

**Gelu BARBU**

**Florin DIACONESCU**

# **TEHNOLOGIA TURNARII**

Indrumar de proiectare

IASI 2006

# Cuprins

pagina

Cap. I. Proiectarea tehnologiei de turnare	5
1. Studiul piesei turnate	5
2. Stabilirea poziției piesei la turnare	6
3. Stabilirea poziției modelului la formare, alegerea suprafeței de separație a formei și a modelului	8
4. Stabilirea adaosurilor de prelucrare, a abaterilor dimensionale și a abaterilor de la masa nominală a pieselor	13
5. Stabilirea adaosurilor tehnologice și a sporurilor de contracție pentru piesele turnate	20
5.1. Adaosuri tehnologice la turnarea găurilor, canalelor, îngroșărilor și adânciturilor	20
5.2. Sporurile de înclinare a pereților piesei	22
5.3. Racordări constructive	24
5.4. Adaosuri pe piesele turnate din oțel în vederea îndepărtării maselotelor prin tăiere cu flacăra oxiacetilenică	26
5.5. Adaosuri suplimentare folosite pentru fixarea piesei la prelucrarea mecanică	26
5.6. Bare de legătură care asigură piesa împotriva deformației	26
5.7. Nervuri de contracție care previn crăparea piesei	27
5.8. Sporuri pentru compensarea contracției pe direcții diferite	28
5.9. Adaosuri negative la model	28
5.10. Stabilirea adaosurilor de contracție	28
6. Întocmirea desenului piesei brut-turnate	30
7. Alegerea conturului și divizarea miezurilor	31
8. Așezarea miezurilor în formă și evacuarea gazelor la turnare	32
9. Alegerea tipurilor și dimensiunilor de mărci	36
9.1. Mărci verticale	36
9.2. Mărci orizontale	37
9.3. Mărci speciale	38
10. Abateri limită la dimensiunile nominale ale mărcilor miezurilor și formelor	40
11. Jocurile de montaj a mărcilor	40
Cap. II. Alegerea și dimensionarea rețelei de turnare	43
1. Tipuri caracteristice de rețele de turnare	43
2. Considerații privind alegerea diferitelor tipuri de rețea	46
3. Particularitățile elementelor rețelelor de turnare	49
4. Calculul rețelelor de turnare	61
4.1. Rapoarte caracteristice între suprafețele elementelor rețelelor de turnare	62
4.2. Calculul rețelelor convergente	64
4.2.1. Calculul secțiunii alimentatoarelor pe baza duratei de umplere	64
4.2.2. Calculul secțiunii alimentatoarelor cu ajutorul debitului specific de umplere	65
4.2.3. Calculul secțiunii alimentatoarelor cu ajutorul nomogramelor	67
4.3. Dimensionarea rețelelor divergente	71
5. Particularități constructive și dimensionale ale rețelelor de turnare a fontelor	71
5.1. Turnarea fontelor cenușii în forme de amestec	71
5.2. Aspecte particulare privind construcția rețelelor de turnare a fontelor maleabile în forme din amestec de formare	76

6. Particularități constructive și dimensionale ale rețelelor de turnare și ale maselotelor folosite la turnarea oțelurilor	81
6.1. Construcția rețelelor de turnare a pieselor din oțel	81
6.2. Construcția și dimensionarea maselotelor la piesele turnate din oțeluri	82
6.2.1. Rolul maselotelor	82
6.2.2. Forma generală a maselotelor	84
6.2.3. Amplasarea maselotelor	85
6.2.4. Zona de influență a maselotelor	86
6.2.5. Dimensionarea maselotelor	87
6.2.5.1 Metoda sferelor înscrise	87
6.2.5.2. Metoda conținutului minim de aliaj lichid în maselotă	88
6.2.5.3. Metode de dimensionare expeditivă a maselotelor	91
6.2.5.4. Metoda bazată pe indicele de neeconomicitate	93
6.2.5.5 Metoda modulului de solidificare	94
6.2.6. Maselote cu înveliș izolant	96
6.2.7. Maselote cu încălzire	96
6.2.8. Maselote cu presiune atmosferică	97
6.2.9. Maselote cu presiune de gaze	98
6.2.10 Maselote ușor detașabile	99
6.3. Dimensionarea răcitorilor	103
Cap. III. Proiectarea tehnologiei de execuție a garniturilor de model de pentru turnarea pieselor unicat și de serie mică	107
1. Întocmirea desenului tehnologic al piesei turnate	107
2. Alegerea abaterilor dimensionale ale modelelor și cutiilor de miez	107
3. Construcția modelelor și a cutiilor de miez pentru producția de unicate și de serie mică	108
3.1. Construcția garniturilor de model fără cutii de miez	109
3.2. Modele fără suprafață de separație	109
3.3. Modele cu suprafețe de separație	110
3.4. Modele cu suprafețe de separație și cu părți demontabile	111
3.5. Construcția garniturilor de model cu cutii de miez	115
3.5.1. Tipuri constructive de cutii de miez	115
3.5.2. Elemente constructive ale cutiilor de miez	119
3.6. Controlul, vopsirea și marcarea garniturilor de model	121
4. Proiectarea tehnologiei de executare a garniturilor de model pentru producția de serie mijlocie și masă	124
4.1. Etapele proiectării garniturii de model pentru producția de serie mijlocie și de serie mare	124
4.2. Elementele constructive ale garniturilor de model pentru producția de serie mijlocie și mare.	125
4.3. Prelucrarea elementelor garniturilor de model metalice	129
4.4. Construcția plăcilor portmodel	130
4.5. Fixarea modelelor pe plăcile portmodel	132
Cap. IV. Utilaje auxiliare ale procesului tehnologic de formare și turnare	135
1. Rame de formare	135
2. Alegerea dimensiunilor ramelor de formare și a numărului de modele în formă	135
3. Elementele constructive ale ramelor de formare	138
3.1. Elemente pentru prinderea și manevrarea ramelor	138

3.2. Elemente pentru ghidarea ramelor de formare	138
3.3. Elemente pentru asigurarea formelor la turnare	142
3.4. Alte elemente constructive ale ramelor de formare	143
4. Plăci pentru uscarea miezurilor	143
5. Proiectarea formelor temporare pentru turnătorii	145
5.1. Tipuri de desene ale formei	145
5.2. Indicații pe desenele formei	146
5.3. Profilul și dimensiunile formei	146
5.4. Profilul și dimensiunile miezurilor	149
5.5. Construcția formei și miezurilor	150
5.5.1. Armarea formei și miezurilor	150
5.5.2. Îmbinarea miezurilor și părților formei	152
5.5.3. Aerisirea miezurilor și a formei	153
5.5.4. Reprezentarea răcitorilor exteriori	156
5.5.5. Reprezentarea răcitoarelor interioare	158
5.5.6. Reprezentarea fixării miezurilor în formă	160
5.6. Asamblarea formei	160
5.7. Reprezentarea materialelor de formare	163
5.8. Reprezentări privind uscarea și vopsirea formelor și miezurilor	163
5.9. Reprezentarea rețelelor de turnare și a maselotelor	167
5.10. Simbolizarea ramelor de formare	170
5.11. Întocmirea fișelor tehnologice și a planurilor de operații	172
5.12. Întocmirea centralizatoarelor de materiale și de manoperă	176
Cap. V. Amestecuri pentru realizarea formelor și miezurilor	177
Cap. VI. Turnarea aliajelor în forme	184
1. Oale de turnare	184
2. Condiții de turnare	187
Cap. VII. Fonte utilizate în turnătorii	190
1. Fonte de înaltă puritate	190
2. Fonte brute	191
3. Fontă cenușie	191
4. Fontă cu grafir nodular	192
5. Fontă cu grafir nodular cu structură bainitică turnată în piese	192
6. Fontă austenitică	193
7. Fontă maleabilă	194
Bibliografie	196

## CAPITOLUL I

# PROIECTAREA TEHNOLOGIEI DE TURNARE

### 1. Studiul piesei turnate

Studiul formei constructive și a rolului piesei este prima etapă a proiectării tehnologiei de turnare și are un rol foarte important reprezentând punctul de plecare în rezolvarea tuturor etapelor de proiectare. Analiza piesei turnate se face indiferent de mărimea producției, cu mențiunea că la producția de serie mare acest studiu se execută mai detaliat.

În cadrul acestei prime etape tehnologul trebuie să analizeze piesa de turnat din mai multe puncte de vedere și anume:

a-locul piesei într-un ansamblu (dacă există și desenul de ansamblu) și rolul acesteia în funcționare;

b-prelucrările mecanice și termice pe care urmează să le suporte piesa după turnare;

c-forma constructivă a piesei ținând seama de:

-executarea ușoară, economică și corectă a formei, miezurilor și modelelor;

-umplerea corectă a formei cu aliaj lichid pentru a asigura o piesă turnată fără defecte;

-curățirea ușoară și ieftină a piesei turnate precum și prețul scăzut al tratamentului termic;

-economie de metal;

Prin studierea atentă a construcției piesei se pot depista o serie de inconveniente apărute la proiectare și se pot executa modificări ale construcției care să fie convenabile atât pentru proiectant cât și pentru tehnologul turnător.

În cadrul colaborării dintre proiectantul de mașini și proiectantul tehnologiei de turnare se pot aborda o serie de probleme cum ar fi:

-simplificarea construcției piesei pentru facilitarea executării garniturii de model și a formei, pentru economie de material și manoperă;

-modificarea construcției piesei pentru reducerea numărului suprafețelor de separație, a numărului de miezuri sau de părți demontabile ale modelului;

-modificarea înclinării pereților piesei pentru extragerea ușoară a modelului din formă;

-modificări constructive privind așezarea și montarea ușoară a miezurilor în forme;

-îngroșarea anumitor părți din piesă pentru a asigura rezistența acesteia;

-modificări privind adaptabilitatea piesei la formarea mecanizată;

-modificarea grosimii pereților, a concavităților, a trecerilor înguste și a orificiilor în pereții pieselor turnate;

-modificarea îmbinării pereților piesei;

-modificarea construcției pieselor în sensul eliminării concentrațiilor de material (noduri termice) care conduc la apariția retasurilor;

-modificarea pieselor turnate ținând seama de pericolul tensiunilor, deformațiilor și crăpăturilor;

-modificări care să asigure accesul ușor la toate suprafețele interioare și exterioare ale pieselor turnate, pentru dezbaterea ușoară a miezurilor și extragerea armăturilor;

-modificări care să asigure debavurarea ușoară, îndepărtarea ușoară a rețelei de turnare și a adaosurilor tehnologice;

-modificări privind realizarea de economii de metal prin modelarea mai

rațională a piesei sub raportul rezistenței și rigidității, prin folosirea metodei tehnologice și a materialului cel mai convenabil;

Tehnologul trebuie să analizeze cu mult spirit de răspundere piesa ce se va turna și, pe baza cunoștințelor sale, să propună proiectantului de mașini o soluție constructivă convenabilă ambelor părți.

Configurația adoptată la proiectare, în conformitate cu anumite cerințe funcționale și de rezistență, sau cea rezultată în urma diferitelor modificări constructive trebuie să respecte estetica și arhitectura exterioară a viitoarelor semifabricate turnate. Această necesitate este impusă atât din dorința de a da produselor un aspect cât mai plăcut, cât și din motive de securitate a muncii.

Piese care intră în componența mașinilor și agregatelor sunt alcătuite dintr-o serie întreagă de corpuri geometrice simple și odată cu creșterea complexității piesei, crește și numărul acestor elemente geometrice.

Elementele geometrice mărginite de suprafețe plane sau curbe pot da naștere la piese cu sau fără goluri. Elementele geometrice simple din care sunt compuse piesele turnate pot fi:

- corpuri geometrice cu suprafețe plane;
- corpuri geometrice cu suprafețe curbe;
- corpuri geometrice de revoluție care rezultă prin rotirea unei generatoare în jurul unei axe fixe, raza de rotație într-o anumită secțiune rămânând constantă.

În cadrul analizei piesei ce urmează a se turna, studenții vor împărți piesa în corpuri geometrice simple pentru ca ulterior, după stabilirea adaosurilor de prelucrare, să poată determina volumul acestor părți și în final greutatea piesei brut-turnate.

În cazul când se vor constata erori de proiectare sau unele deficiențe care ar putea afecta procesul tehnologic de turnare, vor face propuneri de modificare cu motivările tehnice necesare.

## **2. Stabilirea poziției piesei la turnare**

Poziția piesei la turnare determină în mare măsură modul de formare, construcția rețelei de turnare, valoarea adaosurilor de prelucrare și a adaosurilor tehnologice, mărimea ramelor de formare. Poziția piesei la turnare are o influență directă asupra calității viitoarei piese, cât și asupra cheltuielilor de producție.

La analiza poziției piesei în timpul turnării trebuie să se țină seama de următoarele recomandări:

1-poziția piesei turnate în formă trebuie să permită ca părțile importante, de care depind compactitatea și etanșeitarea să se afle în partea inferioară. Suprafețele supuse prelucrării mecanice de precizie, suprafețele de răspundere care nu trebuie să aibă defecte de turnare, se poziționează în partea inferioară unde nu se separă incluziuni, sufluri sau nu se produc retasuri;

2-dacă profilul piesei sau metoda de formare nu permit așezarea acestor suprafețe în partea de jos a formei, atunci suprafețele respective se așează vertical sau înclinat;

3-dacă din motive diferite suprafețele piesei turnate supuse prelucrării trebuie neapărat situate la partea superioară, trebuie să se creeze condiții astfel încât defectele de turnare (retasuri, sufluri, incluziuni) să se formeze în acele părți ale piesei care se vor îndepărta la curățire sau prelucrare, adică în maselote, canalele rețelei de turnare, sau în adaosurile de prelucrare amplasate pe suprafețele superioare ale piesei;

4-pieseile turnate executate din aliaje cu contracție mare în timpul solidificării, se toarnă în poziția în care este asigurată solidificarea dirijată a metalului în formă, spre maselote;

5-poziția piesei în timpul turnării trebuie aleasă astfel încât să reducă pe cât posibil consumul și prețul materialelor, precum și cheltuielile de manoperă, de modele și de rame de formare; în acest scop se va urmări ca:

-rețeaua de turnare să fie cât mai simplă, ușor de îndepărtat și să nu mărească dimensiunile formei;

-forma să aibă un volum cât mai mic pentru a nu se consuma multe materiale, să fie simplă, să nu necesite părți demontabile ale modelului, un număr mare de miezuri, complicate și greu de așezat, să nu necesite rotire pentru umplere și uscare prealabilă;

-garnitura de model să fie simplă, fără cutii de miez sau în orice caz cu un număr redus de cutii de miez simple;

6-poziția formei la turnare se stabilește astfel încât miezurile să poată fi așezate în formă cât mai ușor și sigur, să nu necesite o fixare anevoioasă și să nu se deformeze sub greutatea proprie sau sub influența aliajului lichid. Din acest motiv se vor evita pe cât posibil miezurile suspendate, așezate unilateral precum și miezurile orizontale lungi și subțiri, insuficient rezemate;

7-pentru a asigura umplerea corectă sau pentru a evita reprizele, pereții plani și subțiri ai piesei turnate se așează în partea inferioară a formei. În figura 1.1 sunt prezentate două modalități de poziționare a piesei în timpul turnării.

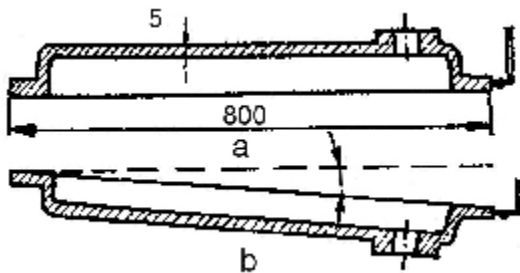


Fig.1.1. Poziția unei piese cu pereții subțiri la turnare: a-greșită; b-corectă

Poziția 1b este cea corectă, deoarece asigură o umplere completă și uniformă ca urmare a poziției înclinate care determină o curgere bună a aliajului lichid. De asemenea, gazele care se apar la turnare se evacuează mai ușor și în mersul lor ascendent nu întâlnesc pereții piesei. Poziția 1a este greșită deoarece nu se asigură umplerea formei cu aliaj lichid și nici evacuarea corespunzătoare a gazelor.

### 3. Stabilirea poziției modelului la formare, alegerea suprafeței de separație a formei și a modelului

Stabilirea poziției modelului la formare precum și alegerea suprafeței de separație a formei și modelului exercită o influență decisivă asupra construcției formei și modelului, asupra procesului tehnologic de formare și miezuire și asupra preciziei dimensionale a piesei turnate.

La stabilirea poziției modelului în timpul formării și la alegerea suprafeței de separație trebuie să se țină seama de următoarele recomandări:

1-poziția modelului la formare cât și suprafața de separație a formei se stabilește astfel încât garnitura de model să fie cât mai simplă și să aibă un număr minim de părți componente;

2-stabilind poziția modelului la formare și suprafața de separație a formei

trebuie să se tindă ca forma să aibă cât mai puține suprafețe de separație și să fie posibilă divizarea modelului. În figura 1.2 se dau două posibilități de poziționare în formă a unui model. Varianta 1.2a este mai bună decât varianta 1.2b pentru că nu necesită secționarea modelului crescând astfel precizia dimensională, iar proeminențele se află în partea inferioară a formei.

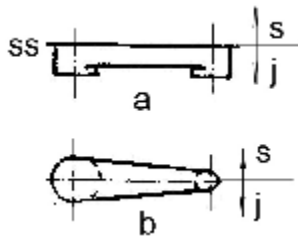


Fig.1.2. Stabilirea suprafeței de separație pentru a evita secționarea modelului: a-corect; b-greșit

Introducerea a două sau mai multe suprafețe de separație ale formei complică construcția, reduce precizia, îngreunează formarea mecanizată și duce la creșterea consumului de materiale.

În figura 1.3 sunt reprezentate mai multe posibilități de alegere a suprafețelor de separație. În figura 1.3a s-au ales două suprafețe de separație ceea ce implică un consum exagerat de amestec de formare și un număr mare de rame scăzând astfel și precizia dimensională. În figura 1.3b s-a reprezentat varianta cu o singură suprafață de separație și cu un miez exterior. Această soluție contribuie la reducerea consumului de amestec și a numărului de rame de formare, dar crește numărul de miezuri.

Cea mai bună soluție tehnologică este prezentată în figura 1.3c unde se poate observa că formarea se execută în două rame și este necesar un singur miez. În acest caz trebuie luate măsuri suplimentare de evacuare a gazelor din miez, întrucât pozițiile a și b erau mai convenabile din acest punct de vedere.

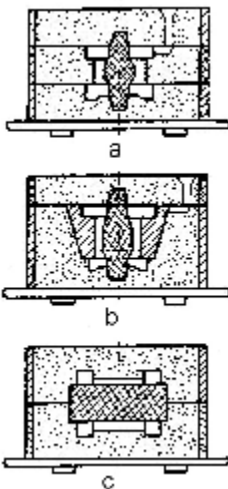


Fig.1.3. Posibilități de stabilire a suprafeței de separație pentru o bucsă

Mergând pe aceeași idee de reducere a numărului de rame de formare, în figura 1.4 se observă că o piesă se poate turna în patru rame, figura 1.4a, fiind necesare trei suprafețe de separație și în două rame cu o singură suprafață de separație, figura 1.4b, aceasta din urmă fiind o soluție mai bună.

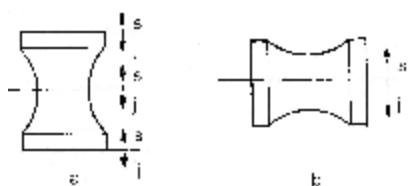


Fig.1.4. Reducerea numărului de rame de formare prin alegerea corectă a suprafeței de separație.

3-Suprafața de separație trebuie să fie pe cât posibil plană. În acest scop se vor evita suprafețele de separație frânte în mai multe locuri, figura 1.5, care



complică executarea formei și necesită luarea unor măsuri speciale (suprafețe de separație false).

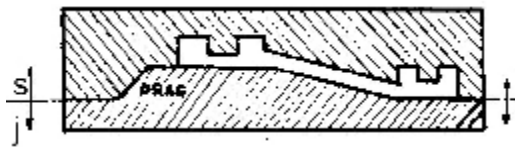


Fig.1.5. Suprafață de separație frântă

Atunci când configurația piesei permite, se recomandă evitarea suprafețelor de separație frânte sau curbe, figura 1.6, și alegerea unor suprafețe de separație plane ca în figura 1.6b.

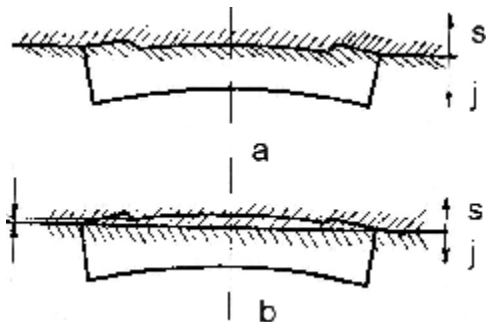


Fig.1.6. Suprafețe de separație denivelate și plane

4-Poziția modelului la formare și suprafața de separație trebuie astfel stabilite încât numărul de miezuri să fie minim. Aceasta duce la economie de material și manoperă atât la executarea cutiilor de miez cât și a miezurilor. De asemenea, se reduce manopera de montare a miezurilor la asamblarea formei.

În figura 1.7a se observă că o piesă se poate obține prin turnare cu trei miezuri ceea ce duce la cheltuieli mari pentru materiale și manoperă.

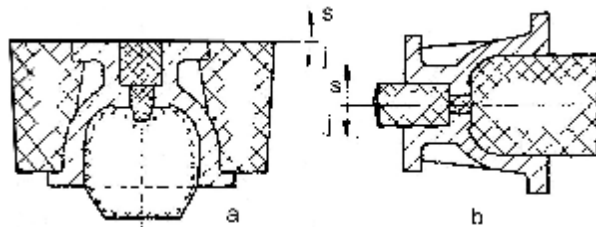
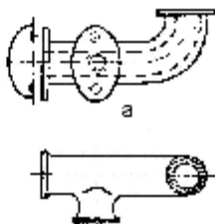


Fig.1.7. Reducerea numărului de miezuri prin stabilirea corectă a suprafeței de separație.

Aceeași piesă se poate turna cu un singur miez prin schimbarea poziției de turnare și a suprafeței de separație, figura 1.7b. Această soluție este mult mai economică decât prima, obținându-se și o precizie dimensională bună.



În figura 1.8a este reprezentată o piesă care se poate turna în două variante: în trei rame - figura 1.8b sau în două rame - figura 1.8c.

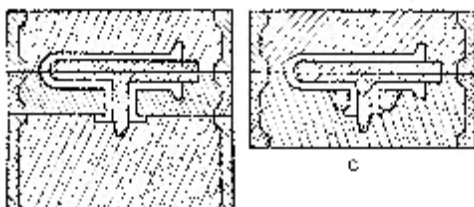


Fig.1.8. Reducerea numărului de suprafețe de separație prin confecționarea unui miez suplimentar

Se observă că în acest caz reducerea numărului de suprafețe de separație, deci și a numărului de rame de formare, a dus la mărirea numărului de miezuri. Întrucât ambele situații sunt neconvenabile din punct de vedere tehnologic, proiectantul trebuie să opteze pentru varianta cea mai avantajoasă din punct de vedere economic. Deci, va trebui apreciat în ce măsură miezul introdus suplimentar este sau nu mai economic decât rama suplimentară din figura 1.8b. Dacă se toarnă mai multe piese, atunci cheltuielile pentru cutia de miez sunt mai ușor de amortizat și se preferă varianta 1.8c. Pentru una sau două turnări se alege varianta 1.8b.

5-Poziția modelului la formare și suprafața de separație a formei se stabilesc astfel încât numărul de părți demontabile să fie minim. În figura 1.9a este reprezentată o piesă care ar necesita la formare patru rame cu trei suprafețe de separație, pentru a nu se rupe amestecul dintre proeminente. Problema poate fi rezolvată fie prin realizarea unei proeminente inferioare demontabile, fie prin realizarea unui miez care să reproducă golul dintre aceste proeminente, figura 1.9b.

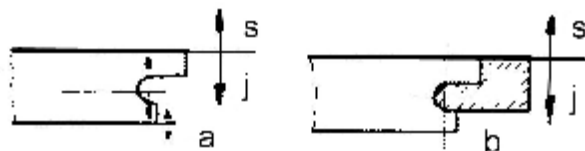


Fig.1.9. Reducerea numărului de părți demontabile prin introducerea unui miez

În ambele situații s-a redus numărul de rame de la patru la două, prin alegerea suprafeței de separație la partea superioară a modelului. În ceea ce privește rentabilitatea celor două soluții trebuie să ne referim din nou la numărul de piese care se toarnă. La un număr mic de piese este de preferat să se prevadă o parte demontabilă, pe când la un număr mare de piese trebuie confecționată o cutie de miez care se amortizează ușor. De asemenea, părțile demontabile nu se recomandă la formări mult repetate pentru că se uzează. În orice caz, cea mai bună configurație exterioară se realizează cu miez, ceea ce poate influența asupra alegerii variantei optime.

6-Poziția modelului la formare și suprafața de separație a formei se stabilesc astfel încât înălțimea modelului și a formei să fie minimă. Înălțimea exagerată a modelului este neconvenabilă, deoarece:

- îngreunează extragerea modelului din formă și mărește pericolul de deteriorare a formei la demulare;
- îngreunează montarea miezurilor în formă adâncă;
- provoacă deformarea piesei turnate – deformația este cu atât mai mare cu cât modelul este mai înalt;

-îngreunează alegerea ramelor de formare.

7-La stabilirea suprafeței de separație a formei trebuie să se tindă ca toate miezurile să se afle în semiforma inferioară.

8-La formarea pieselor turnate prevăzute cu deschideri înguste sau cu pereți subțiri a căror grosime trebuie strict respectată, suprafața de separație trebuie să se stabilească astfel încât aceste elemente să se afle într-o singură parte a formei. În caz contrar, o mică deplasare a formei în direcție perpendiculară pe lățimea deschiderii sau pe grosimea peretelui, produce o deformare considerabilă a acestor elemente. În figura 1.10a este dată o rezolvare tehnologică greșită, deoarece în cazul când semiforma superioară se deplasează cu distanța "c", jumătățile superioare ale tălpilor cu grosimea "s" își modifică dimensiunile în s+c și s-c.

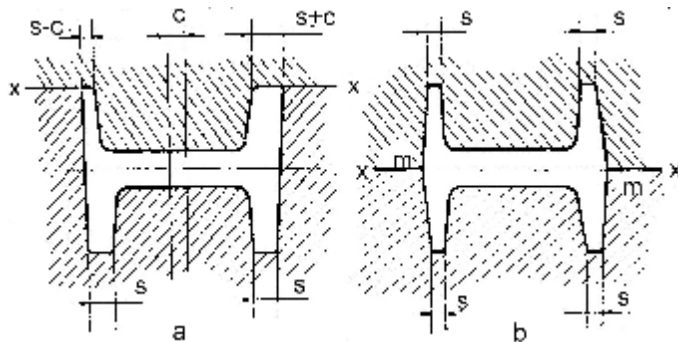


Fig.1.10. Alegerea suprafeței de separație a formei pentru o piesă dublu T: a-greșită; b-corectă

Rezolvarea prezentată în figura 1.10b permite eliminarea defectelor menționate. În caz de deplasare a semiformelor în suprafața de separație, rezultă proeminențele "m" care se pot îndepărta prin polizare.

Unele cazuri generale de alegere a suprafeței de separație la modele și cutii de miez sunt date în figura 1.11.

Din toate acestea se va alege în fiecare situație cea suprafață care nu duce la modificarea configurației piesei, pentru a se putea asigura extragerea modelului din formă sau a miezului din cutia de miez. Din acest punct de vedere sunt recomandabile cazurile a, b, e, i, j din figura 1.11.

Un caz aparte este prezentat în figura 1.12 când pentru a se realiza o maselotă deschisă, modelul acesteia poate fi secționat în două sau trei bucăți, urmând ca după formare extragerea diverselor elemente din formă să se facă în ordinea numerotării lor.

