindere: batiu, păpușă portpiesă, păpușă portsculă, sanie transversală, sanie longitudinală, ghidaje, dispozitiv de prindere a piesei; mașini de rectificat rotund exterior între vârfuri cu masa mobilă: batiu, masă inferioară, masă superioară, păpușă portpiatră, păpușă portpiesă, păpușă mobilă; mașină orizontală de rectificat plan, cu masă orizontală: batiu, suport transversal, coloană, consolă, păpușă portpiatră, masă.

APLICAȚII PRACTICE

La finalul activității derulate în cadrul orelor de lucrări practice, veți fi capabili:

- ✓ să identificați semifabricatele, materialele și SDV-urile necesare procesului tehnologic;
- ✓ să efectuați corect operațiile de lăcătușărie generală în conformitate cu documentația tehnică (fișe de operații);
- ✓ să identificați și să utilizați corect dispozitivele pentru asamblări demontabile/nedemontabile;
- ✓ să efectuați corect operații de asamblări demontabile/nedemontabile;
- ✓ să precizați procedeele de obținere a semifabricatelor;
- ✓ să alegeți mijloacele de măsurare și de verificare necesare;
- ✓ să estimați și să verificați rezultatele.

LUCRAREA NR. 1: MĂSURAREA DIMENSIUNILOR EXTERIOARE CU AJUTORUL ȘUBLERULUI

1 Considerații teoretice

Șublerul face parte din categoria instrumentelor pentru măsurat lungimi cu vernier.

Vernierul este o scară gradată suplimentară, care alunecă de-a lungul riglei principale. Diviziunile acestei scări sunt realizate în același sens cu cele de pe riglă.

Intervalul dintre diviziunile scării vernierului este mai mic decât cel dintre diviziunile de pe riglă. Divizarea scării vernierului este în așa fel realizată, încât pentru n diviziuni ale scării vernierului corespund $(n-1)$ diviziuni de pe riglă.

În tabelul 1 sunt date caracteristicile vernierului.

Tabelul 1. Caracteristicile vernierului.

Precizia de citire a șublerului, p	Numărul de diviziuni ale vernierului	Lungimea scării gradate (vernier), mm	Valoarea unei diviziuni (vernier), mm
$1/10 = 0,1$	10	9	0,9
$1/20 = 0,05$	20	19	0,95
$1/50 = 0,02$	50	49	0,98

Schemele a două tipuri de verniere sunt date în figurile 1 și 2.

Valoarea diviziunii șublerului se determină cu relația:

$$V_d = V_i / N_d,$$

unde: V_i – este valoarea intervalului dintre două diviziuni, pe scara riglei ($V_i = 1$ mm);

N_d – numărul de diviziuni de pe vernier.

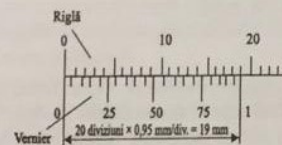


Fig. 1. Vernier cu valoarea diviziunii 0,05 mm.

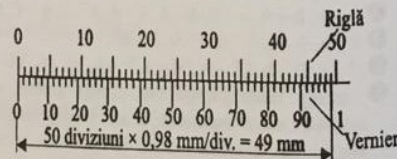


Fig. 2. Vernier cu valoarea diviziunii 0,02 mm.

Aplicații practice

Exemplu: Pentru șublerul al cărui vernier este prezentat în figura 2, valoarea diviziunii are: $V_i = 1$ mm; $N_d = 50$ diviziuni; atunci: $V_d = 1/50 = 0,02$ mm.

Valoarea lungimii măsurate se obține folosind formula:

$$V_M = N_R \times V_i + N_V \times V_d,$$

unde: V_M – este valoarea măsurată;

N_R – numărul reperului de pe riglă, în raport cu reperul 0;

V_i – valoarea intervalului dintre două diviziuni de pe scara riglei = 1 mm;

N_V – numărul reperului de pe vernier care se află în prelungirea unui reper pe scara riglei;

V_d – valoarea diviziunii (0,1; 0,05 sau 0,02 mm).

În figurile 3 și 4 sunt prezentate exemple de citire a valorii măsurate cu șublerul.

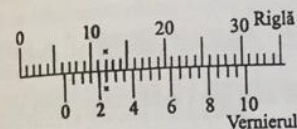


Fig. 3. Vernier cu valoarea diviziunii 0,05 mm (poziționat: 6,25 mm).

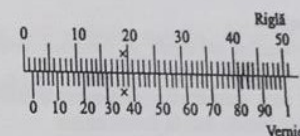


Fig. 4. Vernier cu valoarea diviziunii 0,02 mm (poziționat: 1,36).

2 Instrumente și materiale necesare

Pentru efectuarea lucrării se utilizează:

– șublere pentru exterior, cu valoarea diviziunii $V_d = 0,1$ mm; 0,05 mm sau 0,02 mm;

– piese de diferite forme și dimensiuni;

– documentația tehnică (desen, plan de operații, normă tehnică, caiet de sarcini, normă de metrologie legală, instrucțiune de metrologie legală, normă tehnică de metrologie).

3 Scopul lucrării este de a determina cu ajutorul șublerului dimensiunile exterioare ale pieselor, abaterea superioară, abaterea inferioară și toleranța.

4 Mod de lucru

Se folosește șublerul din figura 5.

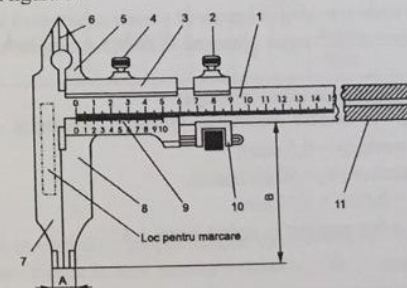


Fig. 5. Șublerul folosit în lucrarea de laborator:

- 1 – riglă; 2 – șurub de blocare pentru mecanismul de avans fin; 3 – cursor; 4 – șurub de fixare al cursorului; 5, 6 – ciocuri pentru interior; 7, 8 – ciocuri pentru exterior; 9 – vernier; 10 – dispozitiv de avans fin al cursorului; 11 – tijă de adâncime.

După deblocarea șurubului 4 al cursorului 3 și a șurubului 2 al dispozitivului de avans fin, piesa va fi prinsă între ciocurile șublerului, astfel încât să se poată stabili valoarea diametrului de măsurat. Prin deplasarea șublerului într-un plan perpendicular pe axa suprafeței cilindrice, se determină dimensiunea minimă. Se fixează această dimensiune cu ajutorul cursorului și al dispozitivului de avans fin, prin blocarea cursorului cu șurubul acestuia.

Șublerele cu indicație numerică permit posibilitatea conectării la PC-uri, în vederea interpretării rezultatelor pe baza unui software adecvat.

Pentru utilizarea corectă a șublerelor, se vor respecta următoarele *reguli*:

- piesa se prinde corect între suprafețele de măsurare;
- piesele de măsurat se curăță foarte bine înaintea operației de măsurare;
- privirea trebuie să fie perpendiculară pe scara gradată a șublerului;
- șublerul se verifică periodic cu ajutorul calelor plan-paralele în atelierul de metrologie.