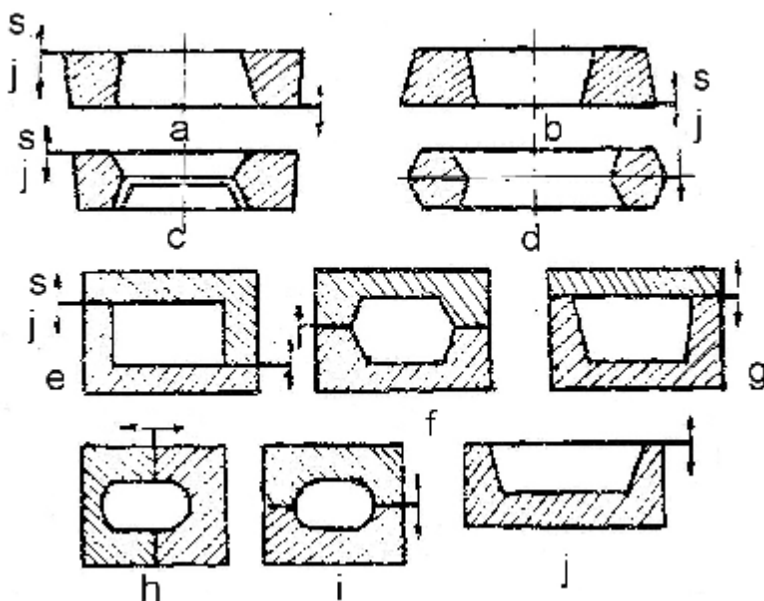


Fig.1.11. Exemple de alegere a suprafeței de separație la modele și cutii de miez

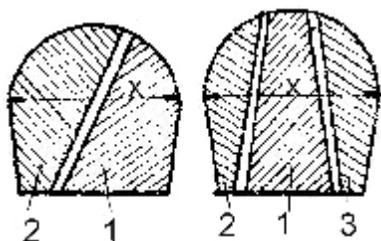


Fig.1.12. Alegerea suprafețelor de separație pentru o maselotă închisă

La alegerea poziției modelului la formare și la stabilirea suprafeței de separație a formei și modelului, se va avea în vedere ca soluția tehnologică adoptată să răspundă pe cât posibil la toate cerințele expuse anterior.

**4. Stabilirea adaosurilor de prelucrare, a abaterilor dimensionale și a abaterilor de la masa nominală a pieselor**

Adaosurile de prelucrare reprezintă un surplus de metal prevăzut pe suprafețele care urmează a fi prelucrate prin așchiere pentru a se obține forma și dimensiunile piesei finite.

Sistemul de toleranțe dimensionale și adaosuri de prelucrare este cuprins în SR ISO 8062 din august 1995. Prin acest standard internațional se definește un sistem de toleranțe și de adaosuri de prelucrare pentru piesele turnate.

În accepțiunea acestui standard apar următoarele definiții:

-*cotă de bază* – dimensiune a unei piese brut turnate înainte de prelucrare, figura 1.13, care include adaosul de prelucrare necesar, figura 1.14;

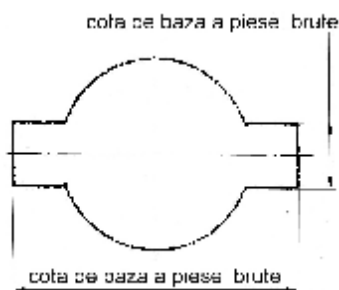


Fig.1.13. Indicații pe desen

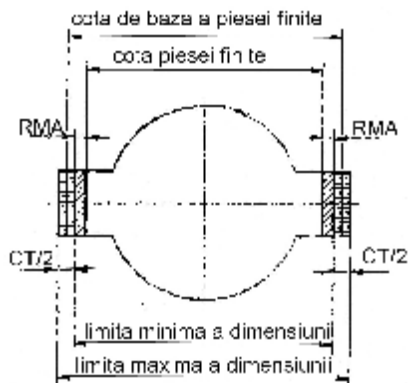


Fig.1.14. Limitele toleranțelor

-*toleranță dimensională* – a se vedea ISO 286-1;

-*adaos de prelucrare precizat, RMA* – adaos de material la piesele brut

turnate, care trebuie să permită îndepărtarea de pe suprafață a efectelor formării, prin prelucrare ulterioară, obținându-se astfel starea dorită a suprafeței și precizia dimensională necesară. Pentru piesele cilindrice sau prelucrate la două cote, RMA se ia în considerare de două ori, figurile 1.15 și 1.16;

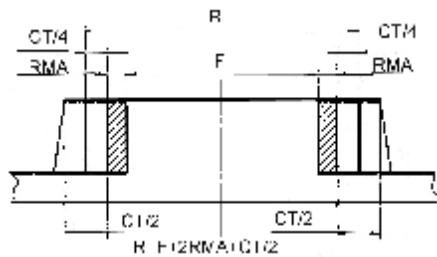


Fig.1.15. Prelucrare exterioară a unui bosaj:  
*R*-cota de bază a piesei brute; *F*-cota piesei finite;  
*RMA*-adaos de prelucrare precizat; *CT*-toleranța la formare

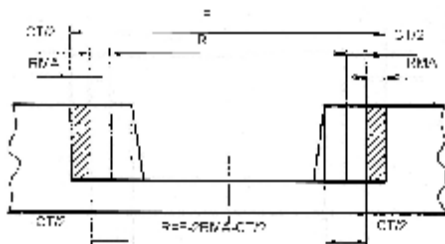


Fig.1.16. Prelucrare interioară

-*abatere* – deplasare relativă a suprafețelor unei piese turnate datorată impreciziilor diferitelor părți componente ale formei, figura 1.17;

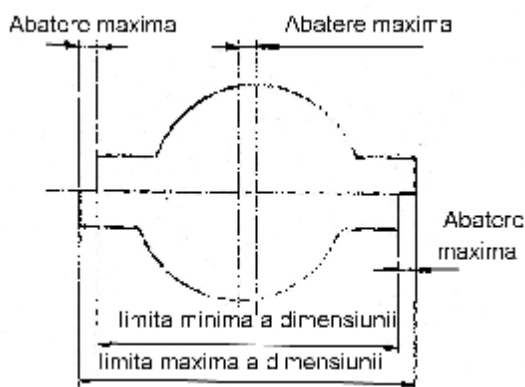


Fig.1.17. Abatere maximă

-*unghi de înclinare (conicitate)* – pantă suplimentară pe elementele formei (în special pe suprafețele de revoluție) necesară pentru a ușura demularea piesei (forme, cochilei sau modelului) sau separarea părților unei forme permanente.

**Clasele de toleranțe.** Există 16 clase de toleranțe ale pieselor turnate, notate de la CT1 până la CT16, conform tabelului 1.1.

Pentru cotele la care toleranțele generale nu sunt adecvate se prevăd toleranțe individuale. Dacă trebuie redusă valoarea abaterii, pe desen se indică valoarea maximă, figura 1.10.

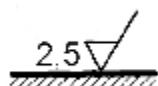


Fig.1.10. Indicarea pe o anumită suprafață a unui adaos de prelucrare precizat, RMA.

Toleranțe ale pieselor turnate

Tabelul 1.1

Cotă de bază a piesei brute, mm		Toleranțe totale la formare, mm															
		Clase de toleranțe dimensionale, CT, ale pieselor turnate															
peste	până la, și inclusiv	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
-	10	0,09	0,13	0,18	0,26	0,36	0,52	0,74	1	1,5	2	2,8	4,2	-	-	-	-
10	16	0,1	0,14	0,2	0,28	0,38	0,54	0,78	1,1	1,6	2,2	3	4,4	-	-	-	-
16	25	0,11	0,15	0,22	0,3	0,42	0,58	0,82	1,2	1,7	2,4	3,2	4,6	6	8	10	12
25	40	0,12	0,17	0,24	0,32	0,46	0,64	0,9	1,3	1,8	2,6	3,6	5	7	9	11	14
40	63	0,13	0,18	0,26	0,36	0,50	0,7	1	1,4	2	2,8	4	5,6	8	10	12	16
63	100	0,14	0,20	0,28	0,40	0,56	0,78	1,1	1,6	2,2	3,2	4,4	6	9	11	14	18
100	160	0,15	0,22	0,3	0,44	0,62	0,88	1,2	1,8	2,5	3,6	5	7	10	12	16	20
160	250	-	0,24	0,34	0,5	0,7	1	1,4	2	2,8	4	5,6	8	11	14	18	22
250	400	-	-	0,4	0,56	0,78	1,1	1,6	2,2	3,2	4,4	6,2	9	12	16	20	25
400	630	-	-	-	0,64	0,9	1,2	1,8	2,6	3,6	5	7	10	14	18	22	28
630	1000	-	-	-	-	1	1,4	2	2,8	4	6	8	11	16	20	25	32
1000	1600	-	-	-	-	-	1,6	2,2	3,2	4,6	7	9	13	18	23	29	37
1600	2500	-	-	-	-	-	-	2,6	3,8	5,4	8	10	15	21	26	33	42
2500	4000	-	-	-	-	-	-	-	4,4	6,2	9	12	17	24	30	38	49
4000	6300	-	-	-	-	-	-	-	-	7	10	14	20	28	35	44	56
6300	10000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11	16	23	32	40	50	64

Cu excepția unui acord contrar, toleranța la grosimea de perete din clasele de la CT1 până la CT15, se stabilește mai mare decât toleranța generală pentru alte cote; de exemplu dacă toleranța generală pe desen este CT10, toleranța la grosimea de perete trebuie să fie CT11.

**Adaosuri de prelucrare precizate, RMA**

Dacă nu există un acord contrar, adaosul de prelucrare precizat este valabil pentru întreaga piesă brută. Nu se indică decât o singură valoare pentru toate suprafețele prelucrate și aceasta trebuie să fie aleasă din intervalul de dimensiuni corespunzător, în funcție de cea mai mare dimensiune a piesei finite, după prelucrarea finală, figura 1.18.

Cota maximă a unui element brut turnat, nu trebuie să fie mai mare decât cota finală, la care se adaugă adaosul de prelucrare prevăzut și toleranța totală la formare, figurile 1.14, 1.15, 1.16, 1.19 și 1.20.



Fig. 1.18. Dimensiunea cea mai mare a piesei finite

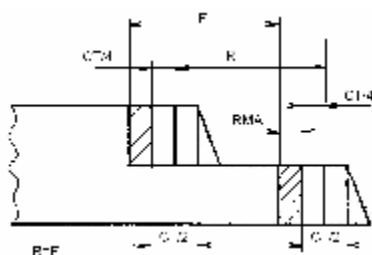


Fig.1.19. Prelucrare "în scară"

Cota cea mai mare, mm	Adaosuri de prelucrare precizate, mm
	Clase de adaosuri de prelucrare precizate

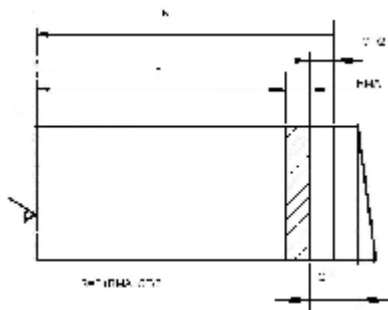


Fig.1.20. Prelucrarea cotei unui element

**Clase de adaosuri de prelucrare precizate.** Sunt prevăzute 10 clase de adaosuri de prelucrare, notate de la A la K, tabelul 1.2.

Toate suprafețele care se prelucurează în turnătorie și adaosurile necesare pentru prelucrarea finală se indică pe desen de către client, conform ISO 1302. Adaosurile de prelucrare necesare sunt în responsabilitatea turnătorului, independent de valorile prezentate în tabelul 1.2.

Adaosuri de prelucrare precizate, RMA

Tabelul 1.2

peste	până la, și inclusiv	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K
-	40	0,1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,5	0,7	1	1,4
40	63	0,1	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5	0,7	1	1,4	2
63	100	0,2	0,3	0,4	0,5	0,7	1	1,4	2	2,8	4
100	160	0,3	0,4	0,5	0,8	1,1	1,5	2,2	3	4	6
160	250	0,3	0,5	0,7	1	1,4	2	2,8	4	5,5	8
250	400	0,4	0,7	0,9	1,3	1,8	2,5	3,5	5	7	10
400	630	0,5	0,8	1,1	1,5	2,2	3	4	6	9	12
630	1000	0,6	0,9	1,2	1,8	2,5	3,5	5	7	10	14
1000	1600	0,7	1,0	1,4	2	2,8	4	5,5	8	11	16
1600	2500	0,8	1,1	1,6	2,2	3,2	4,5	6	9	13	18
2500	4000	0,9	1,3	1,8	2,5	3,5	5	7	10	14	20
4000	6300	1,0	1,4	2	2,8	4	5,5	8	11	16	22
6300	10000	1,1	1,5	2,2	3	4,5	6	9	12	17	24

Clasele recomandate pentru adaosurile de prelucrare prevăzute în funcție de anumite aliaje sau metode de fabricație, cu caracter informativ, sunt

prezentate în tabelul 1.3.

Tabelul 1.3

Clase tipice de adaosuri de prelucrare precizate pentru piese brut turnate

Metoda	Clase de adaosuri de prelucrare precizate								
	Metale și aliaje turnate								
	Oțel	Fontă cenușie	Fontă cu grafit nodular	Fontă maleabilă	Aliaje de cupru	Aliaje de zinc	Aliaje de metale ușoare	Aliaje pe bază de nichel	Aliaje pe bază de cobalt
Formare în amestec clasic și formare manuală	G...K	F...H	F...H	F...H	F...H	F...H	F...H	G...K	G...K
Formare în amestec clasic, formare mecanizată și forme coji	F...H	E...G	E...G	E...G	E...G	E...G	E...G	F...H	F...H
Forme metalice permanente (turnare gravitațională și la joasă presiune)	-	D...F	D...F	D...F	D...F	D...F	D...F	-	-
Turnarea sub presiune	-	-	-	-	B...D	B...D	B...D	-	-
Formare de precizie	E	E	E	-	E	-	E	E	E

Toleranțele la formare se indică pe desen, într-unul din modurile următoare:

-cu informații generale referitoare la toleranțe;

*Exemplu "Toleranțe generale ISO 8062-CT 12"*

-în cazul restricției referitoare la abatere;

*Exemplu "Toleranțe generale ISO 8062-CT 12 abatere maximă 1,5"*

-în cazul toleranțelor individuale se înscriu după cota de bază;

*Exemplu "95±3 sau 200<sup>+5</sup><sub>-3</sub>"*

Pe desen se indică suprafețele care se prelucrează, valoarea adaosului de prelucrare și între paranteze, clasele de adaosuri de prelucrare precizate.

Adaosurile de prelucrare precizate trebuie indicate pe desen astfel:

-cu informațiile generale referitoare la toleranțele și la adaosurile de prelucrare precizate;

*Exemplu pentru un adaos de prelucrare precizat de 6 mm, din clasa H, pentru o piesă turnată, la care cea mai mare dimensiune se situează în intervalul cuprins între 400 și 630 mm (cu o toleranță generală pe piesa turnată ISO 8062-CT 12):*

*"ISO 8062-CT 12 – RMA 6 (H)"*

și/sau



-pe o anumită suprafață, dacă este necesar, se indică adaosul de prelucrare precizat, conform figurii 1.10.

### Toleranțe la formare

Tabelele 1.4 și 1.5 prezintă clasele de toleranțe care, în mod obișnuit, se pot obține prin procedeele de formare. Precizia unui procedeu de formare depinde de numeroși factori:

- complexitatea desenului;
- tipul utilajului (modele sau cochile);
- metalele și utilajele utilizate;
- starea utilajelor (modele sau cochile)
- metodele de lucru în turnătorie.

Pentru serii mari, care se repetă, se poate realiza și controlul riguros al poziției miezurilor, pentru a se atinge toleranțe mai severe decât cele indicate în tabelul 1.4.

Pentru formarea în amestec clasic, a unor serii mici și piese unicat, este în general nerealist și neeconomic să se utilizeze modele metalice, utilaje și procedee de formare care impun toleranțe strânse. Toleranțe mai largi pentru această clasă de fabricație sunt date în tabelul 1.5.

Clase de toleranțe pentru piese brut turnate produse în serie mare Tabelul 1.4

Metoda	Clase de toleranțe, CT								
	Metale și aliaje turnate								
	Oțel	Fontă cenușie	Fontă cu grafit nodular	Fontă malea-bilă	Aliaje de cupru	Aliaje de zinc	Aliaje de metale ușoare	Aliaje pe bază de nichel	Aliaje pe bază de cobalt
Formare în amestec clasic și formare manuală	11...14	11...14	11...14	11...14	10...13	10...13	9...12	11...14	11...14
Formare în amestec clasic, formare mecanizată și forme coji	8...12	8...10	8...10	8...10	8...10	8...10	7...9	8...12	8...12
Forme metalice permanente (turnare gravitațională și la joasă presiune)	Valorile se stabilesc prin acord între turnător și client								
Turnarea sub presiune									
Formare de precizie									

Tabelul 1.5

Clase de toleranțe pentru piese brut turnate produse în serie mică sau unicat

Metoda	Materia l de formare	Clase de toleranțe, CT								
		Metale și aliaje turnate								
		Oțel	Fontă cenușie	Fontă cu grafit nodular	Fontă malea-bilă	Aliaje de cupru	Aliaje de metale ușoare	Aliaje pe bază de nichel	Aliaje pe bază de cobalt	
Formare în amestec clasic și formare manuală	Nisip liat cu bentonită	13...15	13...15	13...15	13...15	13...15	13...15	13...15	13...15	
	Nisip liat chimic	12...14	11...13	11...13	11...13	10...12	10...12	12...14	12...14	

Dimensiunile piesei și a suprafeței care se prelucrează influențează hotărâtor asupra valorii adaosurilor de prelucrare. Sub acțiunea metalului lichid pereții formeii se deformează și apar denivelări sau ondulații care mai târziu se regăsesc în profilul exterior al piesei turnate. Deformările sunt mai mari la piesele cu dimensiuni mari și de aceea adaosurile de prelucrare cresc cu dimensiunile piesei turnate.

În ceea ce privește influența naturii aliajului asupra mărimii adaosurilor de prelucrare se poate arăta că adaosurile pentru piesele din oțel sunt cu circa 50% mai mari decât pentru cele din fontă, deoarece suprafața activă a formeii este mult mai solicitată.

## **5. Stabilirea adaosurilor tehnologice și a sporurilor de contracție pentru piesele turnate**

Adaosurile tehnologice reprezintă surplusurile de metal prevăzute pe suprafețele pieselor turnate ca rezultat al aplicării tehnologiei de turnare și au ca scop obținerea unor piese bune, fără defecțiuni și în același timp crearea posibilității de prindere în dispozitivele obișnuite de prelucrare ale mașinilor unelte.

Adaosurile tehnologice cuprind:

- adaosuri la turnarea găurilor, canalelor, îngroșărilor și adânciturilor;
  - sporurile de înclinare ale pereților piesei turnate;
  - adaosurile în vederea îndepărtării prin tăiere a maselotelor;
  - adaosurile suplimentare folosite pentru fixarea piesei la prelucrarea pe mașini unelte;
  - barele de legătură care asigură piesa împotriva deformării;
  - nervurile de contracție care previn crăparea pieselor;
  - adaosurile pentru compensarea contracției diferite în anumite direcții, în raport cu valoarea admisă a contracției și deformației piesei turnate;
  - adaosuri negative la model.
- Rețelele de turnare și maselotele se vor trata separat în alte capitole.

### **5.1. Adaosuri tehnologice la turnarea găurilor, canalelor, îngroșărilor și adânciturilor**

La piesele turnate se deosebesc găuri care rămân neprelucrate în piesa finită și găuri care urmează să se prelucreze mecanic. Deși nu s-au elaborat reguli precise în ceea ce privește realizarea găurilor prin turnare, turnare și prelucrare sau numai prin prelucrare, trebuie să se analizeze atent modalitatea de obținere a găurilor. În principiu, găurile de diametre mici nu se realizează prin turnare ci prin prelucrare mecanică. De asemenea, găurile, canalele, îngroșările și adânciturile se toarnă pline în condițiile când:

- adânciturile turnate complică mult modelul sau formarea;
- condițiile tehnice ale piesei permit acest lucru;
- tăierea materialului de umplere nu prezintă dificultăți și se realizează fără multă manoperă;
- adânciturile pline sunt necesare pentru prelucrarea piesei;
- se urmărește obținerea unor piese fără defecte de turnare.

Atunci când se decide turnarea găurilor pline trebuie analizat dacă nu sunt necesare măsuri pentru evitarea retasurilor. Foarte multe găuri sunt plasate în bosaje, care în cazul găurilor pline devin noduri termice. În aceste

noduri termice este de așteptat să se producă retasuri, deci se va da atenția necesară combaterii lor, fie prin utilizarea răcitorilor, fie prin maselote oarbe. Sunt cazuri în care este absolut necesar să se realizeze găuri prin turnare deoarece acestea pot fi cu coturi sau materialul piesei nu permite găurirea pe mașini unelte. De exemplu, oțelul austenitic manganos, la găurire, se ecrusează și burghiile se distrug.

Diametrele minime ale găurilor, care se recomandă să fie obținute prin turnare cu ajutorul miezurilor, sunt indicate în tabelul 1.6, în funcție de grosimea pereților.

Diametrele minime ale găurilor obținute prin turnare (cu miez) Tabelul 1.6

Lungimea sau înălțimea găurii, mm	Grosimea peretelui în care se prevede gaura, mm							
	≤25	26-50	51-80	81-125	126-180	181-265	266-360	≥361
≤25	25	25	25	25	25	25	25	30
26-50	28	32	33	33	33	33	33	40
51-100	32	38	40	40	40	40	40	50
101-150	38	42	50	50	50	50	50	60
151-250	-	48	55	60	60	60	60	70
251-400	-	54	65	80	80	80	80	90
401-600	-	-	72	90	100	100	100	110
601-800	-	-	76	95	105	110	110	115
801-1000	-	-	80	100	110	120	120	125
≥1001	-	-	-	110	120	132	145	160

În general, la piesele din oțel, diametrele minime ale găurilor turnate neprelucrate se adoptă ceva mai mari decât cele date în tabelul 1.6.

În alte situații este preferată realizarea găurilor numai prin prelucrare. De exemplu, găurile lungi și de diametru mic ar trebui să se realizeze cu miezuri lungi și subțiri care de cele mai multe ori se vitrifică sub acțiunea termică a aliajului lichid. Atât dezbaterea miezurilor cât și prelucrarea mecanică ulterioară devin foarte anevoioase întrucât materialul vitrificat uzează mult sculele de așchiere și totodată se produc ovalizări. În asemenea situații se preferă umplerea găurilor și realizarea lor prin prelucrare cu luarea tuturor măsurilor de preîntâmpinare a apariției retasurilor.

La piese mari se practică găuri cu diametre până la minimum 50 mm cu condiția ca grosimea peretelui să nu depășească diametrul găurii mai mult de 5 ori. Este foarte important ca miezurile să fie construite în așa fel încât să poată fi ușor eliminate la operația de curățire. La golurile din piese complet închise se prevăd orificii speciale pentru curățire.

Golurile se pot obține și direct din formare fără a se utiliza miezuri. Dimensiunile minime ale acestor găuri sunt date în tabelul 1.7, notațiile fiind conform figurii 1.21.

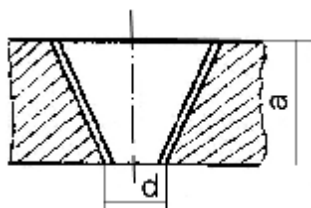


Fig.1.21. Realizarea găurilor fără miezuri

Dimensiunile minime ale găurilor obținute prin formare (fără miez) Tabelul 1.7

a, mm	4-6	6-8	8-10	10-12	12-14	14-16	16-18	18-20
d, mm	8	10	12	14	16	18	20	22

Dimensiunile acestor găuri sunt date în funcție de grosimea "a" a peretelui piesei.

## 5.2. Sporurile de înclinare a pereților piesei

Pentru ca o piesă să poată fi obținută prin turnare, este necesar ca pereții săi să aibă înclinări de formare sau de turnare pentru a permite extragerea modelului din formă sau a piesei din forma metalică. Înclinările se aleg în funcție de suprafața de separație a modelului și a cutiei de miez. Înclinările de formare se prevăd, în general, la pereții verticali ai pieselor turnate pentru ca după formare să fie posibilă extragerea modelului din formă sau a miezului din cutia de miez fără a se deteriora suprafața activă a acestora. Valoarea unghiului de înclinare atât din punct de vedere constructiv cât și tehnologic depinde de dimensiunile de gabarit ale piesei turnate, de procedeul tehnologic de producție, de precizia de realizare a utilajului tehnologic cât și de materialul din care urmează a se turna piesa.

În conformitate cu SR ISO 8062 din august 1995, dacă desenul cuprinde un element conic (de exemplu un element cu un unghi de înclinare) toleranța se aplică simetric în lungul suprafeței, figura 1.22.

În general pe desen se indică dacă înclinarea se calculează în plus, în minus sau în plus și minus, de exemplu:

- înclinare +, figura 1.22a
- înclinare -, figura 1.22b
- înclinare ±, figura 1.22c.

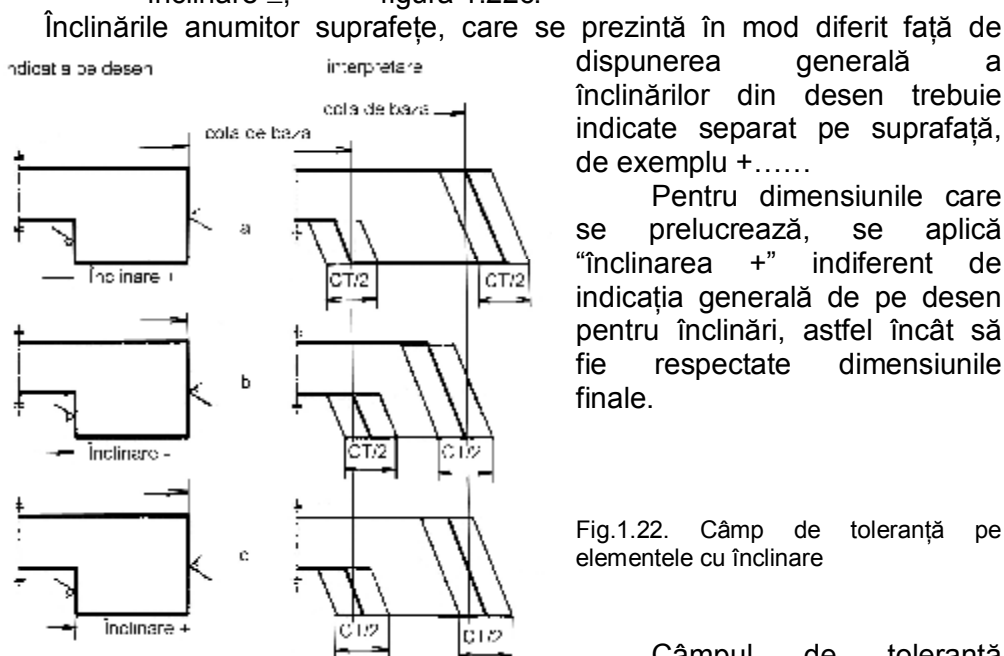


Fig.1.22. Câmp de toleranță pe elementele cu înclinare

Câmpul de toleranță trebuie repartizat simetric față de cota de bază, adică jumătate în zona pozitivă și jumătate în zona negativă, figura 1.14.

Pentru suprafețele care nu se prelucrează se recomandă să se aplice înclinarea din fig.1.22a, fiind cazul cel mai des întâlnit în practică; al doilea caz

se recomandă atunci când se admite reducerea parțială a grosimii peretelui piesei realizând prin aceasta și o însemnată economie de metal, figura 1.22b. Cel de al treilea caz se recomandă a fi utilizat atunci când suprafețele nu se prelucrează sau când se admite reducerea grosimii piesei turnate.

Înclinațiile de formare din punct de vedere al construcției piesei sunt date în tabelul 1.8.

Dacă piesa proiectată nu are înclinațiile din tabelul 1.8, acestea se indică de către proiectantul tehnologiei de turnare.

Înclinările de formare depind de:

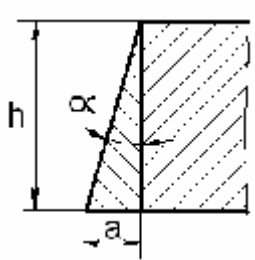
-modul de extragere a modelului din formă; la formarea manuală pericolul deteriorării pereților formeii la extragerea modelului este mai mare decât la formarea mecanizată și de aceea la modelele destinate formării manuale se prevăd înclinări mai mari;

-materialul din care este confecționat modelul; la modelele metalice înclinarea este mai mică decât la modelele de lemn deoarece forțele de frecare între model și amestecul de formare sunt mai mici;

-calitatea suprafeței modelului; modelele cu suprafața mai rugoasă necesită înclinări mai mari deoarece pericolul deteriorării formeii este mai mare din cauza forțelor de frecare dintre model și materialul formeii.