Eroarea de măsurare este minimă atunci când rigla este perpendiculară pe axa piesei de măsurat, astfel ca fâlcile șublerului să ia contact cu piesa pe toată lățimea lor.

Erorile tolerate ale indicațiilor șublerelor nu trebuie să depășească valorile prescrise în norme.

Erorile tolerate se compară cu eroarea reală, care se determină prin diferența dintre indicația șublerului și dimensiunile nominale ale calelor plan-paralele care se folosesc în acest scop.

Se efectuează citirea, conform indicațiilor anterioare.

5 Concluzii

- Formulați observații și concluzii proprii despre caracteristicile obiectului măsurat și despre procesul de măsurare.
- În urma comparării și a interpretării rezultatelor măsurării, stabiliți dacă piesa analizată prezintă abateri de la dimensiunile date în documentație.
- Analizați precizia cu care s-a realizat determinarea și enumerați criteriile care au stat la baza selectării mijlocului de măsurare.

Notă

- Piesa la care dimensiunea măsurată are valoarea cuprinsă între dimensiunea minimă prescrisă și dimensiunea maximă prescrisă în documentația tehnică este bună.
- Diametrul interior minim care se poate măsura depinde de cota A , care este standardizată (10 mm).
- Diametrul exterior maxim care se poate măsura cu șublerul depinde de cota B , care este standardizată.

LUCRAREA NR. 2: MĂSURAREA DIMENSIUNILOR EXTERIOARE CU AJUTORUL MICROMETRULUI

1 Considerații teoretice

Micrometrele sunt aparate de măsurare pentru lungimi a căror funcționare se bazează pe transformarea mișcării de rotație a unui șurub micrometric cu pas fin în mișcare liniară.

Micrometrele sunt de mai multe tipuri și se aleg în funcție de piesele ce urmează a fi măsurate. Micrometrul folosit în această lucrare practică este micrometrul de exterior prezentat în cadrul subcapitolului 1.4.1, *Mijloace de măsurare pentru lungimi*.

Valoarea diviziunii micrometrului se obține folosind relația:

$$V_d = p/N_d$$

unde: p – pasul șurubului micrometric ($p = 0,5$ mm);

N_d – numărul diviziunilor de pe tambur ($N_d = 50$ diviziuni).

Înlocuind valorile, se obține: $V_d = 0,5/50 = 0,01$ mm.

Modul de citire al micrometrului a fost explicat în cadrul temei 1.4.

2 Instrumente și materiale necesare

Pentru efectuarea lucrării se utilizează:

- micrometrul pentru măsurarea dimensiunilor exterioare cu valoarea diviziunii $V_d = 0,01$ mm;
- documentația însoțitoare (instrucțiuni de utilizare-reglare);
- cala de reglare din trusa micrometrului sau din trusa de cale plan-paralele;
- piese de diferite forme și dimensiuni, însoțite de documentația tehnică aferentă.

3 Scopul lucrării este utilizarea corectă a micrometrului în procesul de măsurare a parametrului verificat.

4 Mod de lucru

Înainte de măsurarea cu ajutorul micrometrului, trebuie să se verifice dacă acesta este reglat la zero, astfel: la micrometrul care are limita de măsurare cuprinsă între 0 și 25 mm, se apropie suprafețele de măsurare cu ajutorul

dispozitivului de limitare a apăsării, până când acestea vin în contact. Se observă dacă reperele 0 de pe tambur și de pe brat sunt în prelungire. Dacă nu sunt, atunci micrometrul va fi reglat la zero, conform instrucțiunilor de utilizare, de către personalul specializat pentru întreținerea mijloacelor de măsurare.

Pentru micrometrele care au limita inferioară de măsurare de 25 mm sau mai mare, se folosesc calele de reglare existente în trusa micrometrului. Lungimea unei astfel de cale este egală cu limita inferioară de măsurare a micrometrului. După ce micrometrul a fost verificat, se începe măsurarea propriu-zisă. Se rotește tamburul până când piesa de măsurat se poate introduce ușor între suprafețele de măsurare ale tijei șurubului micrometric și nicovală. Prin rotirea tamburului în sensul înșurubării, suprafețele de măsurare se aduc în contact cu suprafețele piesei.

După ce s-a obținut contactul cu piesa, se continuă deplasarea tijei, prin intermediul dispozitivului de limitare a apăsării. Dispozitivul de limitare a apăsării are rolul de a asigura o forță constantă de strângere a piesei, pentru a înlătura erorile care pot apărea din cauza acestei forțe. Se blochează tija șurubului micrometric cu ajutorul dispozitivului de blocare și se efectuează citirea valorii măsurate.

Pentru a fi păstrată acuratețea măsurătorilor, micrometrele sunt verificate periodic, în cadrul atelierului de metrologie. Această verificare constă în:

- verificarea planității și a paralelismului suprafețelor de măsurare;
- verificarea justeții indicațiilor;
- verificarea dispozitivului de limitare a apăsării.

Utilizarea micrometrelor necesită respectarea următoarelor *reguli*:

- curățarea suprafețelor de măsurat;
- măsurarea pieselor în stare de repaus;
- aplicarea ușoară a pieselor pe suprafețele de măsurare;
- păstrarea instrumentelor în cutii ferite de umezeală, de lovituri, de șocuri, de agenți corozivi.

Se recomandă ca, în timpul măsurării, șurubul micrometric să fie acționat prin intermediul dispozitivului de limitare a forței de măsurare, pentru a se evita erorile de măsurare care pot apărea din cauza deformațiilor șurubului micrometric și ale materialului piesei, în punctele de contact.

Rezultatele măsurărilor vor fi comparate cu prevederile documentației tehnice și vor fi centralizate în tabelul 1.

Tabelul 1. Rezultatele măsurătorilor.

Dimensiuni limită prescrise		Dimensiunea măsurată				Concluzii
$L_{min}=L_N+a_i$	$L_{min}=L_N+a_S$	Citirile			Valoare medie	
		C_1	C_2	C_3		

Notații: a_i ; a_s – abaterile inferioară, respectiv superioară, care au fost prescrise în proiect; L_N – dimensiunea nominală prescrisă.

5 Concluzii

a) Formulați observații și concluzii proprii despre caracteristicile obiectului măsurat și despre procesul de măsurare, precizând criteriile care au stat la baza selectării mijlocului de măsurare.

b) Analizați precizia cu care s-a realizat determinarea și comparați valorile notate în tabel.

Piesa se consideră bună dacă valorile dimensionale respectă condiția:

$$L_{min} < L_N < L_{max}$$

LUCRAREA NR. 3: MĂSURAREA DIMENSIUNILOR INTERIOARE CU AJUTORUL MICROMETRULUI DE INTERIOR

1 Considerații teoretice

Micrometrul de interior servește la măsurarea dimensiunilor prin metoda evaluării directe. Principiul de măsurare este același ca la micrometrul de exterior (vezi *Lucrarea nr. 2*).