Înclinațiile constructive ale pieselor turnate

Tabelul 1.8

Schița	Înălțimea h		Unghiul de înclinare $\alpha$ a modelului					
			Modele metalice			Modele din lemn		
	De la	Până la	a, mm	$\alpha$	a:h	a, mm	$\alpha$	a:h
	-	40	0,8	1°	1:55	1	1°45'	1:35
	40	63	1	1°	1:55	1,5	1°40'	1:35
	63	100	1	45'	1:75	2	1°30'	1:40
	100	160	1,5	45'	1:75	2,5	1°10'	1:50
	160	250	2	35'	1:100	3	50'	1:65
	250	400	2,5	35'	1:100	4	45'	1:75
	400	630	3	23'	1:150	5	35'	1:100
	630	800	-	-	-	6	30'	1:120
	800	1000	-	-	-	7	26'	1:130
	1000	1250	-	-	-	8	24'	1:140
	1250	1600	-	-	-	10	23'	1:150

Pentru a preveni o creștere exagerată de manoperă și pierderi de metal prin aşchiere, mărimea înclinărilor constructive este reglementată conform tabelului 1.9.

Unghiurile de înclinare constructive admise

Tabelul 1.9

Înclinările	Unghiul de înclinare	Domeniul de aplicare pentru valorile lui h
1:5	11°20'	Sub 25 mm
1:10	5°50'	
1:10	5°50'	Peste 25 mm
1:20	3°	
1:30	1°50'	
1:50	1°10'	

Înclinația de formare se prevede întotdeauna în funcție de sensul de extragere a modelului din formă sau a miezului din cutia de miez față de suprafața de separație, de înălțimea semimodelului, de materialul din care se confecționează modelul și de procedeul de formare și turnare.

### 5.3. Racordări constructive

Razele de racordare sunt necesare pentru:

- asigurarea unei solidificări fără pericolul apariției unor defecte;
- asigurarea îmbinării a doi sau mai mulți pereți fără apariția crăpăturilor;
- asigurarea unui aspect plăcut al pieselor turnate;
- evitarea distrugerii muchiilor formeii după extragerea modelului;
- evitarea distrugerii muchiilor modelului și ale cutiilor de miez în cazul unor formări repetate;

La solidificarea pieselor având treceri de la un perete la altul, figura 1.23a, apar întotdeauna puncte sau planuri de minimă rezistență din cauza fenomenului de transcristalizare, iar la suprafața de contact a celor două zone de cristale apar fisuri sau retasuri.

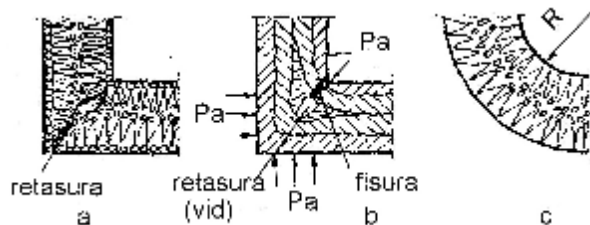


Fig.1.23. Diverse posibilități de îmbinare a doi pereți în cazul trecerii bruște de la un perete la altul (a și b) prin intermediul unei raze de racordare (c) și defecte ce apar în timpul solidificării metalului

Stratul care se solidifică la început va fi mai subțire pe suprafața din interiorul „unghiului cald”, figura 1.22b, din cauză că aici apare o concentrație mai mare de căldură. În interior, în golul de retasură se va produce vid care poate conduce fie la deformarea acestei suprafețe fie la apariția unei crăpături. În cazul când modelul este prevăzut cu o racordare în punctele de îmbinare a pereților, figura 1.22c, acest dezavantaj se înlătură și rezistența piesei nu mai este influențată negativ de această modificare.

Mărimea razei de racordare este proporțională cu grosimea pereților care se îmbină și poate fi stabilită cu ajutorul diagramelor date în figura 1.24, folosind în același timp relațiile date în tabelul 1.10.

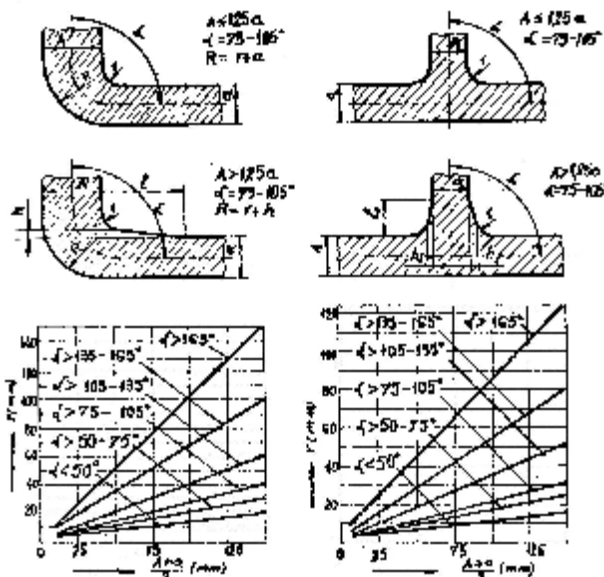


Fig.1.24. Determinarea valorii razei de racordare în funcție de grosimea pereților care se îmbină și de unghiul  $\alpha$

Relații de calcul pentru racordările pieselor turnate

Tabelul 1.10

Dimensiunea		Valoarea lui $l$ , $l_1$ și $h_1$ în funcție de raportul $A:a$			
		$>2,5$	$1,8-2,5$	$1,25-1,8$	$<1,25$
$h$		$0,7(A-a)$	$0,8(A-a)$	$A-a$	-
$h_1$		$0,7 \cdot \frac{A-a}{2}$	$0,8 \cdot \frac{A-a}{2}$	$\frac{A-a}{2}$	-
$l, l_1$	Oțel, aliaje de cupru	$>5h$		$>10h_1$	
	Fontă, aliaje de aluminiu și magneziu	$>4h$		$>8h_1$	

Pentru cazul când doi pereți au grosimi diferite iar unghiul sub care se îmbină are  $180^\circ$  se procedează ca în figura 1.25, trecerea făcându-se în mod treptat.

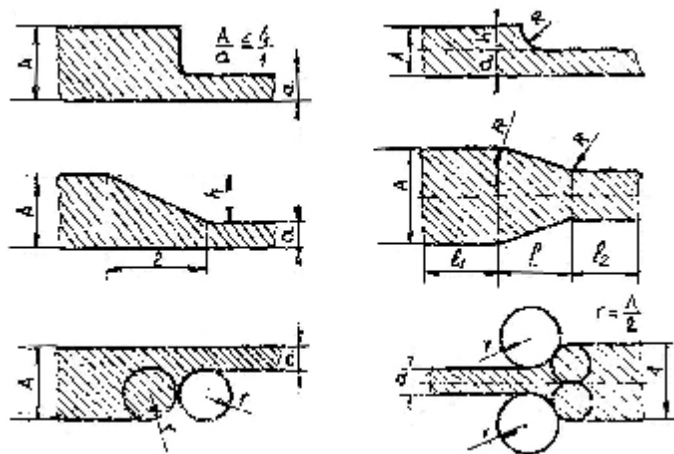


Fig.1.25. Modul de îmbinare a doi pereți având diferite grosimi și așezați în linie dreaptă

#### 5.4.

#### Adaosuri pe

#### piesele turnate din oțel în vederea îndepărtării maselotelor prin tăiere cu flacără oxiacetilenică

În tabelul 1.10 se prezintă adaosurile în vederea îndepărtării prin tăiere cu flacără oxiacetilenică a maselotelor (în afară de adaosul de prelucrare normal), în funcție de lățimea sau de diametrul maselotelor tăiate.

Adaosuri în vederea îndepărtării maselotelor

Tabelul 1.10

Lățimea sau diametrul maselotei, mm	Până la 50	51-63	63-80	80-100	100-125	125-160	160-200	200-230	230-315	315-400	400-500
Adaosul în locul de tăiere a maselotei, mm	4	5	6	7	8	10	12	14	16	18	20

## 5.5. Adaosuri suplimentare folosite pentru fixarea piesei la prelucrarea mecanică

Adaosurile de acest gen sunt surplusuri de metal care servesc la fixarea pieselor pe mașinile unelte în vederea prelucrării.

De exemplu la un cot cu flanșe, figura 1.26 pentru prelucrarea prin așchiere a suprafeței flanșelor așezate în unghi drept una față de cealaltă este necesar adaosul 1 obținut prin turnare.



Fig.1.26. Cot cu flanșe turnat cu adaos pentru fixarea în timpul așchierii

## 5.6. Bare de legătură care asigură piesa împotriva deformației

Unele piese la răcire se pot deforma datorită contractiei din diferitele părți ale piesei. În locurile în care se pot produce asemenea deformații, tehnologul trebuie să prevadă bare care să asigure piesa împotriva deformațiilor ce pot să apară la răcire, transport sau la tratamentul termic.

În figura 1.27 este dat un exemplu de utilizare a barelor de contracție la o za de lanț a unui transportor cu lanț și cupe. Dacă s-ar răci liber, piesa s-ar deforma și nu s-ar respecta cota A. Aceste bare se îndepărtează după finisarea totală a piesei. La piesele turnate foarte mari, îndepărtarea barelor are loc uneori abia în timpul montajului.



Fig.1.27. Bară de contracție împotriva deformației

## 5.7. Nervuri de contracție care previn crăparea piesei

Crăparea pieselor devine mai posibilă în cazul unor pereți de grosimi diferite deoarece la răcire se solidifică mai întâi pereții subțiri și se contractă în stare solidă, în timp ce pereții mai groși de abia încep să se solidifice. Datorită acestei diferențe de viteză la solidificare, la îmbinarea pereților de grosimi diferite apar crăpături. În figura 1.28 este reprezentat un cuplaj la care flanșa este mai groasă decât restul piesei. În mod normal piesa trebuie să crape în zona de îmbinare așa cum se observă în figura 1.28a. Pentru a evita apariția crăpăturilor se vor executa nervuri de contracție, figura 1.28b, care vor prelua eforturile ce apar la răcire.

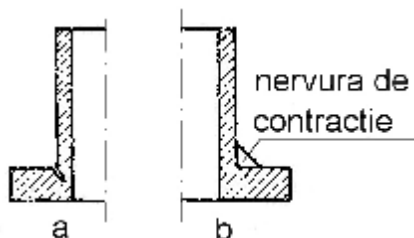




Fig.1.28. Nervuri de contracție  
la un cuplaj turnat

Nervurile de contracție se dimensionează în funcție de grosimea peretelui piesei turnate, figura 1.29. Astfel, grosimea nervurii "t" este de 0,2-0,3 ori grosimea "g" a peretelui piesei, fără să scadă sub 2,5-3 mm. Înălțimea nervurii "h" este circa 1-2,5 ori grosimea peretelui, iar lungimea nervurii este de 3-5 ori grosimea peretelui. Distanța între nervuri pentru piesele turnate subțiri este de 2,5-5 ori grosimea peretelui iar pentru piesele cu grosimea peretelui mai mare de 50 mm, este de 1,5-2,5 ori grosimea peretelui.

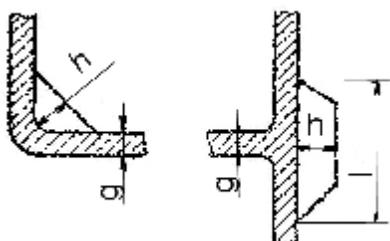


Fig.1.29.Nervuri de contracție la piese  
turnate din oțel

Chiar dacă crăparea se produce în dreptul nervurilor, aceasta nu ne deranjează deoarece nervurile se îndepărtează ulterior, dacă această operațiune este neapărat impusă de funcționalitatea piesei.

### 5.8.Sporuri pentru compensarea contracției pe direcții diferite

La piesele turnate cu flanșe la capete, grosimea flanșelor după prelucrare este mai mică decât cea prevăzută de proiectant pe desen. Explicația este că forma se opune contracției în direcție perpendiculară pe flanșe ceea ce face ca piesa să rezulte după solidificare mai lungă. La prelucrarea părților exterioare ale flanșelor pentru a se obține dimensiunea A de pe desen, figura 1.30 acestea vor avea o grosime mai mică decât cea normală și de aceea trebuie prevăzut un adaos tehnologic pe flanșe în partea interioară.

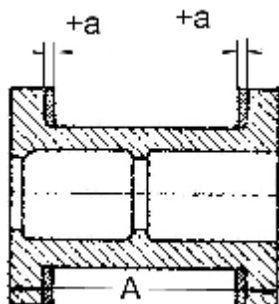


Fig.1.30. Adaosuri tehnologice pe partea interioară a  
flanșelor

### 5.9. Adaosuri negative la model

Adaosurile negative la model se prevăd cu scopul de a preveni unele supradimensionări care apar în urma turnării pieselor. Datorită modului de extragere a modelului din formă, sau ca urmare a acțiunii metalului lichid, la

turnare se pot mări dimensiunile exterioare ale piesei turnate și se pot produce îngroșări neprevăzute ale pereților laterali. Pentru evitarea îngroșării pereților cauzată de mărirea concavității formei se recomandă micșorarea dimensiunilor corespunzătoare ale modelului cu valorile din tabelul 1.11.

Adaosul negativ folosit pentru compensarea îngroșării pereților piesei turnate în suprafața de separație a formei, se calculează înmulțind valorile date în tabelul 1.11 cu 1,2 pentru formarea manuală în rame și cu 1,5 în cazul formării în sol.

### 5.10. Stabilirea adaosurilor de contracție

Deoarece metalele își modifică volumul la încălzire sau răcire, este necesar să se ia în considerare acest fenomen pentru a nu obține piese cu abateri dimensionale. La răcire, piesele turnate își reduc volumul datorită fenomenului de contracție în stare lichidă și în stare solidă.

Adaosuri negative la model

Tabelul 1.11

Greutatea piesei turnate, kg	Grosimea peretelui piesei turnate, mm									
	Până la 8	8-10	10-15	15-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-80	80-100
Până la 50	0,5	0,5	0,5	1,0	1,5	1,5	-	-	-	-
50-100	1,0	1,0	1,0	1,0	1,5	2,0	-	-	-	-
100-250	-	1,0	1,5	1,5	2,0	2,0	2,5	-	-	-
250-500	-	-	1,5	1,5	2,0	2,5	2,5	3,0	-	-
500-1000	-	-	-	2,0	2,5	2,5	3,0	3,5	4,0	-
1000-3000	-	-	-	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	4,5
3000-5000	-	-	-	-	3,0	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
5000-10000	-	-	-	-	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5
Peste 10000	-	-	-	-	-	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0

Pentru a compensa modificările de volum care apar odată cu scăderea temperaturii la solidificarea piesei turnate, la proiectarea garniturii de model se prevede un adaos de contracție, corespunzător contracției aliajului din care urmează să se toarne piesa. Contractia în stare solidă trebuie prevăzută încă din faza de proiectare a garniturilor de model când la dimensiunile nominale ale modelului se mai adaugă și sporurile de contracție respective. Mărirea adaosului de contracție este influențată de:

- temperatura de turnare;
- viteza de răcire (solidificare);
- fenomenul de difuzie și de modificare a fazelor în timpul solidificării.

Ecuția cu care se poate determina contracția totală ( $X_1$ ) are forma:

$$X_1 = \frac{L-1}{1} \cdot 100 \quad (\%)$$

Lungimea laturilor modelului "L" vor fi în acest sens:

$$L = 1 + \frac{1 \cdot X_1}{100}$$

în care termenul  $\frac{1 \cdot X_1}{100}$  este valoarea contracției laturii "l" la care ne referim.

În practică se utilizează valorile date în tabelul 1.12.

Valorile minime ale contracției date în tabelul 1.12 se referă în general la

contractia frânata, iar cele maxime la contractia liberă. Nu este întotdeauna recomandabil să se calculeze adaosul de contractie pentru fiecare latură în parte și de aceea în atelierele de modelărie se utilizează "metrul de modelărie" care are inclusă în lungimea lui și adaosul de contractie, după caz de 0,5 % , 1 % , sau 2 % . Orice calcul pentru compensarea contractiei nu poate cuprinde toți factorii care intervin în timpul turnării și răcirii (răcire neuniformă, contractie liberă sau frânată). De aceea este necesar ca după turnarea lotului de probă, în producția de serie, să se verifice dimensiunile piesei și să se facă toate corecturile necesare modelelor și cutiilor de miez.

Sporurile de contractie pentru diferite aliaje

Tabelul 1.12

Aliajul turnat	Mărimea pieselor	Contractia liniară	Sporul de contractie
Fontă cenușie	Mici	0,8 – 1,2	1,0
	Mijlocii	0,6 – 1,0	
	Mari	0,2 – 0,8	
Fontă maleabilă	Mici	1,0 – 1,5	1,5
Oțel carbon	Mici	1,8 – 2,2	2,0
	Mijlocii	1,6 – 2,0	
	Mari	1,4 – 1,8	
Oțel manganos	Diferită	2,2 – 2,6	2,5
Bronz cu staniu	Mici	1,4 – 1,6	1,25
	Mijlocii	1,0 – 1,4	
	Mari	0,8 – 1,2	
Bronz cu aluminiu	Mici	1,5 – 3,0	1,5
	Mijlocii	1,2 – 1,6	
	Mari	1,0 – 1,5	
Aliaje de cupru	Mici	1,5 – 2,0	1,25
	Mijlocii	1,0 – 1,5	
	Mari	0,8 – 1,2	
Silumin	Diferită	1,0 – 1,2	1,0
Aliaje de magneziu	Diferită	1,1 – 1,4	1,25
Aliaje de zinc	Diferită	1,2 – 1,8	1,5

## 6. Întocmirea desenului piesei brut-turnate

Desenul piesei brut-turnate se întocmește la proiectarea tehnologică a producției de serie și de masă a pieselor turnate. Pentru producția de unicat nu se întocmește desen separat ci se folosește desenul tehnologic din care se pot extrage toate datele necesare în etapele următoare de proiectare.

Desenul piesei brut-turnate este necesar pentru construcția modelului, a cutiilor de miez, șabloanelor, calibrelor și formelor, pentru întocmirea fișei tehnologice de turnare și de prelucrare mecanică, pentru construcția sculelor și dispozitivelor de prelucrare precum și pentru calculul normei de timp pentru prelucrare.

Desenul piesei brut-turnate se întocmește în general de către proiectantul tehnolog în colaborare cu sectorul tehnologic al secțiilor de prelucrări mecanice.

Desenul piesei brut-turnate va conține:

1. *Date de identificare* care cuprind: denumirea piesei, simbolul, numărul pieselor. Datele sunt trecute de obicei în indicatorul desenului.

2. *Materialul din care se toarnă piesa* - este trecut de asemenea în indicatorul desenului.

3. *Clasa de precizie a piesei turnate*, stabilită de proiectantul tehnolog de comun acord cu proiectantul general, în conformitate cu standardele în vigoare.

4. *Suprafața de separație a formei*.

5. *Adaosuri de prelucrare*. Conturul piesei finite se marchează cu linie punct subțire, iar conturul piesei brut-turnate cu linie continuă. Pentru evidențierea adaosului se poate hașura dublu distanța dintre cele două linii, cu condiția să nu fie afectată claritatea desenului. Adaosurile se dimensionează.

6. *Adaosuri tehnologice* - pe desenul original se reprezintă cu linie-punct subțire și se dimensionează.

7. *Rețele de turnare și maselote* - deși sunt tot adaosuri tehnologice, se tratează separat în lucrare deoarece necesită calcule speciale pentru dimensionare. Se reprezintă ca și adaosurile tehnologice atât pe desenul original cât și pe copie.

8. *Înclinări și racordări* - se reprezintă ca și adaosurile de prelucrare, și se dimensionează pe desenul original și pe copie.

9. *Abateri de la dimensiunile care diferă față de abaterile standard* - se marchează pe desen numai pentru acele suprafețe care nu se supun prelucrării, pentru care aceste abateri diferă de cele ale standardului.

10. *Condiții speciale impuse de către beneficiar*, care privesc:

- caracteristici de rezistență, fizice, chimice;
- duritatea superficială a piesei;
- netezimea suprafeței;
- etanșeitatea.

Aceste condiții se notează de obicei pe desen în dreapta jos.

## **7. Alegerea conturului și divizarea miezurilor**

În principiu, conturul miezurilor corespunde profilului concavității pieselor indicat de proiectant pe desen. Proiectantul tehnologiei de turnare trebuie să stabilească profilul miezurilor, numărul lor, suprafețele de contact între miezuri, numărul de concavități ce se pot realiza cu miezuri, etc.

Deoarece în proiectarea tehnologiei de turnare se urmărește reducerea la maximum a numărului de miezuri, divizarea acestora ar părea un paradox, la prima vedere. Analizând cu atenție problema, se ajunge la concluzia că la unele piese cu anumite dimensiuni și configurații, divizarea miezurilor este avantajoasă, deoarece:

-se simplifică profilul miezurilor parțiale și ca urmare se simplifică construcția cutiilor de miez;

-se pot obține câteva miezuri identice sau asemănătoare care diferă numai prin detalii; aceste miezuri pot fi executate în aceeași cutie de miez prevăzută cu elemente interschimbabile, ceea ce aduce economii substanțiale;

-se poate obține o suprafață plană a miezului, pentru uscare;

-la miezuire este necesară o forță de muncă de calificare inferioară;

-se pot folosi instalații mai simple pentru manipulare și transport;

-se reduce timpul de uscare.

Un exemplu tipic de miezuri care trebuie divizate sunt miezurile inelare cu diametru mare care, de obicei, sunt slabe și incomode pentru transportul și așezarea în formă. Divizarea miezurilor în segmente ușurează executarea și montajul lor. Astfel la o roată de curea sau de lanț, canalul pentru curea ori lanț se execută utilizând miezuri exterioare. Dacă s-ar utiliza un singur miez, cutia de miez ar fi complicată pentru că ar necesita mai multe elemente mobile, miezuirea ar fi dificilă necesitând și forță de muncă de înaltă calificare iar transportul și montajul miezului în formă ar fi foarte dificil. Pentru coroanele

dințate de diametre mari la care dantura se realizează prin turnare, divizarea miezurilor este de asemenea o condiție esențială de realizare a pieselor fără defecte, cu cheltuieli minime de materiale și manoperă.

Numărul de segmente în care se divizează miezul depinde de diametrul pieselor și de înălțimea lor. Fiecare segment va avea un reazem și o aerisire corespunzătoare. Miezul divizat în mai multe părți trebuie să îndeplinească următoarele condiții:

a) Părțile componente ale miezului trebuie să aibă:

- rezistență la transport și la așezarea în formă;
- fixarea bună în formă;
- aerisirea asigurată și ușor de executat;
- înălțimea destul de mică pentru a nu se tasa sub greutatea sa;
- suprafață plană pe care să fie așezate în timpul uscării.

b) Suprafața de separație a miezului se va realiza astfel încât:

- cutiile de miez să aibă configurație simplă și să se compună dintr-un număr redus de elemente;
- să fie comodă îndesarea amestecului, așezarea armăturilor și a răcitorilor în cutiile de miez.

Divizarea miezului se va realiza în secțiunile în care profilul miezului este strict determinat de dimensiunile din desen. În nici un caz linia de contact a două miezuri nu trebuie să se afle în racordările ce constituie o trecere de la un profil al suprafeței la altul.

### 8. Așezarea miezurilor în formă și evacuarea gazelor la turnare

Precizia formei și durata de asamblare depind în mare măsură de metoda de așezare a miezurilor în formă, de construcția cutiilor de miez și de forma mărcilor.

Miezurile trebuie bine fixate pentru a nu se deforma sau modifica poziția în formă sub acțiunea greutății proprii ori a forței de împingere exercitată de aliajul lichid. Așezarea miezurilor în formă trebuie să fie ușoară și comodă astfel ca turnătorul-formator să aibă posibilitatea să observe dacă montarea s-a făcut corect.

Cele mai convenabile poziții de așezare a miezurilor sunt așezarea în două mărci orizontale sau așezarea într-o marcă verticală executată în semiforma inferioară.

În figura 1.31 se prezintă diverse construcții de cutii de miez orizontale și de mărci iar în figura 1.32 se prezintă construcția diferitelor cutii de miez verticale și a mărcilor de miez.

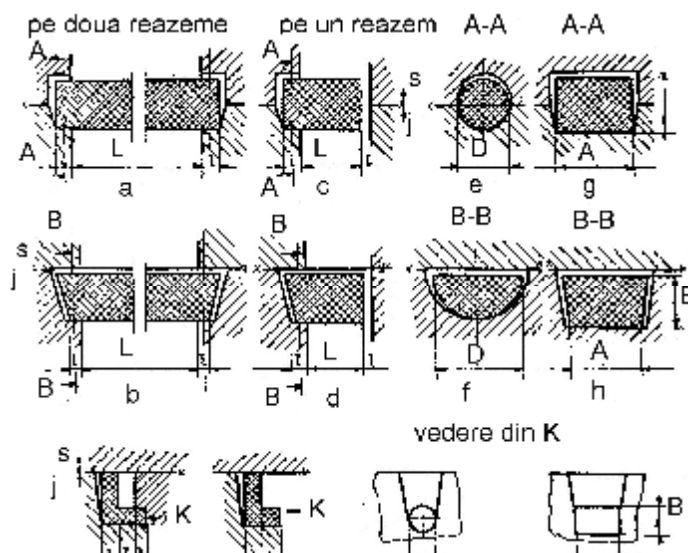


Fig.1.31. Construcția cutiilor de miez orizontale și a mărcilor de miez orizontale

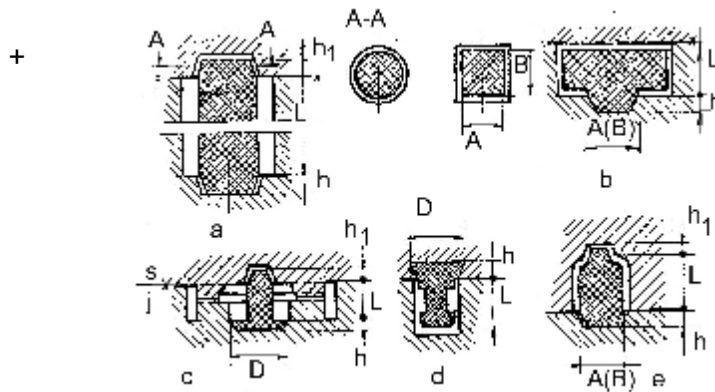


Fig.1.32. Construcția cutiilor de miez verticale și a mărcilor miezurilor verticale

Figurile 1.31 și 1.32 au fost prezentate informativ, ținând seama numai de legătura cu așezarea miezurilor în formă, urmând ca detaliile privitoare la mărcile miezurilor și la construcția cutiilor de miez să fie prezentate la capitolele respective.

La așezarea miezurilor în formă trebuie respectate următoarele condiții:

a) La proiectarea formei se vor evita miezurile lungi și subțiri, verticale sau orizontale. Atunci când configurația piesei sau a găurii (canale circulare cu coturi înclinate) nu permite prelucrarea mecanică se vor prevedea miezuri dar în același timp se vor lua măsuri de stabilizare în formă. La miezurile verticale înalte, baza miezului se mărește și dacă la partea superioară nu se poate prevedea marcă, se vor pune reazeme montate în formă.

b) Trebuie evitate miezurile suspendate, figura 1.32d, în partea superioară a formei și înlocuite cu miezuri rezemate pe formă cu ajutorul unor alte miezuri suplimentare, încastrate în primul. Suspendarea miezurilor este un procedeu dificil care necesită multă manoperă atât la construirea cutiei de miez cât și la miezuire și montare. În figura 1.33 sunt date câteva posibilități de fixare a miezurilor suspendate în formă.

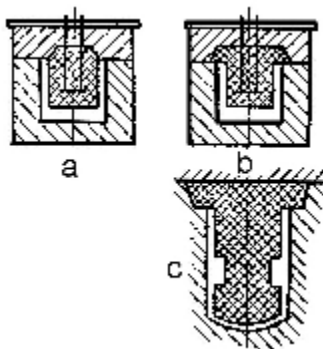


Fig.1.33. Procedee de fixare a miezurilor suspendate în formă: a și b-miez suspendat în partea superioară a formei; c-miez cu baza lărgită rezemat pe semiforma inferioară

De multe ori este mai convenabilă folosirea miezurilor încastrate, figura 1.33c, întrucât scade manopera la montare și crește în același timp precizia formei. Totodată trebuie avut în vedere consumul mărit de amestec de miez pentru realizarea mărcii superioare.

c) La proiectarea formei trebuie evitată folosirea miezurilor orizontale rezemate unilateral și insuficient. Dacă totuși asemenea miezuri nu pot fi evitate, trebuie prevăzut un mod de fixare împotriva deplasărilor sub greutatea proprie sau sub influența forței de împingere a aliajului lichid. Procedeele de fixare a miezurilor în formă sunt următoarele:

- presarea miezului așezat în semiforma inferioară cu ajutorul semiformei superioare;

- lipirea miezului sau fixarea lui cu ace, cleme etc.;

- rezemarea miezului cu miezuri suplimentare sau cu console de miez;

- executarea unei cutii de miez atât de mari încât centrul de greutate al miezului să se afle deasupra suportului și datorită acestui fapt miezul să nu aibă tendința de deviere (miezul R din figura 1.34);

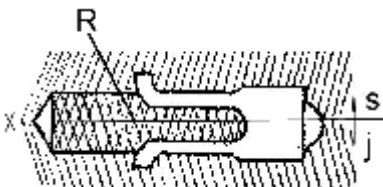


Fig.1.34. Miez cu marcă masivă

- executarea unei "închizători" care să stabilească poziția miezului (închizătoarele Z din figura 1.35 a);

- legarea miezurilor în perechi (vezi figura 1.35b).