2 Instrumente de măsură folosite:

- micrometrul de interior tip vergea, având următoarele caracteristici: valoarea diviziunii 0,01 mm; domeniul de măsurare 40-50 mm, 50-75 mm și 75-100 mm; diametrul maxim de măsurat cu prelungitoare 1.500 mm; eroarea de măsurare: pentru domeniul 50-75 mm este $\Delta = \pm 4 \mu\text{m}$; pentru prelungitoare $L = 500 \text{ mm}$, $\Delta = \pm 10 \mu\text{m}$; pentru prelungitoare $L = 1500 \text{ mm}$, $\Delta = \pm 30 \mu\text{m}$;
- o trusă cu prelungitoare;
- micrometrul de interior cu fălci.

3 Scopul lucrării este perceperea modului de măsurare a parametrului verificat și utilizarea corectă a micrometrului de interior în procesul de măsurare.

4 Mod de lucru

• Pregătirea micrometrului în vederea măsurării

În funcție de mărimea alezajului de controlat, se alege un instrument corespunzător. În cazul diametrelor mari, micrometrului i se montează prelungitorul respectiv. Montarea prelungitorului se face pe bușa (3), prin demontarea piuliței de protecție (2) (fig. 1) și înșurubarea în locul ei a tubului prelungitor (1) în care este montată tija palpatoare (2) și arcu (3) (fig. 2).

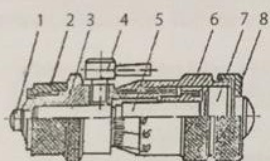


Fig. 1. Micrometru de interior.

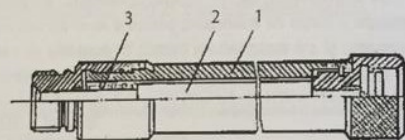


Fig. 2. Prelungitor.

Măsurarea propriu-zisă:

- se introduce în alezaj micrometrul, vârful de măsurare sferic (1) fiind ținut în contact cu piesa. Acest vârf, prin intermediul bușei (3), face corp comun cu șurubul micrometric (1), cu pasul de 0,5 mm (fig. 1);
- prin rotirea tamburului (6), se aduce în contact cu piesa partea sferică a tijei micrometrice, căutând prin încercări în același plan dimensiunea maximă;
- prin pendularea tijei micrometrice pe verticală, vârful de măsurare (1) fiind ținut în contact cu piesa și rotirea tamburului (6), se caută dimensiunea minimă, obținând astfel distanța minimă dintre două generatoare situate într-un plan care trece prin centrul piesei;

Se completează mai întâi datele prescrise și apoi rezultatele măsurătorilor într-un tabel similar celui de la lucrarea nr. 2.

5 Concluzii

Comparați diametrele efective determinate cu dimensiunile limită prescrise. Piesa se consideră bună dacă dimensiunea măsurată se află între dimensiunea minimă prescrisă D_{min} și dimensiunea maximă prescrisă D_{max} .

LUCRAREA NR. 4: MĂSURAREA DIMENSIUNILOR INTERIOARE CU AJUTORUL COMPARATORULUI DE INTERIOR

1 Considerații teoretice

Comparatorul de interior servește la măsurarea dimensiunilor prin comparație, reglarea lui făcându-se cu ajutorul unui bloc de cale sau cu ajutorul unui calibru inel. Comparatorul de interior face parte din grupa aparatelor cu pârghie și roți dințate. Se compune din următoarele părți (fig. 1): comparatorul cu cadran (1), sistemul de pârghii (2) și vârful de măsurare (3).

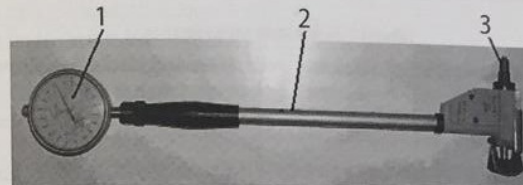


Fig. 1. Comparatorul de interior (trusa de alezaje).

2 Instrumente de măsură necesare

Pentru efectuarea lucrării practice se folosește comparatorul de interior (STAS 4293-87 clasa de fabricație 1), având următoarele caracteristici: valoarea diviziunii 0,01 mm; domeniul de măsurare 0-2 mm.

Eroarea comparatorului cu cadran în limitele unei rotații este de $\pm 4 \mu\text{m}$; în limitele întregului domeniu de măsurare este de $\pm 5 \mu\text{m}$.

Eroarea maximă a aparatului (fără comparator): la aparatele utilizate la diametre mai mici de 50 mm este de $\pm 5 \mu\text{m}$; la aparatele utilizate la diametre mai mari de 50 mm este de $\pm 8 \mu\text{m}$.

De asemenea, sunt necesare trusa de cale plan-paralele și suportul de cale, cu accesorii.

3 Scopul lucrării este perceperea modului de măsurare a parametrului verificat și utilizarea corectă a comparatorului de interior în procesul de măsurare.

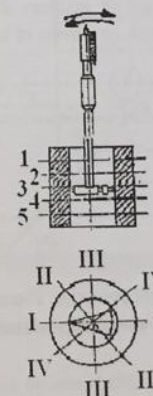


Fig. 2. Schema de măsurare cu comparatorul de interior.

4 Mod de lucru

Schema de măsurare este prezentată în figura 2.

Se reglează comparatorul la zero și se limitează câmpul de toleranță.

Cadranul aparatului se poate roti până se aduce reperul zero în dreptul acului indicator. Limitarea câmpului de toleranță se realizează cu ajutorul a doi indici reglabili montați pe cadranul aparatului.

• **Măsurarea propriu-zisă:**

- se introduce comparatorul în alezajul de verificat, astfel încât vârful fix și palpatorul mobil să se găsească pe diametrul alezajului, iar dispozitivul de centrare împins de arcuri să se așeze pe circumferință;
- indicația aparatului reprezintă abaterea față de cota de reglare, deoarece abaterile dimensionale preluate de palpatorul mobil sunt transmise la comparatorul cu cadran.

Abaterile efective sunt determinate în mai multe secțiuni și mai multe direcții și sunt trecute în tabelul 1 (în exemplul dat în figura 2 s-au considerat cinci secțiuni și patru direcții).

Se completează mai întâi datele prescrise și apoi rezultatele măsurătorilor în tabelul 1.

Tabelul 1. Rezultatele măsurătorilor.

Secțiunea de măsurare	Direcția de măsurare	Diametrul măsurat	Diametrul minim [mm]	Diametrul maxim [mm]
1	I			
1	II			
1	III			
1	IV			
2	I			
2	II			
2	III			
2	IV			
3	I			
3	II			
3	III			
3	IV			
4	I			
4	II			
4	III			
4	IV			
5	I			
5	II			
5	III			
5	IV			

5 **Concluzii**

Comparați diametrele efective cu dimensiunile limită prescrise. Piesa se consideră bună dacă dimensiunea măsurată se află între dimensiunea minimă prescrisă D_{min} și dimensiunea maximă prescrisă D_{max} .

1 **Considerații teoretice**

Dimensiunile unghiulare, alături de cele liniare, determină suprafețele pieselor și pozițiile reciproce ale acestora. Calele unghiulare sunt măsuri folosite pentru verificarea prin metoda directă a unghiurilor sau pentru gradarea aparatelor și a scalelor goniometrice. Ele se prezintă sub forma unor plăci prismatice triunghiulare, dreptunghiulare sau poligonale.

Calele unghiulare cel mai des folosite sunt de patru tipuri (I, II, III, IV), în funcție de mărimea unghiului activ:

- cale unghiulare de tip I, cu unghiul de lucru $\alpha = 1^\circ - 9^\circ$;
- cale unghiulare de tip II, cu $\alpha = 10^\circ - 90^\circ$;
- cale unghiulare de tip III, cu patru unghiuri de lucru, pentru care $\alpha + \beta + \gamma + \delta = 180^\circ$;
- cale unghiulare de tip IV, numite și cale poligonale.

Calele unghiulare se execută în trei clase de precizie (0; 1; 2). Calele cu precizia cea mai bună se găsesc în clasa 0.

Unghiurile de diferite valori se obțin prin aderare, folosind calele din trusă. Unghiurile calelor trusei variază în trepte de $30''$ sau $10''$, de la 0° la 90° .

2 **Instrumente și materiale folosite:**

- trusa de cale unghiulare care conține 19, 36 sau 94 de cale unghiulare cu instrucțiunile de utilizare;
- aparatul comparator cu documentația însoțitoare (instrucțiuni de utilizare-reglare);
- suportul pentru aparatul comparator;
- diverse piese pentru verificat, cu documentația tehnică aferentă.

3 **Scopul lucrării** este perceperea modului de măsurare a parametrului verificat (unghi) și utilizarea corectă a calelor unghiulare în procesul de măsurare.

4 **Mod de lucru**

În figura 1 este prezentată schema de măsurare la verificarea unui șablon unghiular folosit la trasare, în industria mobilei. Unghiul șablonului (α_s) și unghiul calei (α_c) au aceeași valoare nominală.

În funcție de valoarea nominală, se alege din trusa de cale unghiulare calea sau calele pentru formarea unui bloc de cale cu dimensiunea egală cu cea a unghiului de verificat. Se așază șablonul care trebuie verificat în dispozitivul de așezare, cu una din suprafețele active ale unghiului în contact cu suprafața mesei de control.

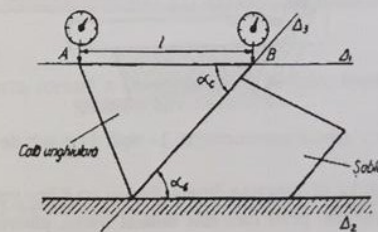


Fig. 1. Schema de măsurare cu cale unghiulare.

Se așază calea unghiulară sau blocul de cale cu una dintre fețele active în contact cu cealaltă suprafață activă a unghiului șablonului.

Palpând cu ajutorul comparatorului în unul dintre punctele A sau B ale calei unghiulare, se efectuează prima citire. Palpând apoi în cel de-al doilea punct, situat la o distanță cunoscută (recomandabil lungimea calei unghiulare), se efectuează a doua citire.

Se calculează apoi abaterea unghiului șablonului față de valoarea calei, folosind diferența dintre citirile la cele două capete ale calei unghiulare.

Rezultatele măsurătorilor vor fi comparate cu prevederile documentației tehnice și vor fi menționate în tabelul 1:

Tabelul 1. Rezultatele măsurătorilor.

Citirile	Lungimea calei, l , mm	C_1	C_2	$h = C_1 - C_2$	Tipul de variație a unghiului
I					
II					
III					

5 Concluzii

- Formulați observații și concluzii proprii despre lucrare, despre caracteristicile obiectului măsurat și despre procesul de măsurare.
- Analizați precizia și enumerați criteriile care au stat la baza selectării mijlocului de măsurare.
- Comparați valoarea din desenul de execuție cu valorile obținute prin măsurare.

LUCRAREA NR. 6: MĂSURAREA UNGHIURILOR CU AJUTORUL RAPORTORULUI**1 Considerații teoretice**

Mijloacele de măsurare pentru mărimi unghiulare cel mai des folosite în activitatea atelierelor mecanice sunt raportoarele. Ele se prezintă în două variante constructive:

- raportor mecanic cu vernier;
- raportor optic.

Raportorul optic (fig. 1) are domeniul de măsurare cuprins în intervalul 0° și 360° . Precizia de citire a rezultatelor măsurării cu acest instrument este de $5''$.

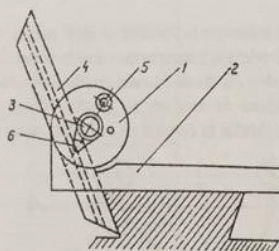


Fig. 1. Raportor optic așezat pe piesă: 1 – corpul instrumentului; 2 – riglă; 3 – șurub de fixare; 4 – riglă mobilă; 5 – lupă.

Sistemul optic de citire a raportorului se compune dintr-o lupă și un filtru verde din sticlă optică. Prin orificiul practicat în partea posterioară a părții mobile, peste care este montat filtrul, pătrunde lumina, care iluminează scara gradată și lupa.

Citirea unghiului măsurat se efectuează privind, prin lupă, imaginea scării gradate. Acest lucru este posibil datorită suprapunerii imaginii scării gradate peste imaginea vernierului.

2 Instrumente și materiale necesare

Pentru această lucrare se folosesc:

- un raportor mecanic sau un raportor optic, în funcție de dotarea școlii, împreună cu instrucțiunile de utilizare;
- diverse piese pentru măsurat, cu documentația tehnică aferentă.

3 Scopul lucrării este perceperea modului de măsurare a parametrului verificat și utilizarea corectă a raportorului în procesul de măsurare.**4 Mod de lucru**

În figura 2 sunt reprezentate modalitățile de măsurare pentru diferite piese.

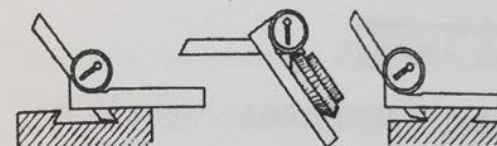


Fig. 2. Modalități de măsurare a unghiurilor

Pentru măsurarea cu ajutorul raportorului, se procedează în felul următor:

- se montează rigla mobilă la raportor;
- se așază rigla fixă pe una dintre laturile unghiului;
- se suprapune rigla mobilă peste cea de-a doua latură a unghiului;
- se verifică existența fantei de lumină, dintre rigla mobilă și piesă;
- cu ajutorul șurubului, se fixează raportorul în poziția ce reprezintă mărimea unghiului;
- se efectuează citirea valorii măsurate;
- rezultatele măsurătorilor vor fi înregistrate în tabelul 1.