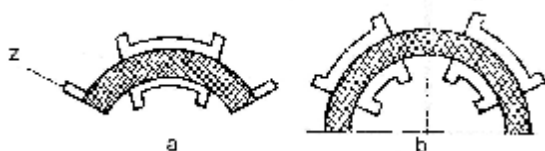


Fig.1.35. Fixarea miezurilor în formă prin închizători Z (a) sau prin legarea lor în perechi (b).

Pentru înlăturarea rezemării unilaterale a miezurilor se recurge la rezemarea bilaterală. În figura 1.36 sunt prezentate mai multe variante de așezare a miezului în formă. Se observă că miezurile rezemate unilateral (figura 1.36a și b) sunt incorect concepute deoarece se pot rupe sub greutatea proprie sau sub acțiunea aliajului lichid.

Pentru a se realiza rezemarea bilaterală se poate modifica construcția piesei așa cum se observă în figura 1.36 c și d.

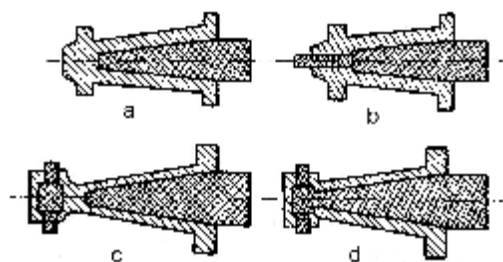


Fig.1.36 Așezarea miezului în formă  
a și b - construcții incorecte; c și d - construcții corecte

d) Configurația miezurilor trebuie să asigure așezarea corectă a acestora în

formă. Se va evita rezemarea mărcilor unor miezuri pe mărcile altor miezuri pentru a nu se însuma erorile de așezare.

Miezurile interioare la contactul cu aliajul lichid degajă gaze care provin din arderea lianților și a altor adaosuri auxiliare din amestecul de miez. Aceste gaze datorită densității reduse au tendința de a se deplasa mereu pe verticală. Dacă construcția piesei sau poziția ei la turnare nu permit evacuarea gazelor, acestea pătrund în aliajul lichid producând o barbotare sau pot rămâne în piesă sub formă de sufluri, atunci când metalul devine vâscos ca urmare a scăderii temperaturii. Pentru a înlătura acest neajuns, când este posibil, se va modifica construcția închisă la partea superioară a piesei și se vor adopta soluții similare cu cele date ca exemplu în figura 1.37.

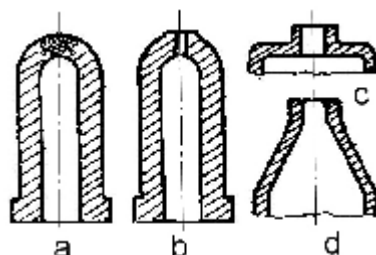


Fig.1.37. Modificarea construcției piesei (a și c) pentru a asigura, evacuarea gazelor din miez pe la partea superioară a piesei turnate (b și d)

## 9. Alegerea tipurilor și dimensiunilor de mărci

Pentru obținerea configurației interioare a pieselor turnate se folosesc ca elemente de formare miezurile care se execută în cutii de miezuri. Pentru fixarea lor în forme, miezurile sunt prevăzute cu porțiuni suplimentare, numite *mărci*. Miezurile se sprijină în formă în niște locașuri numite *locașurile mărcii*, care se obțin cu ajutorul mărcilor modelului.

Condițiile esențiale pe care trebuie să le îndeplinească mărcile miezurilor sunt următoarele:

- să asigure o bună fixare a miezurilor în formă;
- să preia întreaga greutate a miezului, fără a se deforma;
- să preia fără a se deforma forța de împingere exercitată de aliajul lichid în formă.

Pentru a se asambla mai ușor fără a se deteriora forma sau miezul, locașul mărcii se confecționează mai mare decât marca miezului. Această diferență între dimensiunea locașului mărcii și dimensiunea miezului se numește *joc*. Deci pentru obținerea jocului este necesar ca mărcile modelului cu care se obțin locașurile mărcilor să fie mai mari decât mărcile miezului. Mărimea jocului între mărci, lungimea mărcii și conicitatea lor sunt standardizate.

Din punct de vedere al orientării, mărcile pentru miezuri pot fi verticale, orizontale și speciale.

### 9.1. Mărci verticale

Miezurile verticale sunt dispuse în formă astfel încât axa să aibă poziție verticală. Fixarea miezului devine și mai stabilă dacă acesta are două mărci, una inferioară și alta superioară, figura 1.38. Pentru miezurile scurte la care înălțimea este mai mică decât diametrul, se poate prevedea o singură marcă în partea inferioară a miezului. Pentru ușurarea montării și fixării miezurilor, mărcile verticale se execută conice. Valorile conicităților precum și alte



dimensiuni ale mărcilor verticale pentru forme și miezuri sunt date în tabelul 1.13. Dimensiunile mărcilor se stabilesc în funcție de raportul dintre lungimea utilă  $L_u$  a miezului și diametrul  $D$ . Lungimea utilă  $L_u$  se consideră lungimea cavității care trebuie realizată cu miezul vertical iar diametrul  $D$  reprezintă diametrul găurii din care se scade valoarea adaosului de prelucrare acolo unde este prevăzut.

Din figura 1.38 se observă că locașurile mărcilor verticale se prevăd cu șanț colector în semiforma inferioară unde cad particulele de amestec de formare, în cazul deteriorării formei la montarea miezului sau la asamblare. De asemenea se prevăd cu inel de etanșare în semiforma superioară pentru împiedicarea pătrunderii aliajului în canalele de ventilație. Dimensiunile șanțurilor colectoare și a inelelor de etanșare sunt date în tabelul 1.13.

Tabelul 1.13

Dimensiunile nominale ale mărcilor pentru forme și miezuri verticale

D, mm	$L_s/L_j$				$\alpha^\circ$ , max	$\alpha_1^\circ$ , max	r, mm	$r_1$ , mm
	$L_u/D=1$	$L_u/D=2$	$L_u/D=3$	$L_u/D=5$				
<18	10/10	15/15	20/20	12/25	7	5	-	-
19-30	15/15	20/20	25/25	15/35	7	5	-	-
31-50	20/20	30/30	20/40	20/55	7	5	1,5	2,5
51-80	25/25	25/45	25/45	25/80	10	7	2	3
81-120	30/30	30/55	30/65	30/100	10	7	2	3
121-180	35/35	35/60	35/75	35/110	10	7	2,5	4
181-250	40/40	40/70	40/85	40/120	15	10	2,5	4
251-315	45/45	45/75	45/100	45/120	15	10	3	5
316-400	50/50	50/80	50/100	50/120	15	10	3	5
401-500	55/55	55/85	55/100	55/120	15	10	3	5
501-630	60/60	60/95	60/115	60/130	20	10	5	7
631-800	70/70	70/110	70/130	70/150	20	10	5	7
801-1000	80/80	80/110	80/130	80/150	20	10	5	7

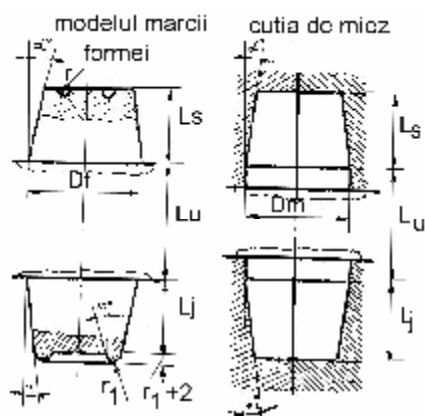


Fig. 1.38. Mărci pentru forme și miezuri verticale

## 9.2. Mărci orizontale

Mărcile orizontale au axa de simetrie în poziție orizontală. Aceste miezuri se fixează de obicei în formă, la suprafața de separație, când au secțiunea circulară, sau sub suprafața de separație când nu au secțiunea circulară. În figura 1.39 sunt prezentate elementele constructive ale mărcilor pentru forme și

miezuri orizontale, iar în tabelul 1.14 sunt date dimensiunile nominale ale mărcilor pentru forme și miezuri orizontale.

Din tabelul 1.14 rezultă că pentru dimensionarea mărcii trebuie luat în considerare raportul dintre lungimea utilă  $L_u$  a miezului și diametrul  $D$ . La miezurile cu mai multe mărci se admite reducerea lungimii mărcilor până la  $0,6 L_u$  respectiv până la  $0,6L_f$ . Canalul de presare de rază "r" se folosește la forme crude. Mărcile pentru miezurile orizontale sunt prevăzute cu:

- brâu protector, pentru a apăra de degradare muchia locașului mărcii în timpul montării miezului în formă și în timpul asamblării formei;
- inel de etanșare, pentru a opri pătrunderea aliajului lichid în canalul de ventilație.

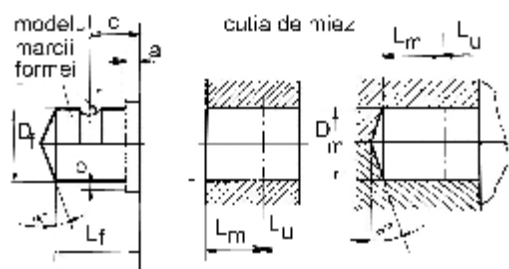


Fig.1.39. Mărci pentru forme și miezuri orizontale

Tabelul 1.14

Dimensiunile nominale ale mărcilor pentru forme și miezuri orizontale

D, mm	$L_m$				a, mm	b, mm	c, mm	r, mm	$\alpha_o$ , max
	$L_u/D \leq 1$	$L_u/D \leq 2$	$L_u/D \leq 3$	$L_u/D \leq 5$					
<18	12	15	18	20	-	-	-	-	3
19-30	15	18	20	25	-	-	-	-	3
31-50	20	25	30	35	5	1	20	2	5
51-80	25	35	40	50	5	1	20	2	5
81-120	35	45	55	70	8	1,5	25	3	5
121-180	45	60	80	100	8	1,5	30	4	5
181-250	60	75	100	130	8	1,5	30	4	7
251-315	75	95	120	160	10	1,5	40	5	7
316-400	90	115	150	200	10	1,5	50	5	7
401-500	105	135	180	-	12	2	70	6	7
501-630	120	155	-	-	12	2	70	6	10
631-800	140	175	-	-	12	2	90	6	10
801-1000	160	-	-	-	12	2	90	6	10

Mărcile orizontale pot avea secțiunea circulară, ovală, dreptunghiulară etc. Mărcile orizontale ale modelelor se execută fie odată cu modelul, fie separat, dar legate solid de model. Nu se admite că mărcile orizontale să fie detașabile, deoarece se produc abateri față de dimensiunile standardizate, ceea ce duce la montarea greoaie a miezurilor. Mărcile orizontale nu se fac conice deoarece se poate produce deplasarea miezurilor.

### 9.3. Mărci speciale

În funcție de configurația piesei și de modul de formare a acesteia, mărcile pot avea și alte forme decât cele amintite anterior. Acestea sunt mărcile speciale și vor fi descrise succint în continuare.

a) Mărcile pentru miezuri în consolă se folosesc în cazurile când miezurile nu se pot sprijini decât într-o singură parte. În figura 1.40a este reprezentat un asemenea miez cu mărcile respective. În cazul folosirii miezurilor în consolă, este necesar ca mărcile să aibă dimensiuni suficient de mari pentru ca centrul de greutate al miezurilor să fie în marcă, asigurându-se astfel stabilitatea sa în formă.

b) Mărcile suspendate se folosesc în special la turnarea de piese ale căror funduri au forme mai mult sau mai puțin cilindrice.

În figura 1.40 b și c se arată două cazuri de folosire a acestor mărci; în poziția b este reprezentată forma asamblată a unui piston de fontă, iar în poziția c se arată forma unui carter de motor.

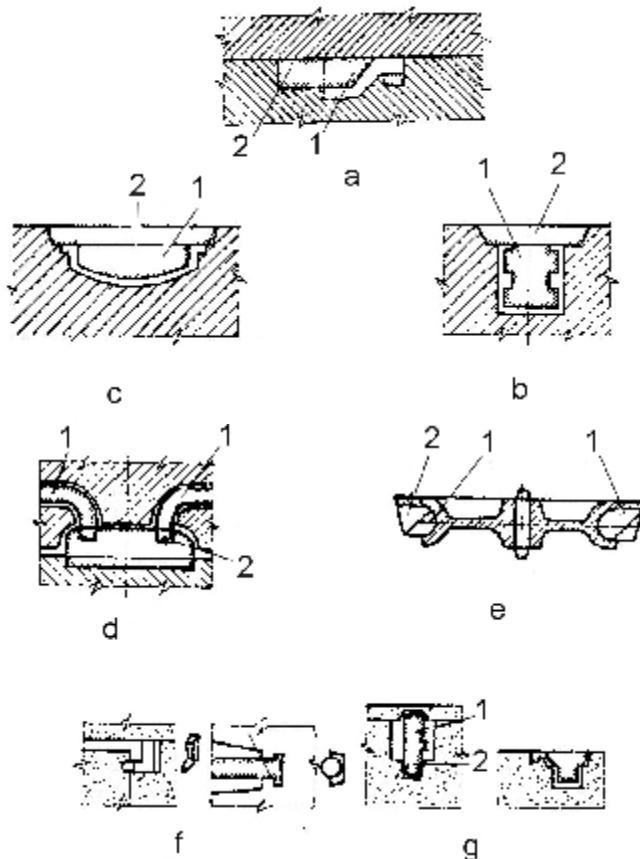


Fig. 1.40. Mărci speciale: 1-miez; 2-marca

c) Mărcile în miez se întâlnesc destul de des la turnarea pieselor cu configurație complexă. În figura 1.40d se arată o formă asamblată în care două dintre miezurile secundare au mărcile fixate în miezul principal. În asemenea situații o deosebită atenție trebuie acordată canalelor de aerisire, care trebuie executate astfel încât să se poată face o bună evacuare a gazelor.

d) Mărcile circulare se folosesc în general la piesele cu profil de revoluție care au diametrul mare și care necesită miezuri exterioare pentru realizarea configurației. Cazul este frecvent întâlnit la formarea pentru roți de cablu. În figura 1.40e se arată o secțiune printr-un model prevăzut cu o marcă circulară destinată realizării locașului în care se va așeza marca miezului circular pentru șanțul de cablu al roții.

e) Mărcile de prelungire servesc la fixarea miezurilor în pereții semiformei inferioare sau superioare pentru obținerea unor orificii, adâncituri sau proeminențe ale formei sau când acestea se află în rama superioară. În figura

1.40f se arată modul de folosire a acestor mărci.

f) Mărcile cu închizătoare se utilizează când este necesar ca fixarea miezului să se facă într-o poziție determinată față de alte părți ale formei. În aceste cazuri mărcile se fac cu închizătoare adică se taie o parte din marca modelului formând astfel o degajare, iar în cutia de miez se practică un ieșind corespunzător, după marca modelului. La mărcile orizontale tăietura cu închizător se face pentru a preveni deplasarea longitudinală a miezului, sau pentru a evita întoarcerea lui. În figura 1.40g sunt reprezentate două dintre aceste mărci de miezuri.

### 10. Abateri limită la dimensiunile nominale ale mărcilor miezurilor și formelor

Aceste abateri limită se stabilesc pe baza clasei de precizie a pieselor turnate și a mărimii diametrului orificiului piesei. Valorile abaterilor limită la dimensiunile nominale ale mărcilor, miezurilor și formelor sunt date în tabelul 1.15.

### 11. Jocurile de montaj a mărcilor

Jocurile mărcilor sunt necesare montării miezurilor și sunt determinate de abaterile limită indicate în tabelul 1.15. Jocurile mărcilor sunt evidențiate în figura 1.41, iar valorile jocurilor în tabelul 1.16.

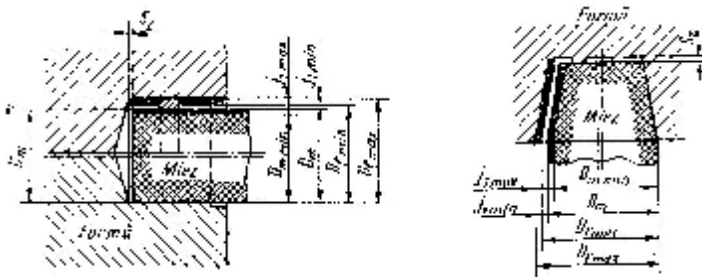


Fig.1.32. Jocurile miezurilor orizontale și verticale



## CAPITOLUL II

### **ALEGEREA ȘI DIMENSIONAREA REȚELEI DE TURNARE**

Rețeaua de turnare constituie ansamblul elementelor care servesc la introducerea metalului sau aliajului lichid în formă. Pentru ca să se asigure în final piese corespunzătoare, rețeaua trebuie să îndeplinească trei condiții principale:

-să asigure umplerea liniștită dar rapidă a formei, fără formare de stropi, vârtejuri etc. și fără distrugerea pereților formei sub acțiunea dinamică a jetului de aliaj lichid;

- să rețină zgura și alte incluziuni nemetalice ce pot ajunge în aliajul lichid, inclusiv antrenări de aer astfel ca în formă să pătrundă numai aliaj curat;
- să asigure o repartizare corectă a temperaturii în aliajul din formă prin alegerea corespunzătoare a punctelor de intrare, în vederea unei răcirii uniforme sau în vederea unei răcirii și solidificări dirijate a piesei turnate.

### 1. Tipuri caracteristice de rețele de turnare

În general, rețeaua de turnare este compusă din : pâlnie, picior, canale de distribuție (canale colectoare de zgură) și alimentatoare, figura 2.1. Pentru aliajele care se toarnă prin ciocul oalei canalul de distribuție are rol de colector de zgură. La aliajele care se toarnă prin fundul oalei, decantarea incluziunilor nemetalice fiind avansată, canalul de distribuție are rolul numai de aducere a metalului lichid din piciorul pâlniei, în alimentatoare.

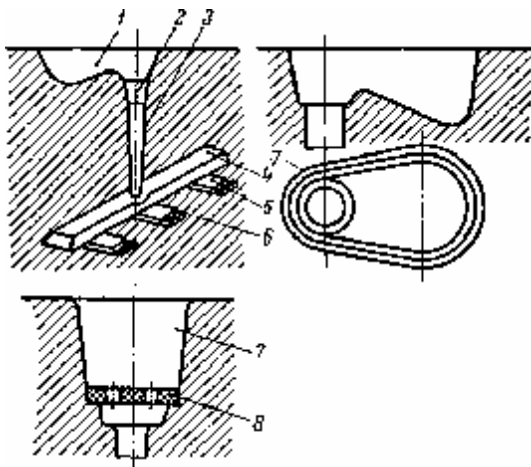


Fig.2.1. Elementele rețelilor de turnare: 1-cupă; 2-pâlnie; 3-piciorul pâlniei; 4-canal de distribuție (colector de zgură); 5-alimentator; 6-zonă de atac; 7-bazin; 8-filtru.

Există multe criterii de clasificare a rețelilor de turnare a metalelor și aliajelor. Dintre acestea se apreciază că cel mai reprezentativ criteriu îl reprezintă locul de alimentare a piesei. Pe acest criteriu, rețelele de turnare se clasifică astfel:

- orizontale, la care metalul se introduce în cavitatea formei prin suprafața de separație;
- directe, inclusiv acelea în ploaie, la care metalul lichid se introduce în formă prin suprafețele superioare ;
- în sifon, la care metalul lichid se introduce în formă prin partea inferioară;
- etajate, la care metalul lichid se introduce în forme prin mai multe alimentatoare, situate însă la diferite niveluri;
- combinate, la care sunt cuprinse mai multe tipuri de rețele pentru alimentarea unei singure piese; de fapt, aceste rețele reprezintă în fond combinarea, a cel puțin două tipuri prezentate anterior, la care alimentarea etajată aproape că nu lipsește.

Rețelele de turnare orizontale sunt de mai multe tipuri constructive. Cele mai folosite asemenea rețele sunt redată în figura 2.2. Introducerea metalului lichid în forme prin asemenea rețele de turnare ridică probleme deosebite, mai ales în ceea ce privește reținerea zgurei. Tipurile prezentate în figura 2.2 sunt construite pentru a se putea turna cele mai diferite metale și aliaje din punctul de vedere al cantității de aliaj lichid, formei și stării zgurei reținute.

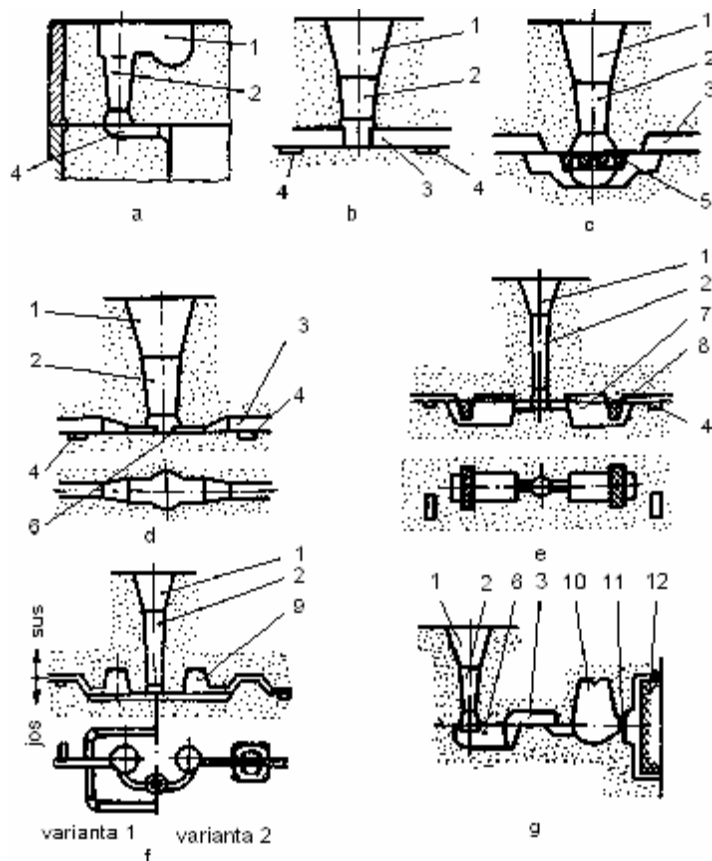


Fig. 2.2. Tipuri de rețele de turnare orizontale : a-simplificată; b-simplă; c-cu filtru; d-cu ștrangulare; e-cu colector de zgură de tip ceainic; f-cu colector de zgură centrifug; g-cu alimentare prin maselotă oarbă; 1-cupă; 2-pâlnie; 3-canal de distribuție; 4-alimentatoare; 5-filtru; 6-sisteme de strângulare; 7-colector de zgură în formă de ceainic; 8-miez; 9-colector de zgură centrifug; 10-maselotă oarbă; 11-bosaj; 12-piesă.

Ordinea rețelelor de turnare orizontale din figura 2.2 este în așa fel aleasă încât să realizeze și o gradare a capacității de reținere a zgurei. Din acest punct de vedere, la turnarea metalelor cu multă zgură sau la turnarea pieselor la care se impun condiții severe de puritate față de zgură sunt recomandate ultimele două tipuri de rețele orizontale și anume, rețeaua cu colector de zgură centrifug și rețeaua de alimentare în maselotă oarbă. Reținerea în proporție avansată a zgurei în elementele rețelelor de turnare se poate realiza prin asigurarea frânării umplerii, ceea ce constructiv înseamnă schimbări de direcție, de nivel și, mai ales, de secțiune. Asemenea soluții tehnologice reprezintă rezolvările optime pentru turnarea în piese prin rețele orizontale a metalelor care conțin mari cantități de zgură sau la care reținerea zgurei este dificilă. Marea diversitate concepțională a lor se explică prin larga utilizare la umplerea formelor cu cele mai diferite tipuri de metale lichide.

Principalele tipuri constructive de rețele de turnare directe sunt redată în figura 2.3, iar de rețele de turnare în sifon, în figura 2.4. În figura 2.5 sunt prezentate rețele de turnare etajată. Pentru turnarea pieselor înalte, cu



configurație complicată și cu pereți subțiri, se recomandă rețelele de turnare combinate, în figura 2.6 se prezintă o piesă prevăzută cu o rețea combinată. La acest tip de rețea se evidențiază prezența a două pâlnii de turnare și a două picioare ale pâlniilor, alimentarea piesei se realizează la diferite niveluri; la nivelul inferior canalele de distribuție se continuă cu multe alimentatoare. Diferențele de grosimi ale pereților piesei necesită și alimentarea în ploaie; pe partea superioară sunt plasate și răsuflători.

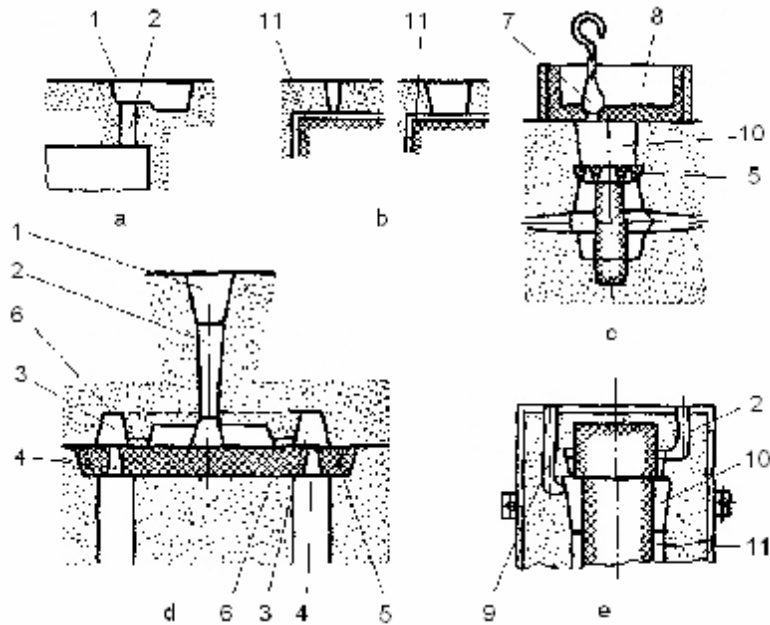


Fig. 2.3. Tipuri de rețele de turnare directă: a-simplificată; b-pană; c-cu bazin și alimentare în maselotă ; d și e-în ploaie; 1-cupă sau pâlnie; 2-picior; 3-canal de distribuție; 4-alimentator; 5-filtru; 6-sistem de ștrangulare; 7-dop; 8-bazin de turnare; 9-răsuflătoare; 10-maselotă; 11-piesă

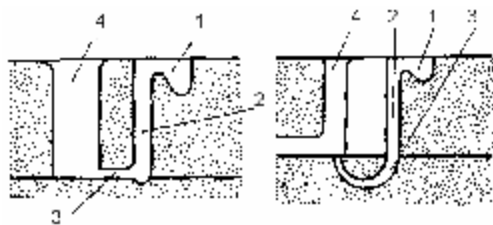


Fig. 2.4. Tipuri de rețele de turnare în sifon: a-obișnuită; b-cu alimentator corn; 1-pâlnie; 2-picior; 3-alimentator; 4-cavitatea piesei

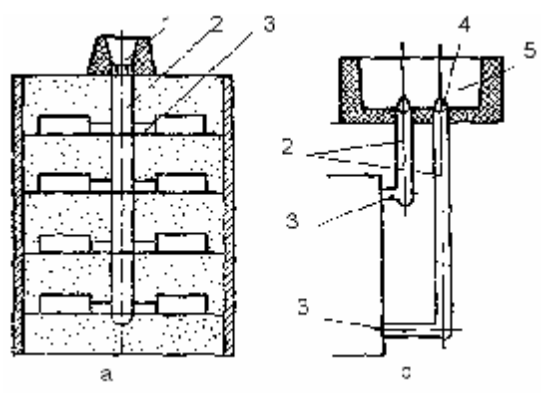


Fig. 2.5. Rețele de turnare etajate: a-pentru piese suprapuse; b-pentru o singură piesă; 1-cupă; 2-

picior; 3-alimentator; 4-dop; 5-bazin

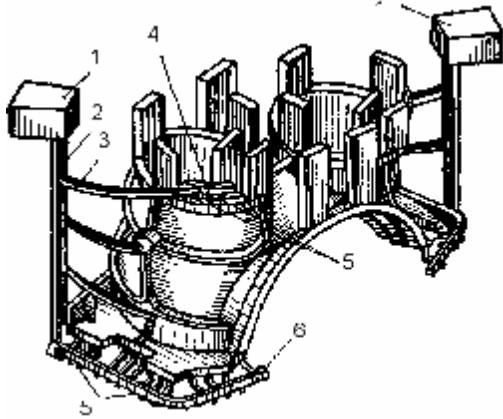


Fig. 2.6. Rețea de turnare, combinată: 1-cupă; 2-picior; 3-canal de distribuție superior; 4-colector de zgură superior; 5-alimentator; 6-colector de zgură inferior

## 2. Considerații privind alegerea diferitelor tipuri de rețea

Condițiile generale care trebuie respectate la alegerea rețelei de turnare sunt:

- consum minim de metal;
- îndepărtarea completă a zgurei, a bulelor de aer, a incluziunilor nemetalice de orice natură, pătrunse în cavitatea formei;
- eliminarea posibilităților de lovire directă a pereților formei sau miezurilor, deci a cauzei principale care determină deteriorarea formelor și miezurilor în timpul umplerii cu aliaj lichid;
- diminuarea gradientului termic al piesei turnate și, în acest fel, reducerea tensiunilor de turnare;
- asigurarea unui raport maxim între volumul de metal și suprafața laterală a diferitelor elemente ale rețelei de turnare, în vederea diminuării pierderilor hidraulice prin frecare; canalele circulare sunt, evident, din acest punct de vedere cele mai indicate;
- alimentarea cât mai uniformă și pe cât se poate descentralizată, pentru a se preveni formarea nodurilor termice;
- diminuarea frecărilor la curgerea metalelor în formă prin executarea unor canale interioare netede;
- dirijarea pe o suprafață înclinată sau în lungul pereților la turnare directă, deoarece în acest fel se asigură o antrenare mai redusă de aer și mai puțini stropi.