Tabelul 1. Rezultatele măsurătorilor.

Valoarea nominală	Valoarea minimă prescrisă	Valoarea maximă prescrisă	Valoarea măsurată

5 Concluzii

- Formulați observații și concluzii proprii despre lucrare, despre caracteristicile obiectului măsurat și despre procesul de măsurare, precizând criteriile care au stat la baza selectării mijlocului de măsurare.
- Analizați precizia cu care au fost realizate măsurătorile.

LUCRAREA NR. 7: ASAMBLĂRI NEDEMONTABILE**A. ASAMBLĂRI PRIN LIPIRE**

Scopul lucrării este realizarea corectă a diverselor tipuri de lipiri, identificând corect materialele și SDV-urile necesare

• Lipirea cu ciocane de lipit**1 Considerații teoretice**

Acest procedeu tehnologic s-a studiat în cadrul subcapitolului 2.2.2. *Asamblări prin lipire.*

2 Scule, dispozitive, verificatoare folosite:

- ciocan de lipit, dispozitiv de prindere, pile.

3 Materiale utilizate:

- piese pentru asamblat, material de adaos, clorură de zinc, clorură de amoniu.

4 Mod de lucru

Se parcurg etapele de lucru date la subcapitolul 2.2.2. *Asamblări prin lipire.*

5 Concluzii

- În funcție de dotarea existentă, precizați tipul de ciocan de lipit utilizat în aplicația practică. De asemenea, enumerați sculele cu ajutorul cărora au fost ajustate piesele supuse asamblării.
- Formulați aprecieri asupra calității cusăturii executate.

• Lipirea cu arzătoare cu gaz

1 Considerații teoretice

Acest procedeu tehnologic s-a studiat în cadrul subcapitolului 2.2.2. *Asamblări prin lipire.*

2 Scule, dispozitive, verificatoare folosite:

– arzător cu gaz, dispozitiv de prindere, pile.

3 Materiale utilizate:

– piese pentru asamblat, material de adaos, clorură de zinc, clorură de amoniu.

4 Mod de lucru

Se parcurg etapele de lucru date la subcapitolul 2.2.2. *Asamblări prin lipire.*

5 Concluzii

- Realizați o comparație între metodele de lipire cu ciocane de lipit și cu arzătoare de gaz.
- Enumerați domeniile de aplicații industriale recomandate pentru fiecare metodă.

• Lipirea prin rezistență cu gaz

1 Considerații teoretice

Vezi subcapitolul 2.2.2. *Asamblări prin lipire.*

2 Scule, dispozitive, verificatoare folosite:

– instalație de lipire prin rezistență de contact, dispozitiv de prindere, pile.

3 Materiale utilizate:

– piese pentru asamblat, material de adaos, clorură de zinc, clorură de amoniu.

4 Mod de lucru

Se parcurg etapele de lucru date la subcapitolul 2.2.2. *Asamblări prin lipire.*

5 Concluzii

- Verificați aspectul cusăturii realizate, după curățarea suprafețelor pieselor asamblate.
- Realizați o probă de încercare a cusăturii (eventual, o probă de etanșare la lipirea a două țevi de radiator), în funcție de dotarea existentă în atelierul școlii.

B. ASAMBLĂRI PRIN SUDARE

Scopul lucrării este realizarea corectă a asamblărilor prin sudare manuală cu arc electric, identificând corect procedeu de sudare, materialele și SDV-urile necesare.

1 Considerații teoretice

Procedeu tehnologic s-a studiat în cadrul subcapitolului 2.2.3. *Asamblări prin sudare.*

2 Scule, dispozitive, verificatoare folosite:

– surse de curent continuu și de curent alternativ, portelectrod, cleme de contact, mască de sudare, instrumente optice.

3 Materiale utilizate

Piese care se assemblează și electrozii pentru sudare se aleg în funcție de sortimentele disponibile în atelierul școlii.

4 Mod de lucru

Se fixează piesele în dispozitivul de prindere și de poziționare adecvat forme constructive a pieselor. Se verifică legarea cu polaritatea corespunzătoare și se alege intervalul de valori pentru tensiunea necesară amorsării arcului, apoi pentru tensiunea de menținere a arcului, în funcție de electrod.

5 Concluzii

Examinați cu ochiul liber și cu ajutorul unor instrumente optice aspectul materialului de bază, forma cordonului de sudură, zona influențată termic, calitatea îmbinării realizate.

C. ASAMBLĂRI PRIN NITUIRE

Scopul lucrării este realizarea corectă a asamblărilor prin nituire, identificând corect materialele și SDV-urile necesare.

1 Considerații teoretice

Procedeu tehnologic s-a studiat în cadrul subcapitolului 2.2.4. *Asamblări prin nituire.*

2 Scule, dispozitive, verificatoare necesare

- Scule pentru nituirea manuală: ciocanul de lăcătușărie, trăgătorul, căpuitorul (buterola), contracăpuitorul (contrabuterola).
- Dispozitive de prindere: menghine sau dispozitive speciale adecvate forme și dimensiunilor pieselor care se assemblează.
- Verificatoare: șubler, calibre, șabloane.

3 Materiale utilizate:

- piese pentru asamblat, nituri.

4 Mod de lucru

Schema asamblării prin nituire și fazele de lucru ce trebuie parcurse au fost prezentate în cadrul subcapitolului 2.2.4. *Asamblări prin nituire.*

5 Concluzii

Controlați îmbinarea realizată, aspectul capului de închidere al niturilor, aderența capului nitului la suprafața nitului și, de asemenea, verificați dacă există joc între elementele îmbinate.

LUCRAREA NR. 8: ASAMBLĂRI DEMONTABILE

Scopul lucrării este realizarea corectă a asamblărilor demontabile, identificând corect tipul de asamblare demontabilă, materialele și SDV-urile necesare.

A. ASAMBLĂRI PRIN FILET

1 Considerații teoretice

Solicitările la care sunt supuse asamblările filetate sunt eforturi axiale și, uneori, eforturi axiale și transversale.

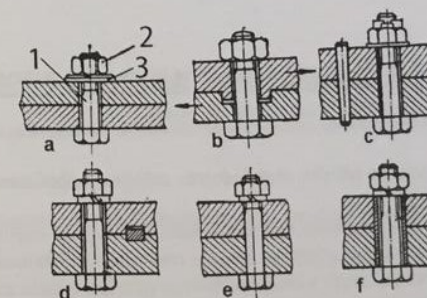


Fig. 1. Tipuri de asamblări prin filetare și soluțiile constructive pentru diferite tipuri de solicitări.

În situația în care asamblarea este solicitată la eforturi axiale, se folosesc șuruburi normale ca în figura 1, a. Dacă asamblarea este supusă la solicitări axiale, se folosesc șuruburi axiale și transversale, atunci se utilizează soluțiile din figura 1, b-f, la care, pentru preluarea eforturilor apărute, se folosesc piese ajutătoare sau construcții ajutătoare, ca: praguri, știfturi, pene, șuruburi păsuite sau bușe.

Găurile pentru montarea șuruburilor au diametrul mai mare decât diametrul șuruburilor. În situația în care asamblarea se realizează cu șuruburi pășuite, este necesară o prelucrare precisă a găurilor. De regulă, în această situație, găurile în piesele asamblate se execută simultan.

2 Scule, dispozitive, verificatoare necesare

- Scule, dispozitive: dispozitiv de prindere, chei potrivite, trusa lăcătușului, șurubelnițe.
- Verificatoare: șubler, micrometru.

3 Materiale utilizate:

- elemente de îmbinat, șuruburi, piulițe, șaibe.

4 Mod de lucru

Se parcurg etapele de lucru enumerate la subcapitolul 2.3.1. *Asamblări prin filet*.

5 Concluzii

- Verificați existența unor alezaje în piesele care se assemblează, în vederea poziționării corecte a găurilor prin care trec șuruburile de prindere.
- Determinați, prin comparare, momentul de strângere, la începutul și la sfârșitul operației.

B. ASAMBLĂRI PRIN ȘTIFTURI

1 Considerații generale

Procedul s-a studiat în cadrul subcapitolului 2.3.2. *Asamblări prin știfturi*.

2 Scule, dispozitive, verificatoare folosite:

- dispozitiv de prindere, ciocane, trusa lăcătușului, pile.
- șubler, micrometru.

3 Materiale utilizate:

- piese de asamblat, știfturi.

4 Mod de lucru

Se parcurg etapele de lucru enumerate la tema 2.3.2. *Asamblări prin știfturi*.

5 Concluzii

- În funcție de dotarea existentă, precizați sculele utilizate, aflate în trusa lăcătușului. De asemenea, enumerați caracteristicile tehnico-metrologice ale verificatoarelor utilizate în cadrul lucrării.
- Formulați aprecieri asupra calității asamblării realizate.

LUCRAREA NR. 9: PRELUCRAREA TABLELOR PRIN DEFORMARE PLASTICĂ

1 Considerații teoretice

Prelucrările prin deformare plastică a tablelor sunt: îndoirea, roluirea, ambutisarea, îndreptarea.

Îndoirea poate fi:

- îndoire simplă, când se realizează curbarea semifabricatului plan în jurul unei axe denumite axa de îndoire;
- roluire, când se realizează curbarea completă sau numai a capătului semifabricatului plan după o anumită rază.

Ambutisarea este un proces de transformare a unui semifabricat plan într-o piesă cavă de orice formă sau un proces de modificare a formei și dimensiunilor ori un proces de modificare numai a dimensiunilor pieselor cave semifinite. La prelucrările prin îndoire la unghi dat, se constată existența unui unghi de revenire elastică, dependent de material, de grosimea acestuia, de raza de racordare a îndoirii, de temperatură și de alți factori.

2 Scule, dispozitive folosite:

- dispozitiv de îndoit table, mașina de îndreptat benzi sau fâșii de table subțiri cu documentația aferentă, șublere, raportoare, șabloane.

Aplicații practice

3 Scopul lucrării este de a cunoaște modul de execuție al operațiilor de prelucrare prin îndoire a tablelor și îndreptare a benzilor.

4 Mod de lucru

În cadrul lucrării, se vor studia utilajele cu ajutorul cărora se execută diverse prelucrări prin deformare plastică și se va întocmi o schiță de lucru.

• Îndoirea tablelor

Se studiază posibilitățile și limitele funcționale ale dispozitivului, ca de exemplu: lățimea maximă a tablei de îndoit, unghiul maxim de deformare, raza minimă de îndoire și factorii de care depinde acesta.

Se utilizează pentru activitatea practică semifabricate îndoite anterior la diferite unghiuri, se măsoară unghiul de îndoire la care a fost supus materialul și se supun la îndoire noi semifabricate, din același material și aceeași grosime, până când unghiul de îndoire efectiv devine egal cu cel al piesei-martor (piesa îndoită inițial se va prinde în dispozitiv, alături de piesa ce urmează a fi îndoită) și se oprește îndoirea în momentul în care cele două piese au ambele zone paralele. Se desfac ambele piese și se măsoară și a doua piesă îndoită, determinându-se:

- unghiul de îndoire;
- raza de îndoire, interioară;
- raza de îndoire, exterioară;
- grosimea tablei;
- unghiul de revenire elastică.

Măsurările se efectuează cu șublerul, cu raportorul și cu șabloane.

• Îndreptarea benzilor

Pe baza schiței mașinii de îndreptat existente în școală, se identifică:

- numărul și diametrul rolor;
- poziția axelor rolor;
- lățimea maximă a benzilor prelucrate;
- modul de acționare al benzilor.

Se îndreaptă 2-3 benzi, evidențiindu-se în schițe abaterile constatate după îndreptare și comparându-le cu cele existente înainte de prelucrare.

5 Concluzii

- Prin compararea diferitelor rezultate practice obținute de diverși colegi, formulați concluzii asupra factorilor de mediu care influențează revenirea elastică a tablelor supuse la îndoire.
- Formulați comparații privind piesele supuse la îndreptare: starea suprafețelor obținute, deformările suprafețelor plane sau curbe ale pieselor, asupra modurilor posibile de creștere a preciziei, a calității suprafețelor și a productivității muncii.

LUCRAREA NR. 10: COMPARAREA PRECIZIEI DIMENSIONALE A SEMIFABRICATELOR OBTINUTE PRIN DIVERSE PROCEDEE

1 Considerații teoretice

Semifabricatele se pot executa prin următoarele procedee generale de elaborare și de prelucrare:

- turnare;
- deformare plastică;
- presare;
- sudare;
- tăiere;
- alte procedee.

Fiecare dintre procedeele de obținere și de prelucrare a semifabricatelor sunt caracterizate atât de avantaje, cât și de dezavantaje din diverse puncte de vedere, cum ar fi: precizia maximă posibil de obținut, rugozitatea minimă, productivitatea maximă, costuri minime de fabricație etc.

Precizia unui produs reflectă măsura în care produsul (piesa) se apropie de un complex de condiții impuse lui, privind: dimensiunile, forma, structura, rugozitatea suprafețelor, proprietățile mecanice, chimice etc.

Pentru a se putea compara diverse dimensiuni din punctul de vedere al preciziei, se folosește ca unitate etalon de măsură, o așa-numită **unitate de toleranță** i_{ISO} , ce are o valoare cu atât mai mare, cu cât dimensiunile la care se referă sunt mai mari.

Valorile unității de toleranță i_{ISO} sunt date în tabelul 1, în funcție de intervalul în care se încadrează dimensiunea nominală:

Tabelul 1. Valorile unității de toleranță i_{ISO} .