Rețelele orizontale simple și simplificate se utilizează la turnarea pieselor

nu prea complicate și pentru care nu există prescripții prea severe de calitate. Rețelele orizontale cu filtru și cu ștrangulare se recomandă la turnarea pieselor executate pe mașini de format și a pieselor la care se solicită calități deosebite. Pentru realizarea pieselor turnate cu suprafețe foarte curate se adoptă în special rețelele de turnare cu colector de zgură.

Rețelele de turnare orizontale cu alimentare în maselotă oarbă se adoptă la realizarea pieselor din fonte maleabilizate, și din fonte cu grafit nodular, precum și pentru obținerea pieselor masive din fonte cenușii. Rețelele orizontale cu frânare se recomandă la turnarea pieselor din aliaje care sunt însoțite de multă zgură.

Rețelele directe, simplificate, se folosesc pentru cazurile când rezultă prin calcul alimentatoare prea groase.

Rețelele directe cu alimentatoare până se recomandă pentru turnarea pieselor cu pereți subțiri. Turnarea pieselor cu pereți de grosime mijlocie se va realiza de preferință cu ajutorul rețelelor directe cu bazin. Turnarea directă în ploaie se poate adopta la turnarea pieselor mijlocii și mari de formă cilindrică.

Rețelele de turnare în sifon se pot utiliza la turnarea pieselor executate manual și la care se impune o umplere liniștită a formelor.

Rețelele de turnare etajate se utilizează în special la turnarea pieselor cu mai multe suprafețe de separație.

Multă preocupare privind stabilirea criteriilor de alegere a tipurilor de rețele de turnare a avut B. B. Guleaev. Ca o primă concluzie a studiilor efectuate în acest scop este aceea că tipul de rețea trebuie să fie ales numai după o cunoaștere amănunțită a formei constructive a piesei și după stabilirea însăși a metodei de formare-turnare. Construcția piesei trebuie analizată atât din punctul de vedere al dimensiunilor și greutateii, cât și al modului de curgere a aliajului lichid în formă. Curentul de metal lichid, eventuala turbionare a lui, precum și orientarea în formă pentru îndepărtarea aerului și gazelor antrenate depinde de tehnologia adoptată, precum și de caracteristicile de curgere. Din acest motiv, este necesară ca în urma adoptării unei rețele de turnare să se traseze și liniile de curgere ale metalului lichid în formă.

În privința greutateii pieselor turnate, recomandările sunt oarecum unitare, în sensul că pentru turnarea oțelurilor în piese mai mici de 100 kg, rețeaua optimă recomandată este aceea orizontală. Piesele cu greutate de 100-500 kg se vor turna cu rețele orizontale cu mai multe alimentatoare, cu rețele etajate sau cu rețele în sifon. Rețeaua de turnare directă se recomandă mai puțin pentru obținerea pieselor, ea putând fi oarecum tolerată la executarea unor piese cu suprafețe mai mari decât acelea obișnuite.

În cazul turnării în forme obținute cu modele ușor fuzibile, rețeaua de turnare directă are însă marele avantaj că asigură cele mai bune condiții de umplere a pieselor cu grosimi de perete mici și mijlocii. Acest tip de rețea necesită un consum redus de metal și determină o distribuție optimă a temperaturii, diminuând corespunzător gradientul termic din formă. Limitarea utilizării rețelelor de turnare directă este determinată de faptul că prin căderea metalului lichid de la înălțime mare se poate deteriora forma, iar reținerea zgurei și a incluziunilor de amestec de formare este practic redusă. Metalul și aliajul lichid care cade liber antrenează foarte mult aer, ceea ce determină

oxidări. Din acest motiv, rețeaua de turnare directă este total neindicată la umplerea formelor cu aliaje având tendința ridicată de oxidare.

Rețeaua de turnare orizontală micșorează înălțimea de cădere a jetului și, implicit, posibilitățile de deteriorare a formei. O asemenea rețea înrăutățește întrucâtva, condițiile de umplere a formelor și, în plus, necesită un consum ridicat de metal. La o umplere judicioasă a alimentatoarelor, rețeaua de turnare orizontală a aliajelor asigură o reținere avansată a zgurei.

Rețeaua de turnare în sifon nu este prea indicată pentru umplerea pieselor cu pereți subțiri, în plus necesitând cantități mai mari de metal. Aceste tipuri de rețele permit obținerea pieselor înalte, chiar și în părțile inferioare și lipsite de zgură; un alt avantaj este că suprafețele formelor se erodează foarte puțin. Asemenea rețele de turnare complică însă foarte mult execuția formelor și de aceea, la alegerea lor trebuie să se analizeze mai ales implicațiile economice, determinate de amplificarea duratei de executare a formelor.

Rețelele de turnare etajate, care se pot aplica mai ales în cazul formelor cu mai multe suprafețe de separație, au utilizare la obținerea pieselor de greutate și dimensiuni mari. Alimentatoarele se amplasează astfel încât să acționeze la timpul potrivit. Pentru aceasta alimentatoarele sunt amplasate înclinat având unghiuri care scad de jos în sus.

În cazul în care se toarnă metale și aliaje cu fluiditate mică, se folosesc rețele de turnare simple, pentru a se evita pierderile de presiune provocate de curgerea prin cavitatea formei și prin elementele rețelei. La turnarea aliajelor care se oxidează ușor și care necesită colectarea zgurei în cadrul rețelei de turnare se vor prefera rețele de turnare care micșorează viteza de curgere, admitând filtre sau soluții speciale de reținere.

La umplerea orizontală a formelor se constată o răcire relativ rapidă a metalului lichid, datorită curgerii pe o suprafață de răcire mai mare a formei și de aceea, aceste soluții tehnologice de turnare necesită o viteză mai mare de curgere și un număr mai mare de alimentatoare, în afară de aceasta se produce și încălzirea suprafeței superioare a cavității formei, care poate da naștere la defecte de suprafață în piesele turnate. La umplerea verticală a formei, metalul lichid din cavitatea formei se poate deplasa de jos în sus și de sus în jos. Turnarea în forme înclinate cu un unghi de circa 10-20° față de orizontală necesită introducerea metalului lichid la locul cel mai de jos al formelor și folosirea preaplinurilor în locul cel mai de sus (pentru eliminarea impurităților) și pentru a limita zona formei solicitată mai mult termic (locul de introducere a metalului lichid) și suprafața care primește căldura.

### **3. Particularitățile elementelor rețelelor de turnare**

Pâlniile de turnare sunt utilizate pentru umplerea formelor cu debite mici (sub 4 kg/s). Pentru piesele cu dimensiuni mici se folosesc pâlniile prezentate în figura 2.7a, iar pentru piesele mijlocii, pâlniile prezentate în figura 2.7b. În România aceste pâlnii sunt tipizate având dimensiunile trecute în tabelul 2.1. Pâlnia de turnare asigură o turnare rapidă, fără răcirea excesivă a metalului lichid, însă nu permite o reținere prea avansată a zgurei din metalul lichid. O oarecare reținere în pâlnie se realizează prin plasarea unor filtre, separat

confecționate. Pentru turnarea pieselor mici se pot utiliza pâlniile plate, figura 2.8.

Pentru debite de peste 4 kg/s, turnarea se realizează prin rețele cu cupe, figura 2.9, având dimensiunile date în tabelul 2.2. Cupa permite, datorită pragului, chiar o separare a zgurei, figura 2.10. Cupele asimetrice sunt și mai eficiente, din acest punct de vedere fiind de preferat mai ales la turnarea aliajelor neferoase, figura 2.11.

Existența pragului împiedică și pătrunderea în piciorul pâlniei a primei cantități de metal, care este mult mai rece.

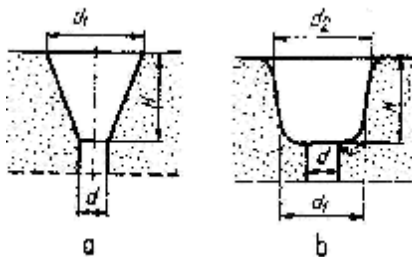


Fig.2.7. Pâlnii mici de turnare.

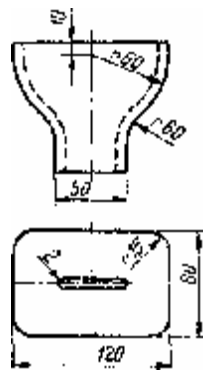


Fig.2.8. Pâlnie plată

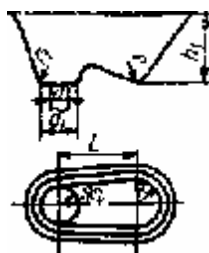


Fig.2.9. Cupă de turnare



Fig. 2.10. Schema modului de curgere a metalului lichid în pâlnia de turnare

Pâlnii de turnare pentru piese mici

Tabelul 2.1

	Volumul pâlniei $\text{cm}^3$	d max	$d_1$	H

Fig.2.7 a	50	15	50	60	
	100	20	65	70	
	150	25	70	80	
		d max	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	H
Fig.2.7 b	100	15	40	60	60
	200	20	50	70	70
	300	25	60	80	80

Pâlnii cu cupă, cu un singur picior

Tabelul 2.2

Masa pieselor turnate, kg	Masa materialului în pâlnie, kg	Dimensiunile pâlniei, mm							
		L	R	R <sub>2</sub>	r	r <sub>1</sub>	h <sub>1</sub>	d <sub>1</sub>	d
20	5	60	40	30	15	8	65	45	24
21 – 50	10	90	50	30	20	10	80	60	28
51 – 100	20	105	60	35	25	12	100	72	32
101 – 200	30	110	70	40	31	13	110	78	36
201 – 350	50	140	83	47	35	15	130	96	40
351 – 500	80	160	90	50	35	17	150	110	45
501 – 650	100	170	100	56	38	19	160	115	50
651 – 800	140	190	115	65	44	20	180	125	55
801 - 1 000	170	210	125	70	50	22	200	145	60
1001 - 2000	300	240	160	90	55	24	234	155	65

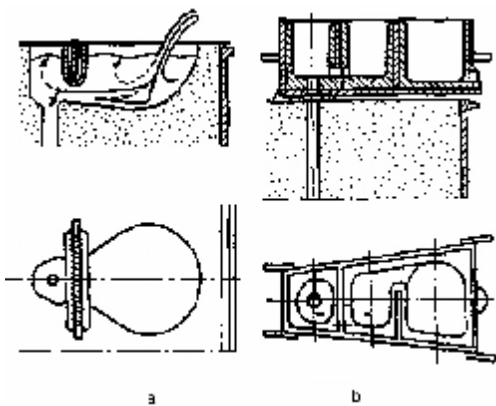


Fig. 2.11. Cupe de turnare cu prag: a-cu un prag; b-cu două praguri

La turnarea de la înălțimi mari sau la menținerea unor niveluri scăzute ale metalului în cupe se favorizează apariția vârtejurilor. În aceste cazuri, metalul curge în principal numai datorită curenților orizontali.

Metalul lichid se deplasează turbionar în jurul piciorului, iar forța centrifugă îndepărtează particulele din axa piciorului. Astfel, se formează un tub

gol prin care pătrunde zgura și aerul. Pentru a se putea diminua efectele curenților de fund, cupa se prevede cu un perete vertical separator și cu nervuri laterale, efectul curenților fiind localizat în primul compartiment.

Metalul împreună cu zgura, evident în cantitate mică, trece în al doilea compartiment. Aici are loc o separare datorită mișcării verticale, mișcarea de rotație fiind împiedicată, figura 2.11.

Bazinele de turnare au capacitatea de 50-60% sau chiar 100% din volumul de metal necesar umplerii tuturor cavităților formei. Aceste elemente ale rețelei de turnare se folosesc la piese foarte mari, fiind de obicei acoperite cu dopuri pentru zona de trecere spre piciorul pâlniei de turnare, figura 2.12. În tabelul 2.3 se dau dimensiunile tipizate pentru bazinele de turnare cu volume de 1.500, 3.500, 9.000, 17.000, 42.000 și 70.000 cm<sup>3</sup>, figura 2.13. Bazinele se protejează în zona în care se dirijează jetul de metal lichid, fie cu cuie, figura 2.12a, fie cu cărămizi refractare, figura 2.12b. Atât în zona superioară, cât și în cea inferioară a racordării bazinului cu piciorul de turnare se pot plasa filtre suplimentare pentru zgură, ale căror dimensiuni sunt redată în tabelul 2.4.

Cu toate că reținerea de zgură în forme este mică se recurge la colectoare de zgură orizontale, pentru formele plate cu înălțimi de sub 300 mm. La formele mari turbulența este prea ridicată și în acest caz se vor putea utiliza numai separatoarele centrifuge de zgură.

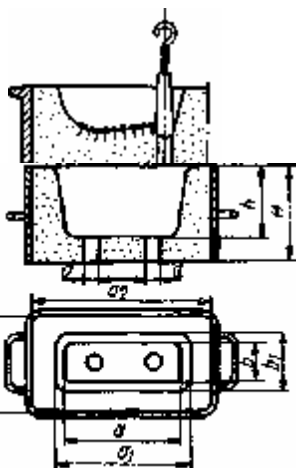


Fig. 2.12. Bazine de turnare

Fig.2.13. Simbolul elementelor tipizate ale bazinelor de turnare independente.


Bazine de turnare

Tabelul 2.3

Volumul bazinului, cm <sup>3</sup>	Dimensiunile bazinului, mm								
	d max	a	a <sub>1</sub>	a <sub>2</sub>	b	b <sub>1</sub>	b <sub>2</sub>	h	H
1 500	25	150	170	200	110	130	180	80	110
3 500	30	230	250	300	150	170	220	100	130
9000	40	320	440	400	180	200	260	150	190
17000	50	420	440	500	220	240	300	170	210
42000	50	454	474	540	358	364	424	252	295
70000	60	540	565	630	410	435	500	304	350

Pâlnii cu filtre

Tabelul 2.4

	Volumul pâlniei	Dimensiunile pâlniei, mm							
		d, max	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	d <sub>3</sub>	d <sub>4</sub>	h	H	Mărimea filtrului
	300	20	60	52	90	72	70	80	1
	400	25	70	62	100	82	80	90	2
	600	30	80	72	110	92	90	110	3

În ceea ce privește formele mari (înălțime peste 1 m), reținerea impurităților în colectoare nu se poate realiza decât dacă s-ar utiliza filtre foarte fine (care sunt însoțite uneori de riscul înfundării lor). Din acest motiv, mai ales la aliajele feroase, rezultă că pentru găsierea unei soluții practice trebuie să se acționeze la nivelul bazinului de turnare. Pe bază de încercări și prin modelare s-a demonstrat că reținerea zgurei este posibilă în bazine dacă se plasează praguri, figura 2.11. Aceste praguri sunt eficiente numai când înălțimea de metal depășește nivelul critic, figurile 2.14a și 2.14b. Când metalul lichid se află sub acest nivel critic se creează vârtejuri, iar eficacitatea este nulă, figurile 2.14c și 2.14d. Când jetul este îndreptat în direcția curgerii, cazul din figura 2.14a, reținerea este mai avansată decât în cazul direcției de turnare contrare umplerii, cazul din figura 2.14b. Pentru cazurile când nu există realizat nivelul critic, direcțiile de turnare în bazin nu joacă nici un rol.

Eficacitatea bazinelor de turnare din punctul de vedere al reținerii de incluziuni nemetalice și zgură depinde și de modul cum se realizează racordarea bazinului de turnare la pâlnia de turnare, în figura 2.15 se prezintă diferite variante.

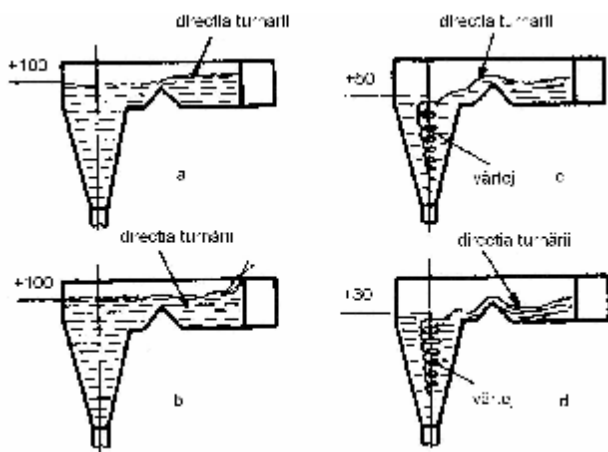


Fig. 2.14. Variante de umplere a cupelor de turnare

Prin suprimarea progresivă a pâlniei aplicate la bazin se reduc foarte mult



vitezele medii și în consecință posibilitățile de antrenare a gazelor în metalul lichid pe parcursul curgerii prin piciorul pâlniei. Cu varianta dată în figura 2.15d, prin modelare, s-a putut demonstra că este mai eficace de 30 ori decât varianta din figura 2.15a. Variantele din figurile 2.15b și 2.15c sunt aproximativ similare ca performanțe.

Având în vedere aceste considerații este necesar să se precizeze faptul că bazinele alungite sunt mai eficace în reținerea zgurei.

La umplerea pieselor nu trebuie să se depășească o anumită viteză în piciorul pâlniei, viteză dependentă direct de nivelul din bazin. La începerea umplerii bazinelor este indicat ca în vârful piciorului pâlniei de turnare să se plaseze o tablă metalică care ulterior se topește, astfel încât să cedeze numai după ce aliajul a depășit nivelul critic.

Picioarele de turnare pot fi drepte (cu secțiunea în general cilindrică) sau tronconice, cu baza mică la partea inferioară. Cele mai utilizate picioare ale pâlniilor de turnare au secțiunea transversală de formă circulară și, mai rar, dreptunghiulară (cu rapoarte între lungime și lățime extrem de diferite).

Viteza de curgere a metalului în canal vertical cu secțiune constantă se majorează pe măsura parcurgerii lor. Conform legii continuității curgerii urmează ca secțiunea jetului să se micșoreze.

Pe aceste considerente secțiunea piciorului pâlniei scade de la partea superioară spre bază. Pe baza continuității curgerii se poate scrie:

$$v_1 A_1 = v_2 A_2,$$

în care :  $v_1$  și  $v_2$  sunt vitezele metalului la nivelurile 1 și 2 ale piciorului pâlniei;  $A_1$  și  $A_2$  -suprafețele jetului în aceleași zone.

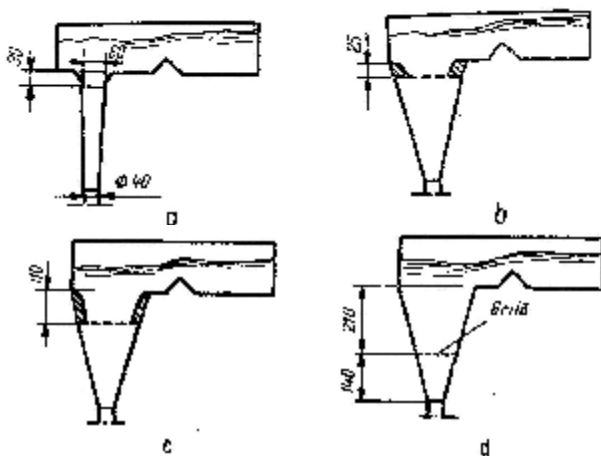


Fig. 2.15. Variante constructive ale cupelor de turnare

Secțiunea jetului de metal lichid în piciorul pâlniei scade hiperbolic cu înălțimea. Când piciorul pâlniei ar avea secțiunea constantă, jetul de lichid se desprinde de perete. Se creează astfel o depresiune, aerul din locul rămas liber, dar mai ales acela dintre granulele amestecurilor de formare fiind antrenat

în metal. Deoarece este dificil de executat un profil hiperbolic, piciorul pâlniei se execută tronconic. Spațiul care rezultă între profilul tronconic și acela hiperbolic nu modifică sensibil alimentarea cu metal. Executând piciorul tronconic și rotunjit la intrare și la ieșire se elimină orice zonă depresionară și se asigură curgerea fără aspirație de gaze.

În figura 2.16 sunt prezentate diferitele tipuri constructive de picioare ale pâniilor de turnare. Piciorul pâlniei neumplute, figura 2.16b, se întâlnește la începutul umplerii și atunci când are dimensiuni necorespunzătoare față de orificiul de curgere din cupă sau din bazin. Micșorarea vitezei de turnare, de curgere a metalului în picior și umplerea lui treptată creează condiții pentru separarea zgurei și a impurităților în cavitatea formei. Picioarele neumplute nu sunt recomandate deoarece necesită mult metal și se creează condiții pentru oxidarea metalului. Reducerea vitezelor metalului lichid în timpul umplerii picioarelor pâniilor se obține prin realizarea lor sub formă de serpentină, figura 2.16c, spirală, figura 2.16d, sau prin construcția mai multor alimentatoare de diametre mici, figura 2.16e.

Picioarele pâniilor de turnare de dimensiuni mari ridică probleme specifice determinate de cantitatea de metal lichid care curge prin ele și de înălțimea de cădere.

La aceste tipuri, picioarele pâlniei se prelungesc cu un călcâi sau se montează la baza piciorului miezuri-pastile uscate (la formele crude) sau cărămizi refractare (la formele uscate, puternic solicitate mecanic și termic).

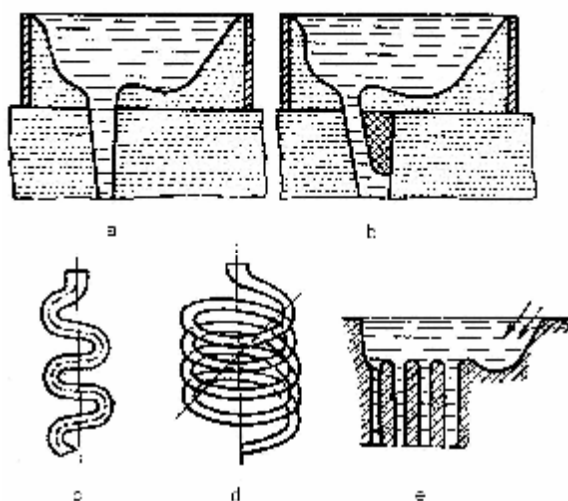


Fig.2.16. Tipuri constructive de picioare ale pâniilor de turnare: a-picior cilindric umplut; b-picior cilindric neumplut; c-picior în serpentină; d-picior în spirală; e-picior pentru turnarea în ploaie

Următorul element al rețelei de turnare îl constituie canalul de distribuție (sau canalul colector de zgură).

Aceste canale au secțiuni trapezoidale, cu înălțimi relativ mari. Aceste înălțimi își au explicația în dorința de a se separa pe verticală particulele de zgură. Tot cu același scop s-a admis mărirea distanței dintre piciorul pâlniei și alimentatoare. Cu toate acestea, în asemenea colectoare de zgură nu se pot separa decât particulele mari. Particulele mici, a căror viteză de ascensiune

este redusă, nu au timp de decantare în timpul în care este parcurs canalul de distribuție. Separarea zgurei în aliajele ușoare la care diferențele de greutate specifică sunt și mai mici se realizează și mai greu. Practic, pentru asemenea aliaje, precum și pentru piesele de dimensiuni mici și mijlocii, funcția de separator de zgură nu se realizează.

Canalul de distribuție are oarecare efect de reținere, mai ales în ceea ce privește separarea zgurei și a gazelor. Colectarea zgurei depinde de presiunea metalostatică, de locul de așezare și de introducerea. Prin modelare hidraulică s-a ajuns la soluțiile din figura 2.17. Particulele gazoase și spuma, precum și particulele mari de zgură sunt supuse atât efectului turbionării (forța centrifugă), cât și de aspirație. Separarea efectivă se poate realiza eficient numai datorită efectului de centrifugare. Forța de aspirație acționează defavorabil, la forța de ascensiune determinată de o separare insuficientă. Din acest motiv intrarea și evacuarea metalului lichid, trebuie să fie tangentă, iar secțiunea de intrare să fie mai mare decât aceea de ieșire.

În figura 2.18 se prezintă o variantă de construcție a canalului de distribuție cu secțiune variabilă iar în figura 2.19, soluții pentru construcția canalelor de distribuție. Pe bază de încercări s-a dovedit că soluții optime sunt acelea prezentate în figurile 2.19b, 2.19 f și 2.19i. Între celelalte tipuri nu există deosebiri esențiale.

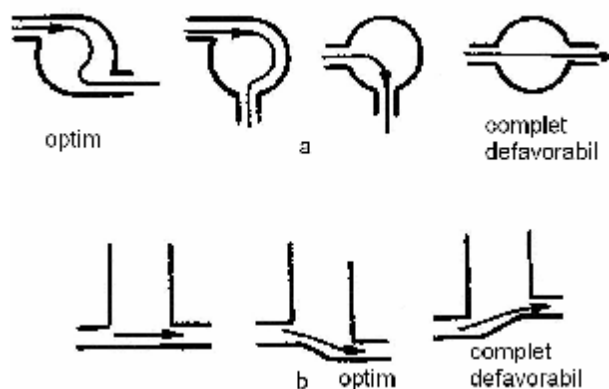


Fig.2.17. Configurații optime ale colectoarelor de zgură: a-în secțiune orizontală; b-în secțiune verticală

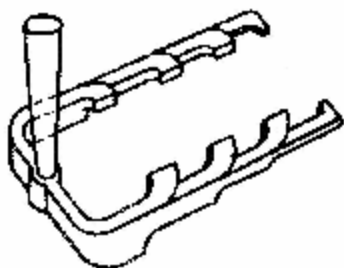


Fig. 2.18. Canale de distribuție cu secțiune variabilă

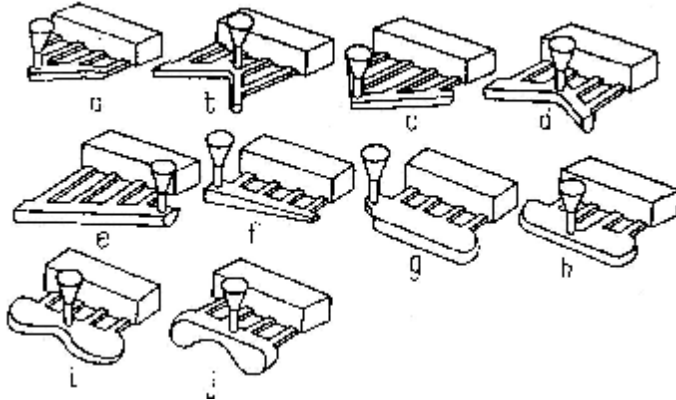


Fig. 2.19. Diferite configurații ale canalelor de distribuție.

Separarea incluziunilor nemetalice antrenate în rețea sau existente în metalul lichid sunt avansat reținute în varianta prezentată în figura 2.20.

La umplerea formelor metalice, picioarele pâniilor sau canalele de distribuție se execută extrem de diferit, de obicei având lungimi mari,

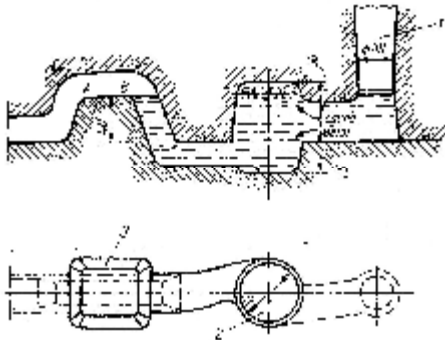


Fig. 2.20. Schema unei rețele de turnare cu închizător hidrolic: 1-picior; 2-colector; 3-miez fals

Alimentatoarele au diverse secțiuni: dreptunghiulare, triunghiulare, circulare și de cele mai multe ori, trapezoidale. În figura 2.21 sunt prezentate diferitele tipuri de alimentatoare. Această clasificare are la bază atât forma secțiunii, cât și tipul de deplasare a metalului lichid în formă.

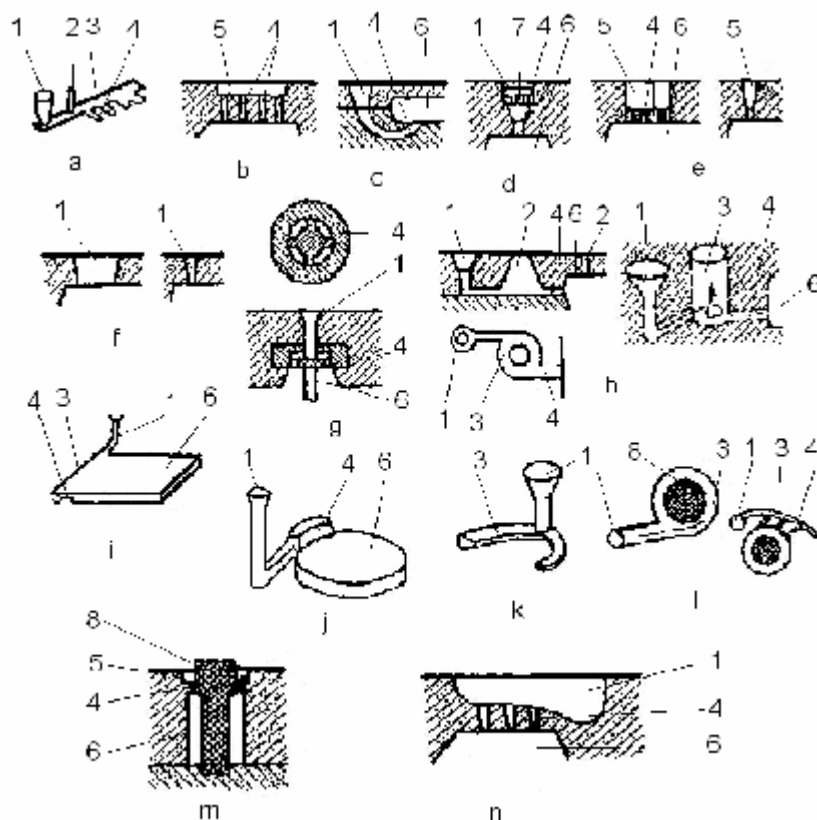


Fig. 2.21. Tipuri de alimentatoare: a-ramificate; b-în formă de creioane; c-corn; d-cu filtru; e-tip deget; f-pană; g-inelar; h-centrifug; i-în fantă; j-suprapus; k-potcoavă; l-tanjențiale; m și n -în ploaie; 1-piciorul pâinii; 2-răsuflătoare (maselote); 3-canal de distribuție (canale colectoare de zgură); 4-alimentatoare; 5-rezervoare de alimentare cu metal lichid; 6-piesă turnată; 7-filtru; 8-miez

În tabelele 2.5 și 2.6 sunt prezentate secțiunile, dimensiunile alimentatoarelor plate cât și numărul alimentatoarelor.

Dimensiunile alimentatoarelor plate

Tabel 2.5

	Suprafața secțiunii transversale a canalului de alimentare, cm <sup>2</sup>	a mm	b mm	h mm	Suprafața secțiunii transversale a canalului de alimentare, cm <sup>2</sup>	a mm	b mm	h mm
	0,6	11	9	6	3,4	28	23	14
	0,8	13	11	7	3,8	29	24	15
	1,0	15	12	7,5	4,2	31	26	15
	1,2	16	13	8,5	4,6	32	27	16
	1,4	18	14	9	5,0	33	28	17
	1,6	19	15	10	5,4	35	30	17
	1,8	20	16	10	6,0	36	31	18
	2,0	22	18	10	6,5	37	32	19

	2,2	22	18	11	7,0	38	32	20
	2,4	24	20	11	7,5	40	33	20
	2,6	24	20	12	8,0	42	35	21
	2,8	26	21	12	9,0	44	38	22
	3,0	26	21	13	10,0	46	40	23

Tabelul 2.6

Secțiuni, dimensiuni și număr de alimentatoare pentru turnarea fontelor cenușii

Masa piesei kg	Canale de alimentare		Numărul canalelor de alimentare pentru grosimea piesei, mm				
	Secțiunea, cm <sup>2</sup>	Lungimea, mm					
			3-5	5-8	8-10	10-15	15-20
0-0,5	0,3 -0,4	10-15	1	1	1	1	1
0,5-1	0,4 -0,5	15- 20	1	1	1	1	1
1-3	0,5 -0,7	20-25	1	1	1	1	1
3-5	0,65- 0,85	25-30	2	2	1	1	1
5-10	0,65- 0,86	25-30	3	3	2-3	2-3	2-3
10-15	0,65-0,87	25-30	n	3	2	2	2
15-20	0,85-0,95	25-30	n	4	4	3	3
20-30	0,85-1	30-35	n	4	4	3	3
30-40	0,85-1	30-35	n	5	4	3	3
40-60	1-1,5	30-35	n	4-5	4	3-4	3
60-100	1-1,5	30-35	n	5-6	5	4-5	4
100-150	1-1,5	40- 45	n	7-8	7	5-6	5
150-200	1-1,5	45-50	n	8-9	8	7-6	6

La turnarea cu rețele verticale alimentatoarele au forme diferite, figura 2.22. Principiul de bază la construcția și amplasarea alimentatoarelor etajate prevede obligativitatea introducerii metalului lichid în formă astfel încât să fie alimentată la timpul potrivit. Unghiul de înclinare al alimentatoarelor trebuie să permită prevenirea curgerii din formă în alimentator.

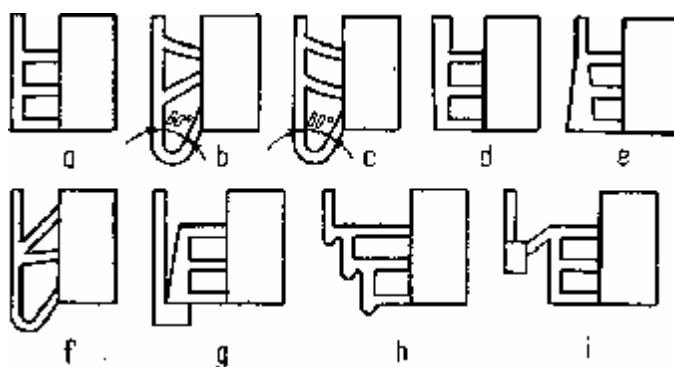


Fig. 2.22. Tipuri de alimentatoare la rețele de turnare verticale: a, b și c-simple; d-convergente; e-divergente; f-colector; g-reversibile; h-cu rezervor; i-cu călcâi

La turnarea pieselor cu rețele în sifon trebuie să se aibă în vedere aspectele legate de viteza de curgere a metalelor și aliajelor lichide. Pentru a se putea micșora viteza de intrare se apelează la modificarea direcției de curgere în alimentator ca în figura 2.23a sau plasarea alimentatorului de tip fantă, figura 2.23b.

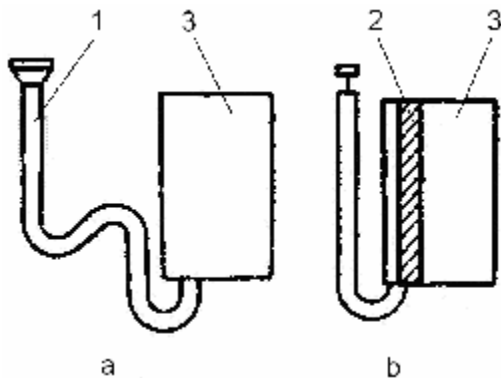


Fig. 2.23. Soluții constructive de alimentatoare pentru turnarea în sifon și pentru reducerea vitezelor de umplere: 1- piciorul pâlniei; 2-fantă; 3-piesă

Pentru a se putea urmări influența diferitelor tipuri și dimensiuni ale elementelor rețelelor de turnare asupra calității pieselor turnate, s-au făcut încercări de modelare. Astfel, s-au realizat turnările în plăcuțe cu dimensiunile 305 X 152 x 6.5 mm, figura 2.24. Alimentarea prin tipul de rețea din figura 2.24a asigură o creștere a secțiunii alimentatoarelor și o modificare a direcțiilor de curgere pentru a micșora vitezele de umplere la turnarea verticală, figura 2.24b, umplerea este mai rațională pentru că se garantează ordinea de acțiune a fiecărui alimentator. Rețeaua din figura 2.24c, s-a constatat că are aplicabilitate mai ales la umplerea formelor în poziție înclinată (10-20°), piciorul pâlniei de turnare fiind tronconic sau cilindric. Varianta din figura 2.24d a asigurat o umplere uniformă a formei, prin toate cele patru alimentatoare. Rețeaua din figura 2.24e asigură o curgere prin picioare de turnare în fantă. La rețeaua din figura 2.24f secțiunea canalului de lungime se modifică pe lungime, iar la rețeaua din figura 2.24g se modifică secțiunea alimentatoarelor.

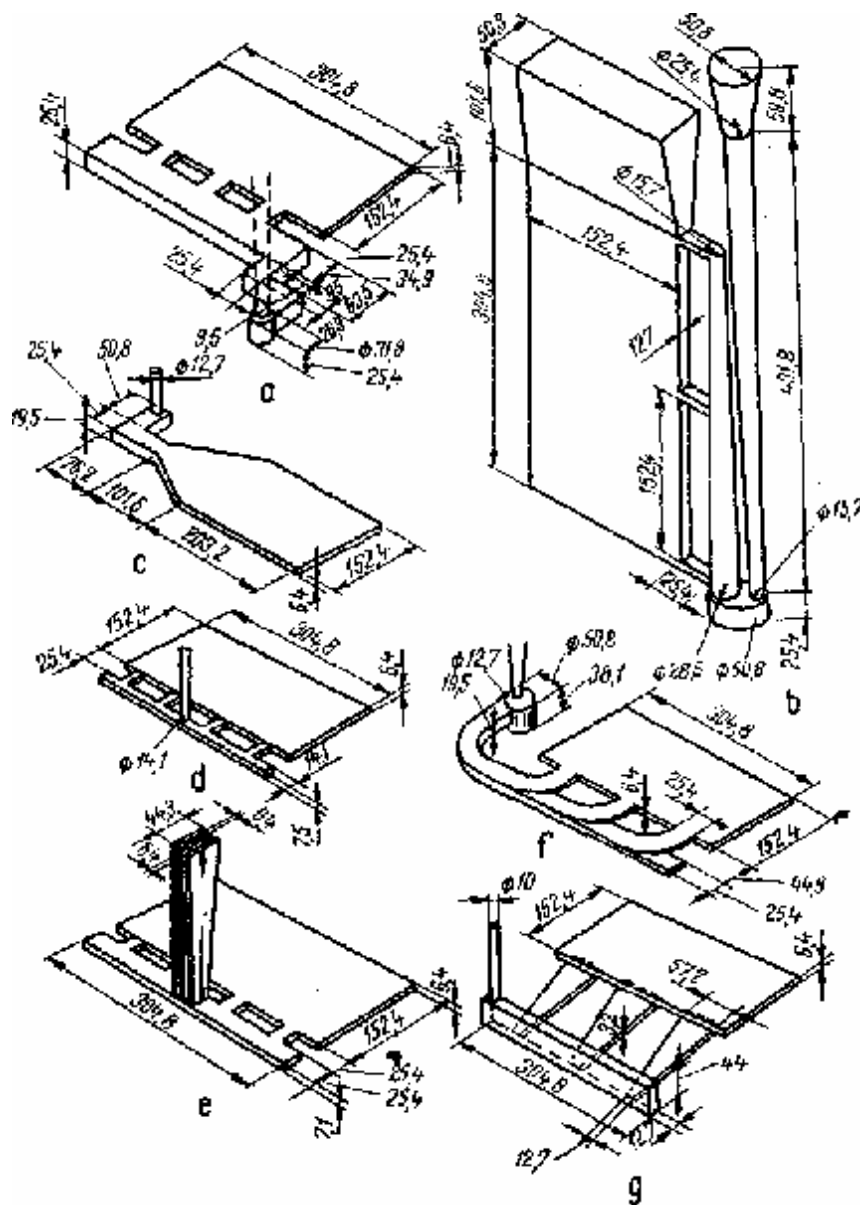


Fig. 2.24. Diferite soluții de umplere cu aliaj lichid a plăcii cu dimensiunile de 304,8x152x6,4 mm

Varianta din figura 2.24c determină turbionări la curgerea metalelor și aliajelor și aspirarea aerului și gazelor din piciorul pâlniei. Pentru a se evita aceasta, precum și pentru a se diminua viteza de curgere din formă s-au experimentat rețelele din figurile 2.24d, e și f, aceste rețele au permis reținerea foarte avansată, dar diferențiată a oxizilor din aliajele sensibile la turbionare și la oxidări în formă (bronzurile cu aluminiu și alamele speciale cu mangan).

#### 4. Calculul rețelelor de turnare



Pentru obținerea unor piese turnate de bună calitate este necesară nu numai obținerea unor forme și a unor aliaje corespunzătoare, ci și o umplere liniștită cu metal lichid a formelor și îndepărtarea avansată a particulelor de zgură și a gazelor.

În tabelul 2.7 sunt prezentate recomandări privind alegerea tipului optim de rețea de turnare.

Tipuri de rețele de turnare

Tabelul 2.7

Cod formă	mici	mici	mari	cu fire speciale	Tipul piesei și procedeele de turnare						
					peșteră			pe mare			
					subțiri	medii	gr. medii	pe molaș	peșteră	în molaș	
Locul și procedeele de introducerea și alajul în formă	directă					+	-	++	+	+	+
	la diferite nivele, de jos în sus în cascadă					+	+	++	+	-	+
	vertical					++	+	+	+	+	+
	tehnica sau orizontal					++	++	+	+	++	+
	prin filtraj					+	++	+	+	+	++
Aria minimă	locul	+	++	+	+	obisnuită = modificată					
		-	+	+	++	desulfurată					
		+	++	+	+	stancida A					
		+	++	+	-	maleabilă					
	uteli	++	+	-	-						
altre de utilizat	+	++	+	+							

#### 4.1. Rapoarte caracteristice între suprafețele elementelor rețelelor de turnare

În esență, calculul rețelelor de turnare constă în stabilirea ariei celei mai înguste prin care se umple forma în timp optim. Celelalte arii ale elementelor rețelelor de turnare se stabilesc în funcție de aria minimă pe baza unor rapoarte caracteristice. Dacă ariile descresc începând cu piciorul pâlniei, continuând cu canalul colector de zgură și terminând cu alimentatorul,

elementul care se determină este tocmai alimentatorul. O asemenea rețea de turnare este convergentă. Înseamnă că rețeaua convergentă se caracterizează prin inegalitatea:

$$A_{pp} > A_{cz}(A_{cd}) > A_a$$

în care  $A_{pp}$  este piciorul pâlniei;  $A_{cz}(A_{cd})$ -aria canalului colector de zgură (respectiv a canalului de distribuție);  $A_a$ -aria alimentatorului.

La turnarea prin mai multe picioare ale pâlniilor, canale colectoare de zgură (respectiv canale de distribuție) sau alimentatoare inegalitatea se extinde asupra sumei lor. Rețelele de turnare convergente se aplică în general aliajelor fără tendință de spumare.

Turnarea aliajelor cu oxidabilitate ridicată (bronzuri cu aluminiu, cu beriliu, alame silicioase etc.) se realizează cu rețele de turnare divergente, la care există inegalitatea:

$$A_{pp} < A_{cz} > A_a.$$

Întrucât colectorul este mai mare decât aria piciorului pâlniei, rețeaua de turnare prezintă două modificări bruște de secțiune. Prima modificare se referă la trecerea de la piciorul pâlniei la colector, de fapt, la o evazare, iar cea de a doua intrare a metalului lichid din colector în alimentatoare, la o strangulare. La ieșirea din piciorul pâlniei se realizează cele mai mari viteze de intrare. În același timp, secțiunea colectorului fiind mai mare, colectorul nu este plin de la început și, în consecință metalele lichide curg cu viteză mică la începutul umplerii lui. În această etapă, alimentarea se realizează numai sub influența coloanei de metal din colector. Dacă curgerea din colector prin alimentator se realizează ușor, neexistând frecări suplimentare perioada de curgere liniștită se prelungeste, în caz contrar, sau după ce nivelul metalului lichid din piesă a atins înălțimea colectorului, intră în acțiune presiunea hidrostatică din piciorul pâlniei. În aceste etape sunt îndeplinite condițiile de umplere cu viteze mici; apoi, chiar dacă presiunile se majorează, vitezele nu cresc prea mult deoarece intrarea în formă a metalului este frânată de greutatea lui. Vitezele mici de umplere a formelor cu rețele divergente implică suprafețe mari și în consecință, consumuri sporite de aliaj lichid, în plus, la turnarea cu mai multe alimentatoare debitul de aliaj este diferit. Prin alimentatoarele mai îndepărtate de picior curge mai mult aliaj, datorită inerției coloanei, și acest dezavantaj se combate prin executarea alimentatoarelor cu secțiune variabilă.

Rețelele de turnare convergente permit umplerea formelor cu viteze mari. Pentru a se evita formarea turbioanelor este necesară turnarea cu menținerea plină încă de la început a piciorului pâlniei. O astfel de turnare poate permite separarea zgurei în cupă și în canalul colector; în același timp sunt excluse zonele depresionare, turbionările și aspirația bulelor de aer.

Valorile rapoartelor caracteristice între ariile elementelor rețelelor de turnare sunt extrem de diferite. Se recomandă rapoartele cuprinse în tabelul 2.8.

Rapoarte caracteristice recomandate

Tabelul 2.8

Aliajul	Domeniul de utilizare	Relația	Valoarea
Fonte cenușii	Piese mari	$A_{pp} : A_{cz} : A_a$	1,4 : 1,2 : 1
	Piese mici și mijlocii	$A_{pp} : A_{cz} : A_a$	1,15 : 1,1 : 1
	Piese cu pereți subțiri	$A_{pp} : A_{cz} : A_a$	1,1 : 1,06 : 1

	Piese mijlocii din fontă	$A_{pp} : A_a$	(1,3 : 1,4) : 1
	Piese cu treceri bruște la perete	$A_{pp} : A_{cz} : A_a$	1,4 : 1,2 : 1
	Piese foarte mari	$A_{pp} : A_{cz} : A_a$	(1,3...1,4) : 1 : (1,4... 1,5)
	Forme întărite chimic sau executate	$A_{pp} : A_{cz} : A_a$	1 : 1 : 1
	În forme metalice	$A_{pp} : A_{cz} : A_a$	1 : (1,33...2) : (1,33...2)
Fonte maleabile	Diverse piese turnate	$A_{pp} : A_{cz1} : A_{cz2} (A_a)$	1 : (1,3...1,5) : (2...2)
		$A_{pp} : A_{cz1} : A_{cz2} (A_a)$	(1,4...1,3) : 1 : (1,5...2)
		$A_{pp} : A_{cz} : A_a$	1,3 : 1,2 : 1
Fonte cu grafit nodular	Piese mici	$A_{pp} : A_{cz} : A_a$	1,25 : 1 : 1
	Diverse piese turnate	$A_{pp} : A_{cz} : A_a$	1,4 : 1,2 : 1
		$A_{pp} : A_{cz} : A_a$	1,33 : 2,67 : 1
Turnate în cochile	$A_{pp} : A_{cz} : A_a$	1,25 : 1,15 : 1	
Oțeluri turnate	Obișnuite	$A_{pp} : A_{cd} : A_a$	1,6 : 1,3 : 1
	Piese mijlocii	$A_{pp} : A_a$	(1,3... 1,4) : 1
	Piese mici	$A_{pp} : A_{cd} : A_a$	1,4 : 1,2 : 1
	Piese mari	$A_{pp} : A_{cd} : A_a$	1,3 : 1,15 : 1
	În forme întărite cu CO <sub>2</sub>	$A_{pp} : A_{cd} : A_a$	1:1:1
	Diferite piese	$A_{pp} : A_{cd} : A_a$	(1,3... 1,2) : 1 : (1...2)
		$A_{pp} : A_{cd} : A_a$	1 : (1,33...2) : (1,33...2)
Aliaje pe bază de cupru	Alame simple	$A_{pp1} : A_{pp2} : A_{cz} : A_a$	2 : 1,6 : 1,3 : 1
	Alame speciale	$A_{pp} : A_{cz} : A_a$	1 : (2... 2,8) : (1,0... 4,8)
	Alame cu oxidabilitate	$A_{pp} : A_{cz} : A_a$	1 : (1... 4) : (0,7... 2)
		$A_{pp} : A_{cz} : A_a$	1 : (2... 4) : (2... 4)
	Alame cu siliciu	$A_{pp} : A_{cz} : A_a$	1 : (2... 4) : (0,8... 1,4)
	Bronzuri cu staniu	$A_{pp} : A_{cz} : A_a$	1 : 2 : 2
		$A_{pp} : A_{cz} : A_a$	1 : 2 : 0,7
	Bronzuri cu aluminiu	$A_{pp} : A_{cz} : A_a$	1 : 4 : 4
		$A_{pp} : A_{cz} : A_a$	1 : 2 : 2
Bronzuri cu beriliu	$A_{pp} : A_{cz} : A_a$	1 : (2... 4) : (0,8... 1,4)	
Aliaje pe bază de aluminiu	Diverse piese	$A_{pp} : A_{cz} : A_a$	1,25 : 1,5 : 7
		$A_{pp} : A_{cz} : A_a$	1,0 : 2,5 : 1
		$A_{pp} : A_{cz} : A_a$	0,8 : 2,5 : 1
	Cu sită	$A_{pps} : A_{ppi} : A_{site}$	(1,8...1,5) : (1,5...1,2) : 1
		$A_{pp} : A_{cz} : A_{filtru}$	0,8 : 0,7 : 1,2
	$A_{pp} : A_{cz} : A_f : A_a$	1,2 : 1,0 : 1,2 : 1	
Aliaje pe bază de magneziu	În forme din amestec de formare	$A_{pp} : A_{cz} : A_a$	1:(2...4):(2...4)
Aliaje pe bază de nichel	În forme din amestec de formare	$A_{pp} : A_{cz} : A_a$	1 : (0,8... 1,5) : (0,5... 0,9)
Aliaje pe bază de zinc	În forme din amestec și metalice	$A_{pp} : A_{cz} : A_a$	1 : (0,8... 1,5) : (0,5... 0,9)

## 4.2. Calculul rețelelor convergente

La rețelele convergente se determină aria cea mai mică, care de obicei este aria alimentatorului. Pe baza rapoartelor caracteristice, având și în vedere tipul de rețea și aliaj, se determină apoi aria canalului de distribuție (sau a canalului de zgură), apoi aria piciorului pâlniei de turnare. Diametrul la partea superioară a piciorului pâlniei rezultă pe baza raportului de conicitate.

#### 4.2.1. Calculul secțiunii alimentatoarelor pe baza duratei de umplere

Secțiunea alimentatorului rezultă din relația care exprimă consumul de metal lichid:

$$\frac{M}{\rho} = A_a vt$$

în care M este masa aliajului care trece prin alimentator (masa piesei, a maselotelor etc), în kg;  $A_a$  - aria alimentatorului, în  $\text{dm}^2$ ;  $\rho$  - greutatea specifică, în  $\text{kg}/\text{dm}^3$ ; v - viteza de curgere a metalului în cavitatea formei în  $\text{dm}/\text{s}$ ; t - durata de umplere, în s.

Relația de mai sus se poate scrie sub forma:

$$A_a = \frac{M}{\rho vt}$$

În cazul turnării prin cădere liberă la dimensionarea rețelelor de turnare mai prezintă importanță și stabilirea optimă a duratei de umplere. Stabilirea prin calcul a duratei de umplere pentru diferite tipuri de piese și variante de alimentare se realizează diferențiat pentru fiecare aliaj și tip de rețea.

Determinarea duratei de umplere este mult mai dificilă decât determinarea duratei de solidificare.

În general, se poate constata că durata optimă de umplere a formei sub acțiunea forțelor de gravitație depinde de proprietățile metalului lichid, de starea formei și de regimul de turnare. Mai simplu este să se prezinte un domeniu al duratelor de umplere, cuprins între durata minimă și durata maximă. Durata minimă de umplere s-ar putea stabili ținând seama de rezistența formei și de capacitatea de evacuare a aerului și a gazelor. Dacă s-ar căuta să se micșoreze și mai mult durata de umplere, forma se va deteriora prin desprinderea unor porțiuni amplasate perpendicular pe direcția de curgere a aliajului lichid. Durata maximă de umplere depinde, în schimb, de capacitatea de umplere a aliajului, de posibilitățile pentru redarea detaliilor piesei și de rezistența cavităților încă neumplute ale formei la radiațiile termice ale metalului în timpul curgerii.

Durata optimă de umplere se determină de obicei pe baza grosimii de perete, prin relații empirice. Astfel, pentru piese cu configurație complicată, cu greutatea de până la 500 kg, durata de umplere se calculează cu ajutorul relației:

$$t = n\sqrt{M},$$

în care n este un coeficient dependent de grosimea de perete (pentru piese cu grosimi de 2,5-3,5 mm,  $n = 1,63$ ; pentru 3,5-8 mm,  $n = 1,85$ ; pentru 8-15 mm,  $n=2$ ). Pentru piese mai mari de 500 kg valoarea lui n este 1,1.

Pentru calculul vitezei de umplere B. B. Guleaev propune următoarele relații empirice pornind de la greutatea metalului:

- la turnarea directă	$v_I = \mu\sqrt{2g} \cdot 1,48 \cdot \sqrt[6]{M}$
- la turnarea prin sifon	$v_{II} = \mu\sqrt{2g} \cdot 2,01 \cdot \sqrt[6]{M}$

- la turnarea prin suprafața de separație  $v_{III} = \mu \sqrt{2g} \cdot 1,91 \cdot \sqrt[6]{M}$

Având ca bază relațiile precedente se obține relația generalizată pentru calculul vitezei de umplere:

$$v = \mu_i k_i \sqrt[6]{M}$$

în care  $\mu_i$  este coeficientul de pierdere de viteză în funcție de tipul rețelei, cu valori între 0,48 și 0,76;  $k_i$  - coeficientul care ține seama de locul de alimentare, având valorile 66 (turnarea rapidă), 84 (turnarea prin suprafața de separație) și 50 (turnare în sifon).

#### 4.2.2. Calculul secțiunii alimentatoarelor cu ajutorul debitului specific de umplere

Secțiunea alimentatoarelor se mai poate determina și cu ajutorul debitului specific de umplere folosind relația:

$$A_a = \frac{M}{t \cdot K_s}$$

în care M este masa piesei turnate, în kg; t - durata de turnare, în s;  $K_s$  - debitul specific al metalului în secțiunea alimentatorului, în  $\text{kg/cm}^2\text{s}$ .

Valorile debitului specific  $K_s$  se aleg în funcție de coeficientul volumetric

$k_v$  calculat cu relația:  $k_v = \frac{M}{V}$

în care V este volumul gabaritic al piesei (obținut cu dimensiunile maxime ale piesei, neținându-se seama de cavități sau de părți proeminente), în  $\text{dm}^3$ .

Piesele cu forme complicate și pereți subțiri au un coeficient volumetric mai mic și în consecință se vor turna cu debite specifice de curgere mai mici. Valorile debitelor specifice sunt date pentru fonte cenușii în tabelul 2.9.