Interval (mm)	6-18	18-30	30-150	50-65	65-80	80-100	100-120	120-140	140-160
i_{ISO} (μm)	0,99	1,3	1,56	1,79	1,95	2,1	2,26	2,4	2,54

2. Scule, dispozitive, verificatoare și materiale necesare:

- șubler normal, șubler de adâncime, micrometru pentru interior, pentru exterior, micrometru cu fălci, micrometru tip vergea, micrometru pentru grosimi;
- semifabricate, piese obținute prin diverse procedee de elaborare și de prelucrare prin așchiere.

3. Scopul lucrării este compararea procedeele de realizare a semifabricatelor din punctul de vedere al preciziei dimensionale.

4. Mod de lucru

Se utilizează pentru activitatea practică câte o piesă finită și semifabricate ale acesteia, în diverse faze, precum și instrumente pentru diverse măsurări geometrice. Pentru fiecare piesă și semifabricat, se precizează următoarele elemente:

- denumirea piesei;
- materialul;
- procedee de obținere și prelucrare.

Se întocmește câte o schiță sumară a semifabricatelor și a pieselor finite, din care să rezulte forma acestora și dimensiunile de gabarit.

La indicația cadrelor didactice, se precizează patru suprafețe ale semifabricatelor și pieselor ce urmează a fi măsurate de mai multe ori, în diferite zone (fig. 1). Două dintre acestea vor fi brute, iar două prelucrate prin așchiere.

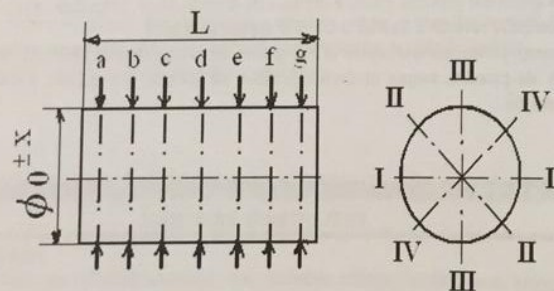


Fig. 1. Schemă de măsurare

Cotele definitorii ale suprafețelor indicate se măsoară atât pe toate semifabricatele existente, cât și pe piesa finită, detaliindu-se, în mai multe vederi sau secțiuni, rezultatele măsurătorilor efectuate în diversele zone. Cotele măsurate se notează pe desen în milimetri.

Aceste cote, determinate prin măsurători și notate detaliat pe desene, se centralizează într-un tabel individual, ca în exemplul din tabelul 2.

Tabelul 2. Centralizarea cotelor măsurate.

Nr. crt.	Tipul suprafeței/Procedeele de obținere/ Tipul cotei	Valori măsurate M [mm]	Cota nominală [mm]	i_{ISO} [μm]	Diferența maximă $\Delta M = M_{max} - M_{min}$ [μm]	Nr. de unități K_i
1.	Cilindrică/ Turnare/ Diametru	20,7	20	1,3	$20.700 - 18.900 = 1.800 = \Delta M_1$	$K_1 = \frac{\Delta M_1}{i_1} = \frac{1800}{1,3} = 1370$
		20,1				
		19,5				
		19,8				
		18,9				
2.	Plană/ Turnare/ Distanță	13,2	13	0,99	$13.800 - 12.800 = 1.000 = \Delta M_2$	$K_2 = \frac{\Delta M_2}{i_2} = \frac{1.000}{0,9} = \dots$
		13,0				
		13,8				
		13,5				
		12,8				
3.	Plană/ Așchiere/ Grosime	...	...	...	$\Delta M_3 = \dots$	$K_3 = \dots$
		...				
		...				
		...				
		...				
4.	Cilindrică/ Așchiere/ Adâncime	...	...	...	$\Delta M_4 = \dots$	$K_4 = \dots$
		...				
		...				
		...				
		...				

Se calculează raportul:

$$\eta_p = \frac{K_3 + K_4}{K_1 + K_2} \cdot 100 \cdot [\%],$$

reprezentând **precizia relativă a procedurii de semifabricare**, având la numitor suma numărului de unități de toleranță ale celor două suprafețe brute, iar la numărător suma numărului de unități de toleranță ale celor două suprafețe prelucrate prin așchiere.

Acest raport arată măsura în care precizia piesei în faza de semifabricat se apropie de cea necesară în faza finală (de montaj), depinzând, în primul rând, de procedeele de realizare a semifabricatelor.

Cu datele și rezultatele obținute de fiecare dintre colegii subgrupe de lucru, prin schimb de informații, întocmiți următorul tabel:

Tabelul 3. Compararea rezultatelor.

Nr. crt	Numele și prenumele elevului	Material	Procedeu semifabricare	$K_1 + K_2$	$K_3 + K_4$	η_p
...	...	...	...	...	...	...

Întocmiți apoi un „clasament” al procedurilor, în funcție de preciziile relative rezultate în urma măsurătorilor, așezate descrescător (începând cu cea mai bună precizie). În cazul în care același procedeu apare în ierarhizare la mai multe poziții, lista se va refăce, considerându-se o poziție unică a procedurii, în funcție de valoarea medie a valorilor η_p din prima listă.

5. Concluzii

- Comentați, individual, listele obținute, arătând părerile personale legate de rezultatele obținute.
- Observați că, practic, cu cât o dimensiune este mai mare, cu atât abaterile efective de la cota nominală sunt mai mari, ca urmare a probabilității de însumare a diverselor erori.
- Stabiliți legătura cu cunoștințele dobândite la alte discipline tehnologice învățate până în prezent.

LUCRAREA NR. 11: PRELUCRAREA MATERIALELOR PRIN AȘCHIERE PE MAȘINI-UNELTE

1 Considerații teoretice

Procedeele de prelucrare a materialelor prin așchiere se diferențiază prin felul și prin poziția mișcărilor semifabricatului (piesei) și ale sculei așchietoare (strunjire, frezare, rabotare, mortezare, rectificare etc.), fiind caracterizate de următorii parametri ai regimului de așchiere: viteza de așchiere (v), viteza de avans, mărimea avansului (s), adâncimea de așchiere (t), tipul și elementele geometrice ale sculelor așchietoare, ca și de alte elemente.

2 Mașini-unelte și dispozitive de studiat:

– strungul universal (normal), mașina de frezat universală, șepinguri, raboteze, mașini de rectificat rotund și plan, cuțite de strunjit, freze, cuțite de rabotat, cuțite de mortezat, pietre abrazive, menghine, dispozitive specifice fiecărei mașini.

3 Scopul lucrării este de a cunoaște construcția mașinilor-unelte în general, pentru a putea realiza și conduce activități de prelucrare pe mașini-unelte.

4 Mod de lucru

În cadrul lucrării practice, se studiază construcția, părțile componente principale și modul de funcționare al unor tipuri de mașini-unelte existente în atelierele școlii, precum și unele scule, dispozitive, accesorii și verificatoare utilizate la prelucrarea prin așchiere a metalelor pe mașini-unelte.

Se identifică părțile principale componente, mișcarea principală și cea de avans, precum și tipurile de scule utilizate la diversele mașini prezentate. Se folosesc în acest scop figurile date la subcapitolul 4.2. *Operații de prelucrare prin așchiere*.