Cu ajutorul tabelului 2.10 se determină debitele specifice pentru toate tipurile de piese, cu excepția plăcilor simple de grosimi până la 35 mm, cu ai căror coeficienți preluați din tabel s-ar obține secțiuni mici și de aceea se vor prefera următoarele debite specifice pentru plăci :

- cu grosimi de pînă la 10 mm,  $K_s=0,4 \dots 0,6 \text{ kg/cm}^2\text{-s}$  ;
- cu grosimi de 11 - 15 mm,  $K_s=0,5 \dots 0,7 \text{ kg/cm}^2\text{-s}$ ;
- cu grosimi de 15 - 25 mm,  $K_s=0,6 \dots 0,8 \text{ kg/cm}^2\text{-s}$ ;
- cu grosimi de 26 - 35 mm,  $K_s=0,7 \dots 0,9 \text{ kg/cm}^2\text{-s}$ .

Pentru oțeluri, valorile debitului specific sunt redată în tabelul 2.10.

Tabelul 2.9

Valorile debitului specific de turnare  $K_s$  în funcție de masa M a piesei și de coeficientul volumetric  $k_v$

Greutatea piesei turnate, în kg	Debitul specific de turnare $K_s$ la $k_v$														
	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	

100	0,5	0,53	0,56	0,6	0,63	0,65	0,69	0,72	0,75	0,78	0,81	0,84	0,88	0,9
500	0,53	0,57	0,61	0,65	0,68	0,72	0,75	0,79	0,82	0,84	0,9	0,93	0,97	1,0
1 000	0,56	0,61	0,65	0,69	0,73	0,78	0,82	0,86	0,9	0,94	0,98	1,02	1,06	1,1
5000	0,6	0,65	0,7	0,72	0,79	0,83	0,88	0,98	0,97	1,02	1,07	1,11	1,16	1,2
50000	0,64	0,70	0,75	0,8	0,85	0,90	0,95	1,00	1,05	1,10	1,15	1,20	1,25	1,3

Tabelul 2.10

Valorile debitului specific de turnare  $K_s$  pentru oțeluri în funcție de coeficientul volumetric  $k_v$

Coeficientul volumetric $k_v$	0-1,0	1,1-2,0	2,1-3,0	3,1-4,0	4,1-5,0	5,1-6,0	6,1
Pentru forme crude	0,6	0,65	0,70	0,75	0,80	0,90	0,95
Pentru forme uscate	0,95	1,00	1,15	1,20	1,30	1,40	1,50

În cazul când trebuie să se țină seama și de capacitatea de umplere a oțelurilor la determinarea secțiunii alimentatoarelor relația devine:

$$A_a = \frac{M}{t \cdot K_s \cdot L}$$

în care L este un coeficient de corecție prin care se ține seama de capacitatea de curgere a oțelului, deci de compoziția lui chimică; valorile coeficientului L sunt redată în tabelul 2.11.

Pentru aliajele neferoase, valorile debitelor specifice sunt redată în tabelul 2.12.

La fontele maleabile, valorile debitului specific sunt:

- pentru piese cu grosimi de 3-4 mm: 0,4 kg/cm<sup>2</sup>s;
- pentru piese cu grosimi de perete de 5-8 mm: 0,42 kg/cm<sup>2</sup>s;
- pentru piese cu grosimi de perete de 9-15 mm: 0,45 kg/cm<sup>2</sup>s.

Valorile coeficientului de corecție L pentru oțeluri

Tabelul 2.11

Grupa	Calitatea oțelurilor	Coeficientul L
Oțeluri înalt aliate	Oțel cu 2-4% Cr și 22-24% Ni	0,8
	Oțel crom-siliciu cu 2,5-3% Si	0,8
	Oțel manganos austenitic	0,8
	Oțel crom-nichel cu 8-40% Cr și 11-26% Ni	0,8

Oțeluri slab aliate	Oțel manganos perlitic cu 1,6-2,0% Mn	0,9
	Oțel crom-nichel cu 1,1% Cr și 3% Ni	0,9
	Oțel molibden cu 0,3—0,5% Mo	0,9
Oțeluri carbon	Oțel carbon	1.0

Tabelul 2.12

Valorile debitelor specifice de turnare  $K_s$  folosite la turnarea aliajelor neferoase

Aliajul turnat		Coeficienți volumetrici $k_v$ , kg/dm <sup>3</sup>						
		0 - 1,0	1,1-2,0	2,1-3,0	3,1-4,0	4,1-5,0	5,1-6,0	Peste 6,1
		Debitul specific de turnare, kg/cm <sup>2</sup> s						
Bronz cu staniu	Forme crude	0,3-0,35	0,4-0,45	0,5-0,55	0,6	0,65	0,70	0,75
Bronz cu aluminiu	Forme uscate	0,25-0,3	0,35-0,4	0,45-0,5	0,55	0,60	0,65	0,70
Silumin	Forme crude	0,2-0,25	0,3-0,35	0,4-0,45	-	-	-	-
	Forme uscate	0,3-0,4	0,45-0,55	0,6-0,7	-	-	-	-

#### 4.2.3 Calculul secțiunii alimentatoarelor cu ajutorul nomogramelor

Secțiunea cea mai îngustă a rețelelor de turnare se mai poate stabili cu ajutorul nomogramelor. În figura 2.25 se redă o nomogramă pentru calculul acestei secțiuni. Pe nomogramă s-a trasat cu linii punctate modul de determinare a secțiunii A pentru turnarea unei piese din aliaj de aluminiu cu înălțimea  $H_{pp}=70$  cm și în forme care au  $\mu =0,45$ .

Cantitatea de aliaj care trece prin această secțiune este  $M=120$  kg, iar timpul de umplere  $t=10$  s. Rezultă secțiunea  $A=26,7$  cm<sup>2</sup> la intersecția dreptelor I-II cu orizontala III-II; apoi pe baza rapoartelor caracteristice se determină secțiunile celorlalte elemente ale rețelei de turnare. Tot nomograme sunt trasate și pentru determinarea suprafețelor minime ale rețelelor de turnare (fig. 2.26). Cunoscându-se masa piesei, de circa 45 kg precum și masa specifică aparentă a piesei de 4,2 kg/dm<sup>3</sup> se poate calcula pe diagrama din stânga sus volumul total al piesei, în jur de 0,011 m<sup>3</sup>. Se coboară pe linia înclinată până la verticala corespunzătoare lui  $\mu =0,2$  m. De la această intersecție se duce orizontala spre dreapta până la linia corespunzătoare a secțiunii minime a elementelor rețelei de turnare. Intersecția rezultă pornind de la  $\mu$  și de la durata de umplere ( $t=15$  s), cu verticala pornită din diagrama situată în partea de jos a nomogramei.

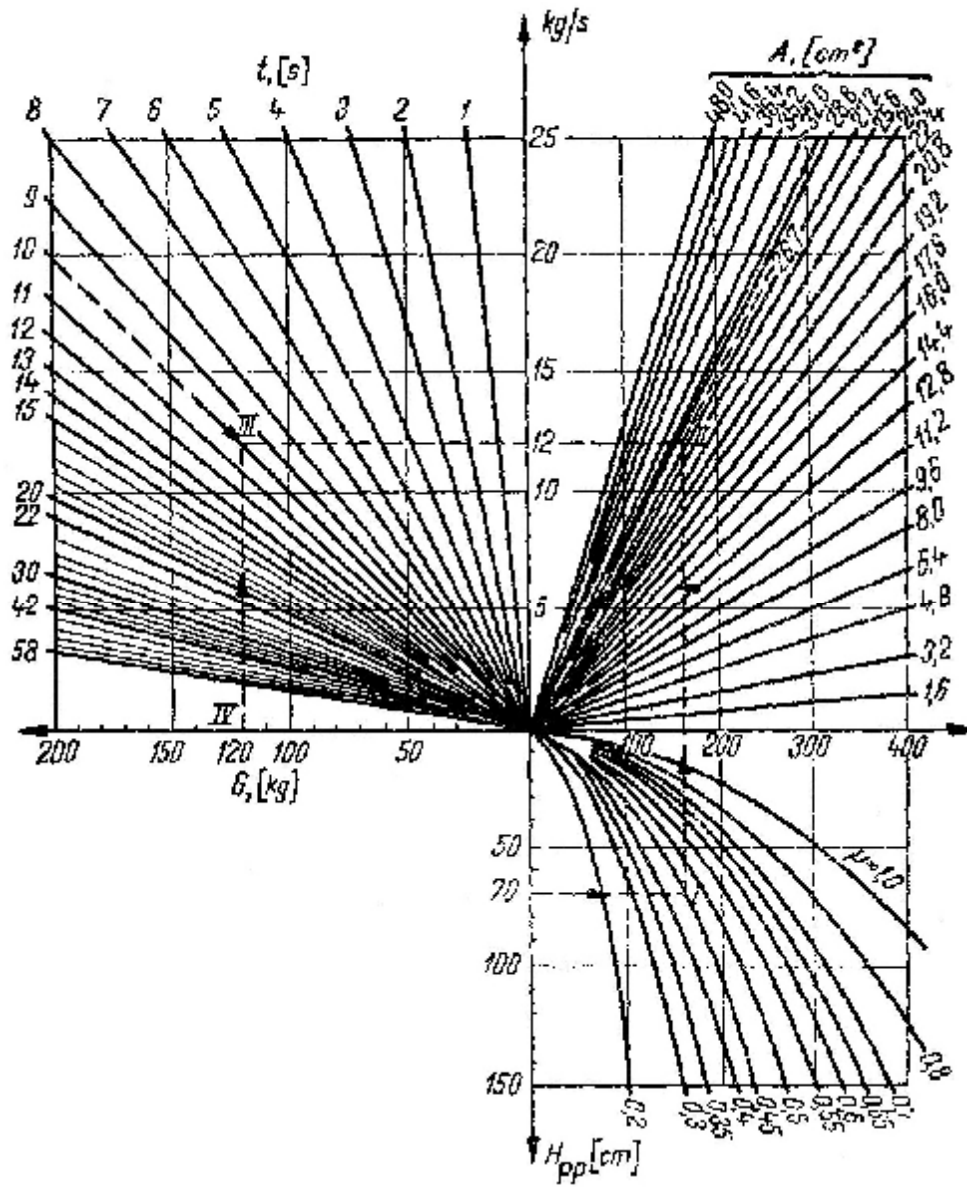


Fig.2.25. Nomogramă pentru calculul celei mai înguste suprafețe  $A$  a rețelei de turnare a aliajelor cu baza de aluminiu

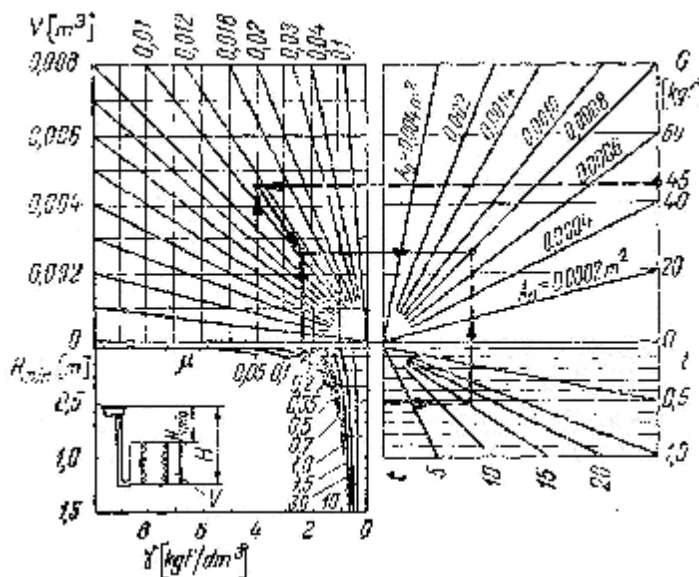
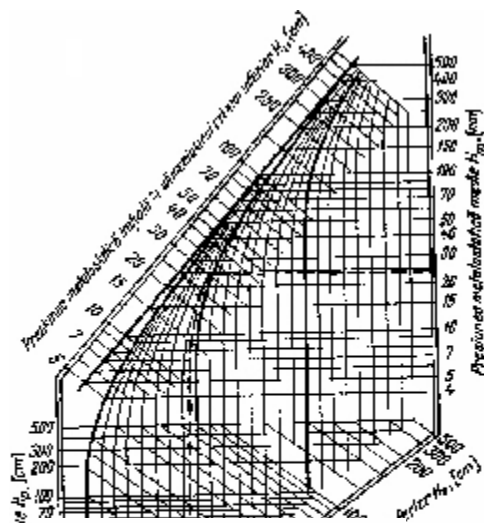




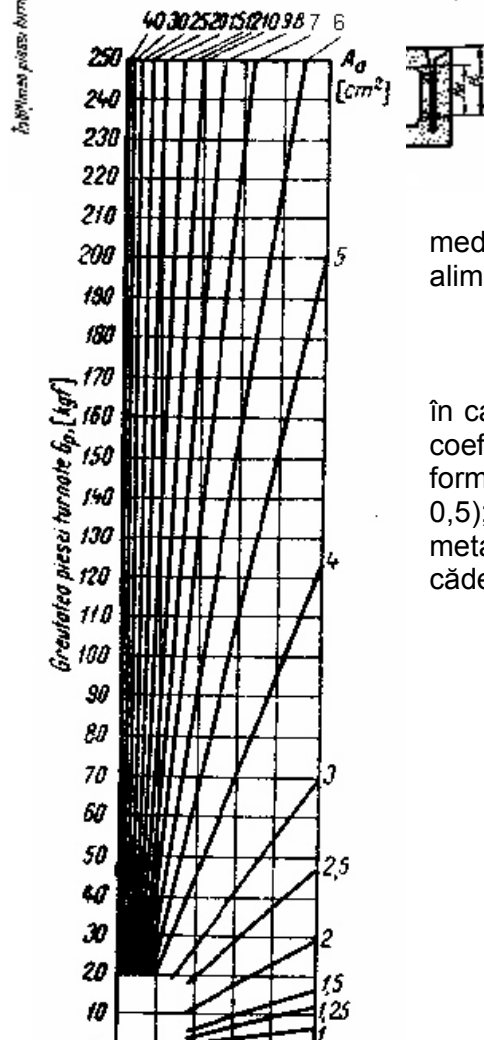
Fig.2.26. Nomogramă pentru determinarea suprafeței minime A a rețelei de turnare în funcție de tipul piesei, coeficientul de debit, poziția în formă și durata de umplere

Au fost trasate nomograme parțiale în care se pot trasa direct nu numai secțiunile minime ale elementelor de turnare, ci și înălțimea echivalentă de umplere sau chiar presiunea metalostatică medie la umplerea formei, figura 2.27.



Dacă se cunoaște înălțimea piesei turnate deasupra alimentatorului inferior ( $H_0 = 20$  cm) și înălțimea piesei turnate ( $H_p = 40$  cm) se poate determina presiunea metalostatică medie ( $H_m = 24$  cm).

Fig.2.27. Nomogramă pentru determinarea presiunii metalostatică medii  $H_m$  la umplerea formei



Apoi cu valoarea presiunii statice medii se calculează însăși secțiunea alimentatorului din relația:

$$A_a = \frac{M_p}{t \cdot \mu} \cdot \frac{1000}{\gamma_m \sqrt{2gH_m}}$$

în care  $M_p$  este masa piesei turnate, în kg;  $\mu$  - coeficientul de pierdere de viteză (pentru forme din amestec de formare crude  $\mu = 0,3-0,5$ );  $t$ -durata de turnare, în s;  $H_m$  -presiunea metalostatică medie, în cm;  $g$ -accelerația căderii libere, în  $cm/s^2$ .

Tot nomograme au fost trasate pentru

calculul secțiunii totale a canalelor de alimentare în cazul turnării în ploaie a pieselor din fontă cu grosimea pereților cuprinsă între 8 și 15 mm, figura 2.28. În figura 2.29 se prezintă diagrama utilizată pentru calculul rețelelor de turnare în forme crude a fontelor.

Fig.2.28. Nomogramă pentru calculul suprafeței secțiunii alimentatorului la turnarea în ploaie în funcție de înălțimea  $H$  a piciorului și de masa piesei turnate  $M$ .

Cu aceste diagrame se determină secțiunea totală a alimentatoarelor cunoscând greutatea piesei, grosimea predominantă a pereților și rezistența formei.

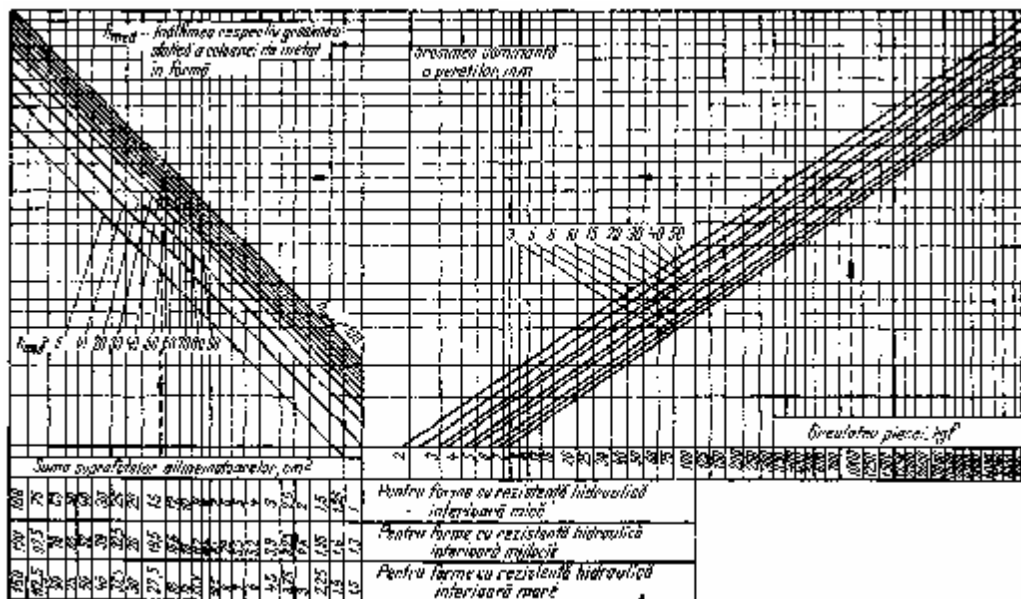


Fig. 2.29. Nomogramă pentru calculul sumei suprafețelor alimentatoarelor pentru turnarea pieselor de fontă în forme crude

### 4.3. Dimensionarea rețelelor divergente

La aceste rețele cea mai mică secțiune este baza piciorului pâlniei. Secțiunea se calculează pe baza relației de la calculul secțiunii alimentatoarelor cu ajutorul debitului specific de umplere; înălțimea de cădere este chiar înălțimea piciorului pâlniei de turnare.

## 5. Particularități constructive și dimensionale ale rețelelor de turnare a fontelor

### 5.1. Turnarea fontelor cenușii în forme de amestec

Forma constructivă a rețelelor se va alege pe baza analizei tipului de piesă, a importanței și funcționalității acesteia, a dimensiunilor, precum și ținând seama de tehnologia de formare, de turnare, de mărimea seriei de fabricație.

La turnarea fontelor cenușii în forme din amestec de formare se pot admite cele mai diverse tipuri de rețele de turnare, prezentate în figura 2.30.

În figura 2.31 se prezintă un tip deosebit de rețea pentru alimentarea cu fontă cenușie a mai multor piese într-o singură formă.

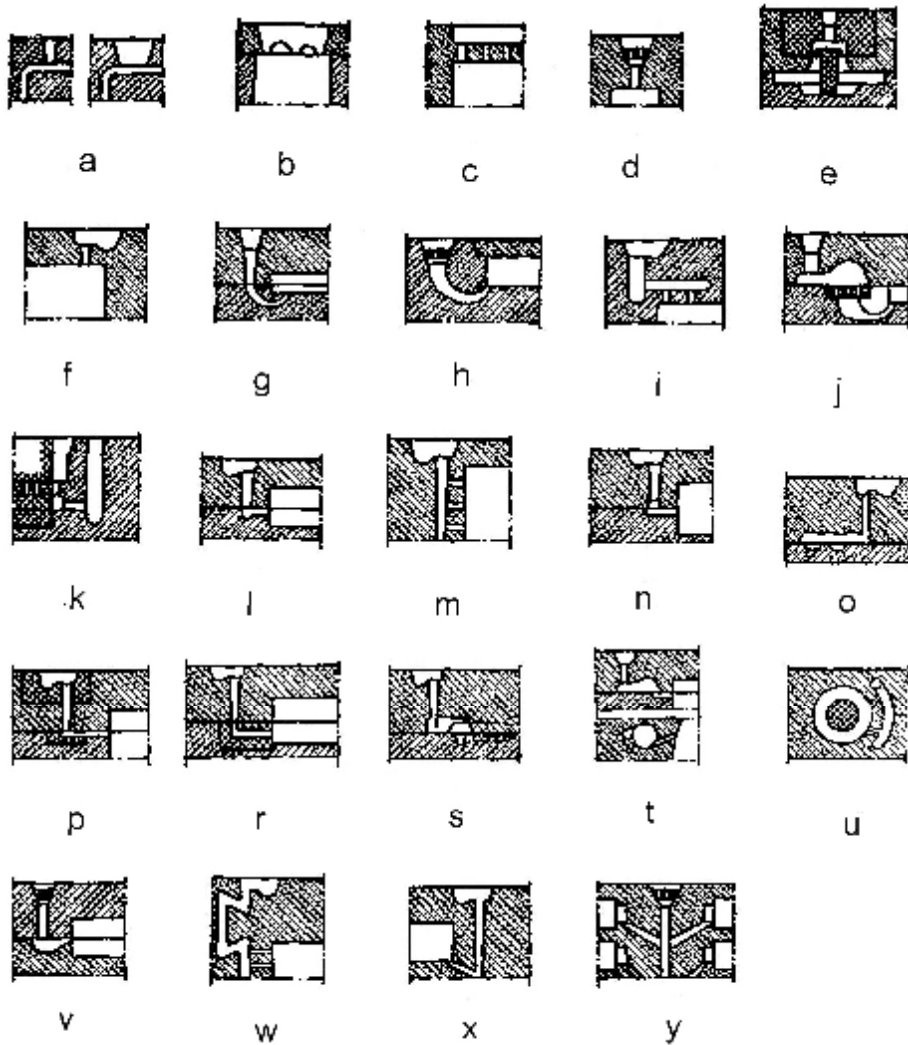


Fig. 39. Tipuri de rețele de turnare care se pot utiliza la turnarea fontelor cenușii în amestec de formare:

a-simplă, cu alimentare directă; b-cu alimentator superior, direct; c-în ploaie; d-directă, cu filtru circular; e-directă, în butuc; f-directă, cu cupă și piciorul pâlniei; g-cu alimentator tip corn pentru piese cu suprafață de separație; h-cu alimentator tip corn, piesa obținându-se într-o singură semiformă; i-cu canal de distribuție superior; j-cu filtru în suprafața de separație; k-cu alimentatoare orizontale; l-obișnuită; m-cu alimentatoare suprapuse; n-cu alimentator drept; o-cu canal de distribuție de secțiune variabilă; p-cu cupă și zone de atac în materiale refractare; r-cu alimentatoare în material refractar; s-cu mai multe canale de distribuție; t-cu separator de zgură centrifug; u-cu canal de distribuție inelar și alimentatoare tangențiale; v-cu distribuția și alimentarea unificate; w-cu piciorul pâlniei strâmb; x-cu piciorul pâlniei și alimentatorul în continuare situate în unghi; y-pentru mai multe piese obținute în aceeași formă

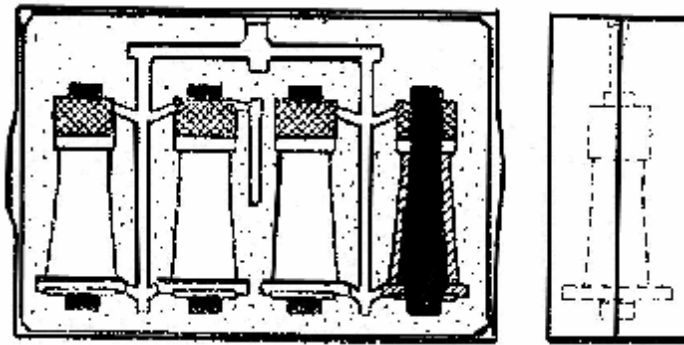


Fig.2.31. Rețea de turnare pentru alimentarea mai multor piese plasate într-o singură formă

Piesele cu dimensiuni mari pe verticală se pot alimenta cu fontă cenușie mai ales prin rețele de turnare etajate, conform figurii 2.32. O asemenea alimentare permite o umplere și deci solidificare dirijată și în același timp permite obținerea în piesă a unor caracteristici mecanice pe verticală constante, ceea ce este extrem de dorit la cilindrii pentru industria poligrafică.

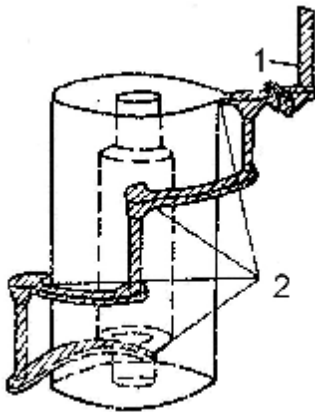


Fig.2.32. Rețea de turnare a pieselor verticale cu mai multe alimentatoare tangențiale: 1-piciorul pâniei; 2-alimentatoare

În figurile 2.33 și 2.34 se prezintă construcția și dimensiunile rețelelor de turnare pentru un batiu de mașină-unealtă, obținut din fontă cenușie, așezat în poziții diferite în formă. Când aceste piese se formează manual, pot fi ușor obținute forme corecte cu mai multe suprafețe de separație; în aceste condiții alimentarea se realizează etajat, ca în figura 2.33.

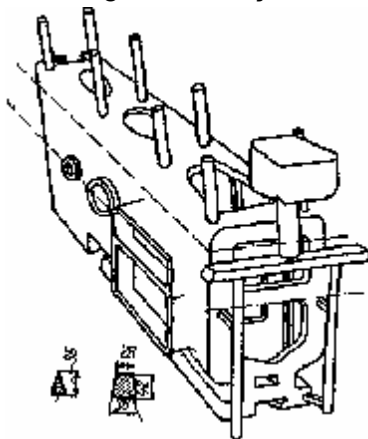


Fig.2.33. Rețeaua de turnare pentru umplerea cu metal lichid a formei unui batiu obținută prin formare manuală

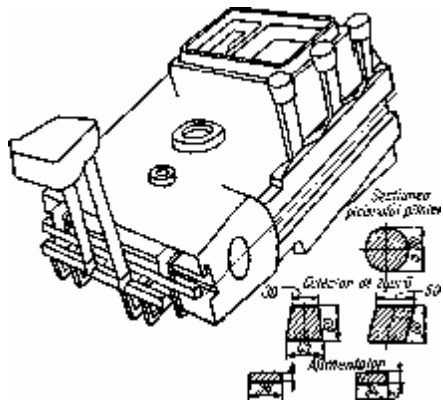


Fig.2.34. Rețeaua de turnare pentru umplerea cu metal lichid a formei unui batiu obținută prin formare mecanizată

În figura 2.35 se prezintă amplasarea rețelei de turnare a carcaselor din fontă cenușii. Se remarcă alimentarea etajată și sistemul de frânare a curgerii. Piesa are o masă brut turnată de 42 kg, iar ariile elementelor rețelei de turnare sînt :  $\Sigma A_a = 5 \text{ cm}^2$  (pentru fiecare nivel);  $A_{cz} = 6,5 \text{ cm}^2$  și  $A_{pp} = 9,6 \text{ cm}^2$  (ceea ce revine pentru un raport caracteristic de  $A_{pp} : A_{cz} : A_a = 1,8 : 1,3 : 1$ ).

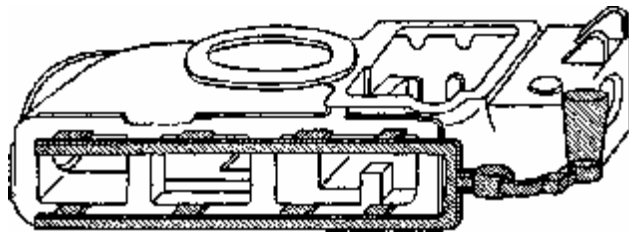


Fig. 2.35. Amplasarea și construcția rețelei de turnare a unei carcase ( $t = 13 \text{ s}$ ; forme întărite cu  $\text{CO}_2$ ;  $T_f = 1350^\circ\text{C}$ , fontă 250)

În figurile 2.36 și 2.37 se prezintă diferite tipuri de rețele utilizate la turnarea unor piese mici, plasate mai multe într-o formă.

Una dintre soluțiile de alimentare a carcaselor motoarelor electrice este prezentată în figura 2.38. Particularitatea la această rețea constă în alimentatorul sub formă de sectoare de cerc, cu secțiune plată.