Se desenează schițele pieselor ce se execută în cadrul demonstrațiilor efectuate de cadrele didactice și schițele sculelor și dispozitivelor folosite în timpul prelucrărilor, indicate de cadrele didactice. Se folosesc reprezentările grafice date pentru scule și dispozitive în subcapitolul 4.2.

Reprezentările grafice ale elementelor definitorii ale procedeelor de prelucrare prin așchiere pot fi centralizate în tabelul 1.

Tabelul 1. Elementele definitorii ale așchierii.

Nr. crt.	Denumirea procedurii de așchiere	Schema procedurii de așchiere (indicarea piesei, sculei, mișcărilor)	Dispozitive și accesorii folosite	
			Denumire	Schiță
1.	Strunjire cilindrică			
2.	Rabotare			
3.	Mortezare			
4.	Frezare			
5.	Rectificare			

Se demonstrează modul de reglare a turațiilor și avansurilor pe diferite mașini-unelte prezentate.

Se verifică și se notează anumite dimensiuni (cote) realizate practic, comparându-le cu cele de pe desen, se apreciază calitatea suprafețelor realizate.

5 Concluzii

- Analizați cauzele care au dus la realizarea unor eventuale diferențe între cotele propuse a se realiza, trecute pe desenul piesei și cotele reale măsurate de elevi pe piesa executată.
- Formulați observații privind calitatea și precizia suprafețelor obținute prin așchiere prin comparație cu alte metode de obținere a pieselor și semifabricatelor, precizia de execuție și precizia de măsurare a semifabricatelor și pieselor indicate.

c) Evidențiați următoarele elemente:

- mărimea dimensiunilor suprafețelor exterioare și interioare ale semifabricatului față de ale piesei finite;
- factorii care influențează prelucrabilitatea prin așchiere și productivitatea;
- factorii ce influențează uzura sculei așchietoare;
- factorii care influențează rugozitatea suprafețelor și compararea stării suprafețelor obținute prin diferite procedee de prelucrare;
- factorii de care trebuie să se țină cont la alegerea sculelor așchietoare;
- avantajele și dezavantajele prelucrărilor prin așchiere.

BIBLIOGRAFIE

1. Ciocîrlea-Vasilescu, A.; Constantin, Mariana; Ciocîrlea-Vasilescu, Ioana – *Elemente de tehnologie mecanică*, Editura ALL, București, 2005.
2. Ciocîrlea-Vasilescu, A.; Constantin, Mariana – *Asamblări mecanice*, Editura CD Press, București, 2007.
3. Ciocîrlea-Vasilescu, A.; Neagu, I.; Constantin, Mariana – *Tehnici de măsurare în domeniu. Manual pentru clasa a XI-a, rută directă, clasa a XII-a, rută progresivă*, Editura CD Press, București, 2007.
4. Ciocîrlea-Vasilescu, A.; Constantin, Mariana; Neagu, I.; Spornic, Olguța-Laura – *Elemente de inginerie industrială - vol. 2., Ingineria sistemelor tehnologice de prelucrare la rece*, Edit. Cvasidocumentația Proser și PRINTECH București, 2008.
5. Ciocîrlea-Vasilescu, A.; Neagu, I.; Spornic, Olguța-Laura; Arieș, Joana, Bușe, Manuela-Ianina – *Tehnologii de elaborare și prelucrare a semifabricatelor*, Edit. Cvasidocumentația Proser și PRINTECH București 2006.
6. Dodoc, P. – *Metrologie generală*, E.D.P. București, 1979.
7. Gladcov, P. și colaboratorii – *Tehnologia materialelor – Îndrumar de laborator*, Litografia Institutul Politehnic București, 1990.
8. Georgescu, G.S. – *Îndrumător pentru atelierele mecanice*, E.T. București, 1978.
9. Tonea, A., Cârstea N. – *Elemente de tehnologie generală*, E.D.P., București 2000.
10. Zgură, Gh.; Atanasiu N.; Arieșeanu, N.; Peptea Gh. – *Utilajul și tehnologia lucrărilor mecanice*, E.D.P. București, 1987.

CUPRINS

NOTIUNI TEHNICE GENERALE 3

- 1.1. Organizarea secțiilor, a atelierelor și a locurilor de muncă 3
- 1.1.1. Regulamentul de ordine interioară 5
- 1.1.2. Măsuri tehnice de securitate a muncii, de prevenire și de stingere a incendiilor 6
- 1.2. Terminologie de specialitate 7
- 1.3. Documentație tehnică (desen de execuție, fișă tehnologică, plan de operații) 8
- 1.4. Mijloace de măsurare pentru lungimi și unghiuri 9
- 1.4.1. Mijloace de măsurare pentru lungimi 10
- 1.4.2. Mijloace de măsurare pentru unghiuri 23
- 1.5. Precizie dimensională. Precizie de măsurare și precizie de execuție 27

OPERAȚII DE LĂCĂTUȘĂRIE

- GENERALĂ 31
- 2.1. Operații de lăcătușărie 31
- 2.1.1. Curățarea 31
- 2.1.2. Îndreptarea semifabricatelor 33
- 2.1.3. Trasarea 34
- 2.1.4. Debitarea 35
- 2.1.5. Îndoirea 37
- 2.1.6. Pilirea 39
- 2.1.7. Găurirea 41
- 2.1.8. Filetarea 42
- 2.1.9. Finisarea 44
- 2.1.10. Polizarea 44
- 2.2. Asamblări nedemontabile 46
- 2.2.1. Elementele asamblării 46
- 2.2.2. Asamblarea prin lipire 46

- 2.2.3. Asamblări prin sudare 50
- 2.2.4. Asamblări prin nituire 61
- 2.3. Asamblări demontabile 69
- 2.3.1. Asamblări filetate 76
- 2.3.2. Asamblări prin știfturi 76
- 2.3.3. Asamblări prin pene 76
- 2.3.4. Asamblări cu arcuri 78

NOTIUNI GENERALE DESPRE
 PROCEDEELE DE ELABORARE
 A SEMIFABRICATELOR 85

- 3.1. Turnarea 85
- 3.2. Procede de prelucrare prin deformare plastică 89
- 3.2.1. Forjarea 90
- 3.2.2. Matrițarea 93
- 3.2.3. Laminarea 95
- 3.2.4. Trefilarea 97

PREZENTAREA GENERALĂ A
 PROCEDEELOR DE PRELUCRARE
 PRIN AȘCHIERE 103

- 4.1. Noțiuni de bază ale procesului de așchiere 103
- 4.2. Operații de prelucrare prin așchiere 109
- 4.2.1. Strunjirea 109
- 4.2.2. Frezarea 119
- 4.2.3. Rabotarea 123
- 4.2.4. Mortezarea 127
- 4.2.5. Rectificarea 128

APLICAȚII PRACTICE 142

BIBLIOGRAFIE 159