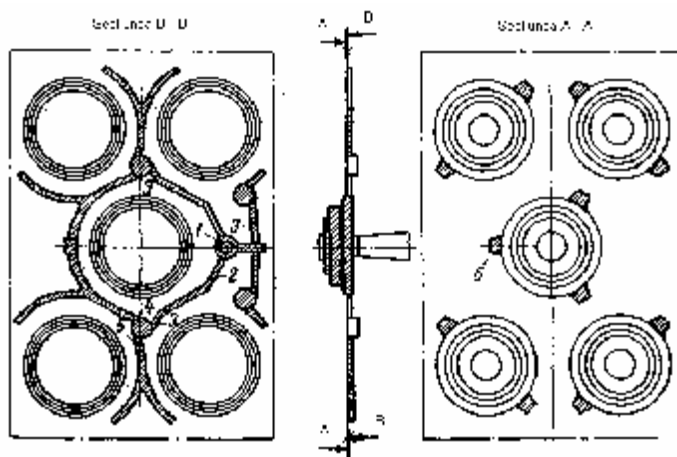


Fig.2.36. Amplasarea și construcția rețelei pentru turnarea din fontă cenușie a unor capace:  
 1-picioarul pâlniei ( $\Phi 30 \text{ mm}$ ); 2, 3, 4 și 5-canale de distribuție (câte  $6,5 \text{ cm}^2$  fiecare); 6-alimentatoarea cu suprafața secțiunii de  $6,0 \text{ cm}^2$  fiecare (greutatea piesei  $3,6 \text{ kg}$ ;  $T_f = 1300^\circ\text{C}$ ; fontă cenușie 200;  $t = 8 \text{ s}$ ; formare mecanizată)

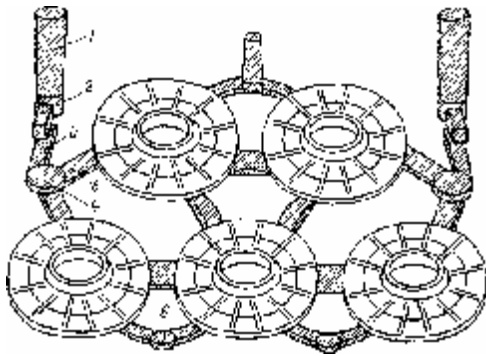


Fig.2.37. Amplasarea și construcția rețelei de turnare pentru supape diferențiale: 1-piciorul pâlniei ( $\Phi$  28 mm); 2-rezervoare intermediare ( $4,5 \text{ cm}^2$ ); 3-canale colectoare de zgură ( $A_{cz}=6 \text{ cm}^2$ ); 4-colector; 5-alimentatoare ( $\Sigma A_a=3 \text{ cm}^2$ ); (greutatea piesei 2,75 kg;  $T_f = 1320^\circ\text{C}$ ;  $t = 10 \text{ s}$ ; formare mecanizată)

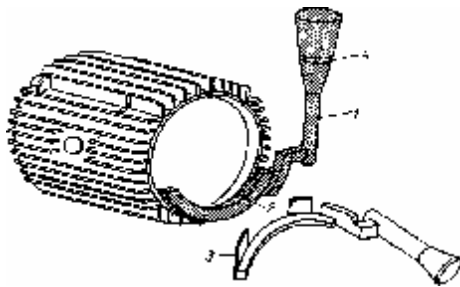


Fig. 2.38 Amplasarea și construcția rețelei de turnare pentru carcase de electromotor: 1-piciorul pâlniei ( $\Phi$ 30 mm); 2-canal de distribuție  $A_{cd} = 7 \text{ cm}^2$ ; 3-alimentatoare ( $\Sigma A_a=7 \text{ cm}^2$ ); 4-filtru ( $A_f=6 \text{ cm}^2$ ) (greutatea piesei 40 kg; fontă cenușie 200;  $T=1300^\circ\text{C}$ ;  $t=10 \text{ s}$ )

În figura 2.39 se prezintă rețeaua de turnare pentru un batiu de mașină-unealtă.

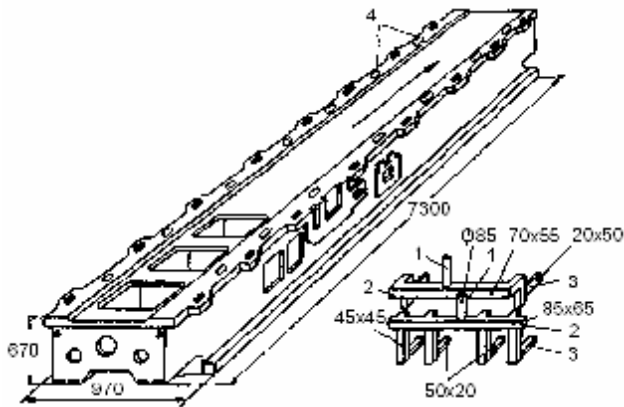


Fig.2.39. Amplasarea și construcția rețelei de turnare pentru un batiu de mașină-unealtă: 1-piciorul pâlniei de turnare (câte  $\Phi$ 85 mm); 2-canale colectoare de zgură (85x65 mm, respectiv 70x55 mm); 3-alimentatoare (50x20 mm); 4-14 răsuflătoare  $\Phi$ 120 mm (greutatea piesei 5760 kg; fontă cenușie 250;  $T_f=1300^\circ\text{C}$ ;  $t=60 \text{ s}$ ; formare cu cap aruncător; amestec unic)

## 5.2. Aspecte particulare privind construcția rețelelor de turnare a fontelor maleabile în forme din amestec de formare

Rețelele de turnare a fontelor maleabile prezintă multe diferențe față de rețelele utilizate pentru fontele cenușii. În figura 2.40 se prezintă o rețea completă pentru turnarea din fontă maleabilă a unor piese. Alimentarea cu metal lichid se realizează în suprafața de separație a formelor. Un alt tip de rețea pentru turnarea fontelor maleabile în suprafața de separație este redat în figura 2.41. Când constructiv rezultă alimentatoare mai scurte sau când secțiunea strangulată este mai mică de  $0,5 \text{ cm}^2$ , ele se pot plasa exclusiv în semiforma inferioară; canalul de distribuție se plasează în întregime în semiforma superioară.

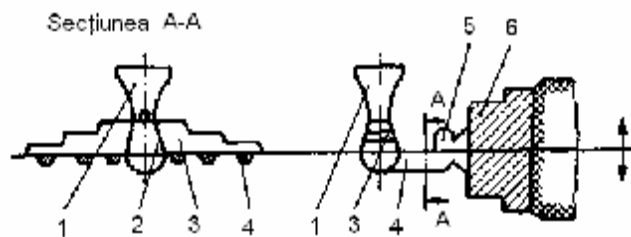


Fig.2.40 Rețea completă pentru turnarea pieselor din fontă maleabilă: 1-pâlnia cu piciorul pâlniei; 2-suportul pâlniei; 3-canalul colector de zgură; 4-alimentatoarele; 5-maselota oarbă; 6-piesa

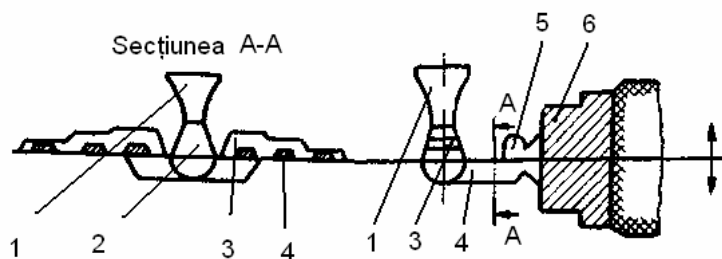


Fig.2.41. Rețea pentru turnarea pieselor din fontă maleabilă mai puțin importante: 1-pâlnia și piciorul pâlniei; 2-suportul pâlniei; 3-canalul colector de zgură; 4-alimentatoarele; 5-maselota oarbă; 6-piesa

La stabilirea dimensiunilor rețelelor de turnare a fontelor maleabile problema dominantă o constituie stabilirea dimensiunilor optime ale maselotelor. Dimensionarea lor începe cu stabilirea dimensiunilor alimentatoarelor. Secțiunea minimă A-A ( $A_a$ ) (figura 2.42) se stabilește cu ajutorul datelor din tabelul 2.13. Pentru piesele alimentate prin suprafața de separație, valorile suprafeței A-A ( $A_0$ ) sunt acelea din tabel, iar pentru cele alimentate direct, valorile obținute se micșorează cu circa 20%, adică suprafața secțiunii minime a alimentatoarelor va fi  $0,8 A_a$ .





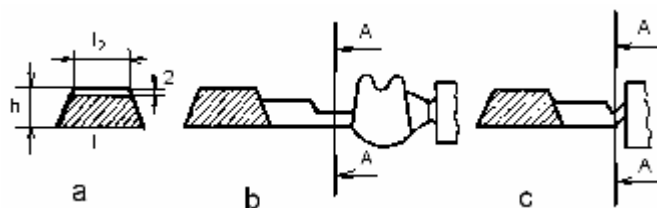


Fig.2.42. Amplasarea alimentatoarelor pentru turnarea pieselor din fontă maleabilă: a-dimensiunile secțiunii transversale minime a alimentatorului; b-alimentarea prin maselotă; c-alimentarea directă

Înălțimea maximă a secțiunii minime care se utilizează nu depășește 8 mm, chiar dacă se vor utiliza mai multe alimentatoare, aceasta în special la piese mari, cu suprafețe mari și grosimi mici. În tabelul 2.14 se dau valorile dimensiunilor și suprafețelor minime ale alimentatoarelor (valorile se referă la tipul de rețea din figura 2.42a).

Tabelul 2.14

Valorile dimensiunilor și suprafețelor alimentatoarelor pentru turnarea fontelor maleabile

$l_1$ mm	$l_2$ mm	$h$ mm	Valoarea teoretică a suprafeței secțiunii, $cm^2$	Valoarea reală în urma gâtuirii la 2 mm, $cm^2$
6	4	6	0,3	0,2
9	7	7	0,56	0,4
12	10	8	0,88	0,66
15	13	8	1,12	0,84
18	16	8	1,36	1,02
20	18	8	1,52	1,14

De obicei, raportul dintre suma ariilor secțiunilor alimentatoarelor și aria piciorului pâlniei este:

$$A_a : A_{pp} = 1 : 1,1$$

Canalul colector de zgură al rețelei pentru turnarea fontelor se va executa în trepte, cu aria secțiunii rezultată din suma secțiunilor canalelor de alimentare respective majorate cu cel puțin 10% față de aria piciorului pâlniei. Raportul între aria canalului colector de zgură și aria secțiunii alimentatorului este:

$$A_{cz} : A_a = 1,3 : 1.$$

Menținându-se simbolizarea din figura 2.42a, și pentru secțiunea canalului colector de zgură, în tabelul 2.15 se dau diferite tipuri de canale (tip 1-10), în funcție de diametrul pâlniei de turnare. La același diametru sunt alese trei-patru tipuri, modificându-se corespunzător suprafața secțiunii canalului colector.

Tabelul 2.15

Dimensiunile și suprafața canalelor colectoare de zgură la turnarea fontelor maleabile (v. figura 2.42a)

Dimensiunile	Pentru pâlnia de $\Phi 20$			Pentru pâlnia de $\Phi 24$			Pentru pâlnia de $\Phi 28$			
	Tip 1	Tip 2	Tip 3	Tip 4	Tip 5	Tip 6	Tip 7	Tip 8	Tip 9	Tip 10
$l_1, \text{mm}$	14	14	14	17	17	17	20	20	20	20
$l_2, \text{mm}$	12	12	12	15	15	15	18	18	18	18
$h, \text{mm}$	14	11	8	16	13	10	18	15	12	9
$A_{Cz}, \text{cm}^2$	1,8	1,4	1,0	2,6	2,1	1,6	3,5	2,8	2,3	1,7

La dimensionarea maselotelor se are în vedere greutatea și grosimea dominantă a pereților pieselor prin parametrul Z. În mod obișnuit însă Z se alege din tabelul 2.16 întocmit pentru diferite valori ale volumului nodului termic.

Valorile coeficientului Z în funcție de volumul nodurilor termice Tabelul 2.16

Volu- mul nodului termic $\text{cm}^2$	10	12,5	15	17,5	20	22,5	25	27,5	30	32,5	35	37,5	40
Z	0,25	0,31	0,38	0,43	0,49	0,55	0,63	0,69	0,78	0,81	0,87	0,94	1

Pe baza coeficientului Z, cu nomograma din figura 2.43, se calculează volumul maselotelor.

Tot pe baza coeficientului Z se alege și valoarea secțiunii gătuite a maselotelor oarbe, figura 2.44. Mărima suprafeței secțiunii gătuite M-M rezultă din nomograma prezentată în figura 2.45.

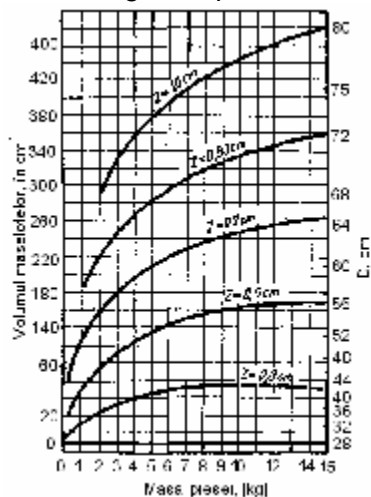


Fig.2.43. Nomogramă pentru calculul maselotelor pentru turnarea fontelor maleabile

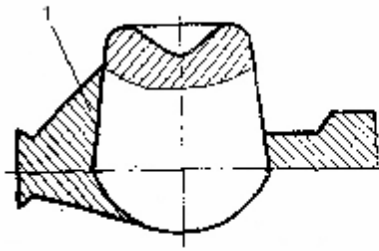


Fig.2.44. Maselotă laterală, oarbă, pentru turnarea fontelor maleabile

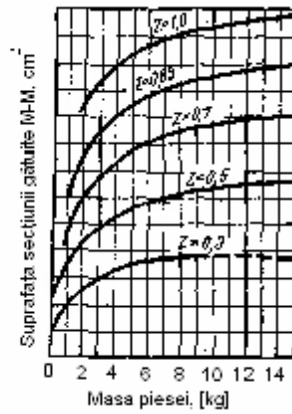


Fig.2.45. Nomogramă pentru calculul mărimii sumei secțiunilor gătuite ale maselotelor oarbe.

Dimensiunile caracteristice ale maselotelor prezentate în fig. 2.46 sunt date în tabelul 2.17.

Tabelul 2.17  
Dimensiunile caracteristice funcție de diametrele  $D_m$  ale maselotelor la turnarea fontelor maleabile, în mm

$D_m$	$h_1$ ( $0,5D_m$ )	$h_1$ ( $D_m$ )	$h_3$ ( $1,5D_m$ )	R	$r_1$	$h_4$	g	$l_1$	$l_2$
20	10	20	30	10	2	15	3	22	12
24	12	24	36	12	2	18	3	25	12
28	14	28	42	14	2	22	4	28	14
32	16	32	48	16	3	26	4	31	14
36	18	36	54	18	3	30	4	34	15
40	20	40	60	20	3	34	4	37	16
44	22	44	66	22	3	36	5	40	20
48	24	48	72	24	4	40	5	43	20
52	26	52	78	26	4	44	5	46	20
56	28	56	84	28	4	48	5	49	22
60	30	60	90	30	4	52	5	52	22
64	32	64	96	32	4	55	6	55	22
68	34	68	102	34	5	59	6	58	25
72	36	72	108	36	5	63	6	61	25
76	38	76	114	38	5	67	6	64	30
80	40	80	120	40	5	70	7	67	35
84	42	84	126	42	5	74	7	70	35



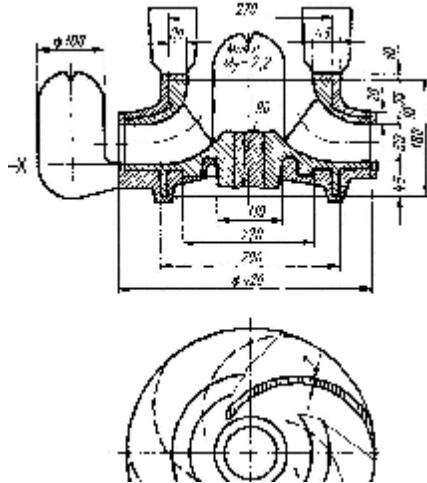


Fig.2.48. Mod de maseotare a unui rotor turnat din oțel

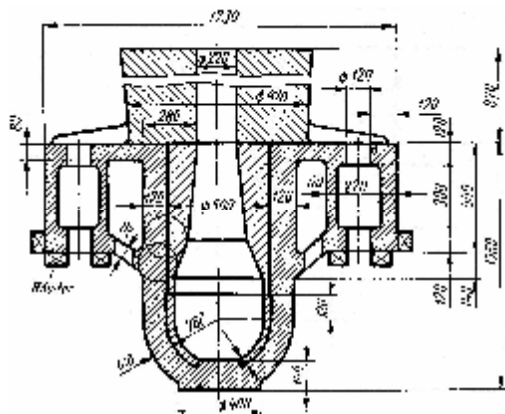


Fig.2.49. Amplasarea maseotei, a răcitorilor și adaosurilor tehnologice de combatere a retasurilor la o carcasă

## 6.2. Construcția și dimensionarea maselotelor la piesele turnate din oțeluri

### 6.2.1. Rolul maselotelor

Funcția principală a unei maseote este de compensare a contracției volumice. O maseotă corect dimensionată trebuie să împiedice formarea defectelor care pot apărea în timpul procesului de solidificare a unei piese turnate, în practică însă, nu toate felurile de contracție sunt eliminate prin utilizarea maselotelor. Se disting trei tipuri de goluri de contracție:

- contracția volumică exterioară și interioară;
- denivelări pe suprafață;
- microretasuri sau microporozități.

Maselotele pot elimina ușor microretasurile și reduce denivelările de la suprafață; efectele lor sunt limitate în practică în ceea ce privește celelalte defecte generate de contracție. Totdeauna, este necesar ca o parte a maselotei să rețină suficient metal lichid, care să fie în stare să pătrundă în interiorul piesei turnate în timpul perioadei când se formează defectele de contracție, care trebuie să fie eliminate prin alimentarea cu metal. Durata acestei perioade este în legătură directă cu timpul de solidificare al piesei turnate.

Eliminarea defectelor de contracție impune ca volumele maselotelor să fie suficiente pentru a procura lichidul necesar care să compenseze contracția volumetrică a piesei turnate. Capacitatea de alimentare a unei maselote are numai o distanță limitată și aceasta este în funcție de forma și dimensiunile piesei turnate, natura formei și de tipul de aliaj utilizat.

Maselotele concentrează retasurile principale, servind în același timp și ca mijloace de diminuare a porozității axiale și de îndepărtare a impurităților. Există mai multe criterii pentru clasificarea maselotelor și anume:

- felul cum acționează asupra nodului termic: cu acțiune directă și indirectă (laterală);

- poziția în formă: deschise (în contact direct cu mediul exterior) și închise (nu au contact cu mediul exterior, fiind cuprinse complet în formă);

- construcția: cilindrice verticale, cilindrice orizontale, plate și combinate;

- modul de folosire a presiunii: obișnuite (la care nu se iau măsuri speciale de creare a unei presiuni suplimentare), cu presiune atmosferică și cu presiune de gaze;

- condițiile de răcire: obișnuite (executate din același material ca și forma), izolate termic (executate dintr-un material cu conductibilitate termică mică) și încălzite (cu amestecuri exoterme, prin intermediul unor arzătoare sau cu ajutorul arcului electric);

- după modul de îndepărtare de pe piesă: netede și ștrangulate (cu diafragmă);

- după numărul nodurilor termice: individuale și în grup.

De regulă se plasează maselote cilindrice cu acțiune directă, pe cât posibil închise, în cazul când în maselotele închise se creează posibilități de acțiune a presiunii atmosferice, se îmbunătățesc condițiile procesului de alimentare a nodului termic cu aliaj lichid.

Maselotele laterale se preferă în cazurile când montarea maselotelor directe complică prelucrarea prin așchiere a pieselor sau când este posibilă folosirea maselotelor laterale cu rol de maselotă pentru alimentarea simultană a câtorva piese mici.

Maselotele deschise permit să se realizeze pe deplin, funcțiile răsuflătorilor care se folosesc obișnuit la piesele turnate din fontă. De aceea, maselotele deschise ușurează umplerea formelor prin înlăturarea gazelor. Maselotele deschise servesc ca rezervor pentru incluziuni și pot reprezenta elementele formei prin care se urmărește și se conduce turnarea.

Aplicarea maselotelor ștrangulate cu diafragmă permite să se micșoreze volumul prelucrărilor mecanice pentru îndepărtarea lor.

## 6.2.2. Forma generală a maselelor

Forma maselelor este stabilită în funcție de suprafața pe care se amplasează (rotundă, pătrată, dreptunghiulară), în figura 2.50 se redau suprafețele și formele obișnuite ale maselelor. Primele tipuri de masele, figurile 2.50a și b, se folosesc în general la piesele turnate drepte cu secțiune plină. Celelalte tipuri de masele, figurile 2.50c-m, se folosesc la piese de secțiune circulară. Ultimile două tipuri caracteristice, figurile 2.50n și o, sunt greu de obținut, fiind practic neutilizabile la formarea mecanizată.

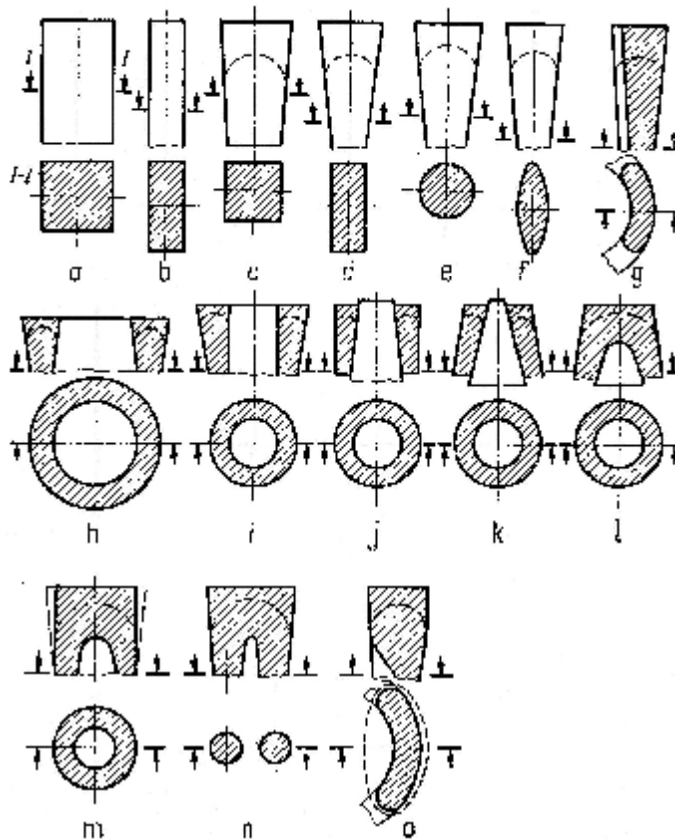


Fig. 2.50. Schema tipurilor principale de masele cu acțiune directă

Având în vedere condiția de bază, conform căreia maseleta trebuie să fie ultima parte care se solidifică, rezultă că cea mai convenabilă formă a maseletei este aceea care asigură un raport minim între suprafață și volum. Când acest raport are cele mai mici valori, pierderile de căldură sunt minime. Din acest punct de vedere, maseleta ideală este aceea de formă sferică, în ordine, urmează maseletele cilindrice și mai apoi cele pătrate. Maseletele închise cu secțiune cilindrică și având partea de sus semisferică se apropie cel mai mult de maseleta sferică ideală, dar care este o maseletă nepractică din cauza complicațiilor tehnologice la formare, pe care le implică.



### 6.2.3. Amplasarea maselotelor

La amplasarea maselotelor va trebui să se respecte anumite condiții, pentru a se asigura corecta lor funcționare. Maselotele se vor amplasa pe părțile cele mai înalte și mai groase ale pieselor, în același timp se vor lua măsuri pentru accelerarea solidificării nodurilor termice din zonele inferioare ale pieselor.

Pe fiecare parte masivă a piesei, legată de celelalte părți prin pereți subțiri, se vor amplasa obligatoriu maselote.

În cazul când maselotele sunt plasate la nivele diferite se vor lua măsuri pentru accelerarea răcirii pereților care unesc părțile de sub maselotă. În caz contrar, părțile superioare de sub maselotă vor alimenta nu numai piesa, ci și maselotele inferioare.

Maselota trebuie amplasată pe acel element al piesei turnate care în procesul tehnologic se solidifică ultimul. Astfel de elemente sunt părțile mai groase, îngroșările locale, locurile de racordare a diferitelor părți, locurile de alimentare cu metal lichid etc.

Prin amplasarea maselotelor în jurul alimentatoarelor se încetinește solidificarea maselotelor, datorită faptului că metalul lichid încălzește mai mult forma în locul respectiv.

La amplasarea maselotelor indirecte se va avea în vedere ca punctul cel mai înalt al nodului termic să nu depășească nivelul superior al rețelei de turnare.

Maselotele nu trebuie amplasate în locurile cu tensiuni maxime determinate de frânarea de către formă a contracției deoarece s-ar favoriza apariția crăpăturilor. Pentru evitarea apariției crăpăturilor, maselotele se plasează, deci, astfel încât să îngreuneze cât mai puțin contracția piesei.

Maselota va trebui să fie montată în așa fel încât separarea ei de piesa turnată să nu prezinte greutate. Aceasta înseamnă, în fond, instalarea maselotelor pe suprafețele la care se prevede o prelucrare mecanică. În caz contrar, după îndepărtarea lor va fi necesară o curățire minuțioasă sau chiar o prelucrare mecanică suplimentară.

Este necesar să se tindă spre o astfel de amplasare a maselotelor încât maselota să alimenteze câteva zone ale piesei sau chiar câteva piese separate.

La turnarea orizontală a pieselor din clasa discurilor și plăcilor, maselotele se amplasează pe părțile groase. Dacă nu sunt părți îngroșate, maselotele se vor amplasa în partea centrală. La turnarea verticală, maselotele se vor amplasa pe suprafața laterală. La turnarea în poziție orizontală a pieselor de tipul tuburilor cu flanșă, maselotele se vor amplasa pe marginile flanșelor. Metoda cea mai eficientă pentru combaterea formării retasurilor în piesele turnate de tipul roților este amplasarea maselotelor cilindrice cu adaos suplimentar de prelucrare la racordarea spițelor și obadelor.

#### 6.2.4. Zona de influență a maselotelor

Funcție de configurația piesei poate să existe unul sau mai multe noduri termice. Numărul maselotelor este funcție în primul rând de numărul acestor noduri. Când construcția piesei necesită aplicarea mai multor maselote, fiecare maselotă are rol de alimentare a unei zone din piesă. Maselota acționează nu numai direct sub ea ci și în vecinătatea ei, respectiv în zona de influență.

B. B. Guleaev, consideră că zona de influență a maselotelor ar depinde numai de grosimea de perete a piesei. Pe această bază, pentru limitele zonei de influență maximă se indică valorile :

- 200-300 mm, pentru piese cu grosimi de perete de până la 20 mm;
- 300-400 mm, pentru piese cu grosimi de perete de 20-40 mm;
- 350-450 mm, pentru piese cu grosimi de perete în jur de 50 mm.

Asupra zonei de influență a maselotei mai acționează și presiunea materialului metalic lichid sau presiunea suplimentară de gaze. Datorită acestui fapt, la maselotele cu înălțimi mari sau cu presiuni de gaze, zona de influență crește sensibil, ajungând la 1 000 mm pentru grosimea de perete de 40-50 mm și la 2 000 mm pentru grosimi de perete de 180-200 mm.

Pe bază de cercetări s-a stabilit că la piesele tip placă sau bară din oțel carbon (cu 0,2 - 0,3% C) există un efect de capăt pe o distanță de  $2,5s$ , în care piesa rezultă compactă, iar zona de influență a maselotei se întinde la o distanță  $2s$  în jurul acesteia, așa cum se arată în figura 2.51. Experiențele au scos în evidență că piese fără defecte se obțin atunci, când în timpul solidificării există un gradient longitudinal de temperatură dinspre capătul opus spre maselotă. În cazul când lipsește acest gradient de temperatură solidificarea are loc simultan și apar porozități axiale. Ca urmare, zona de influență a maselotelor se poate mări prin mărirea gradientului de temperatură, fie prin modificarea construcției piesei, fie prin utilizarea unor răcitori.

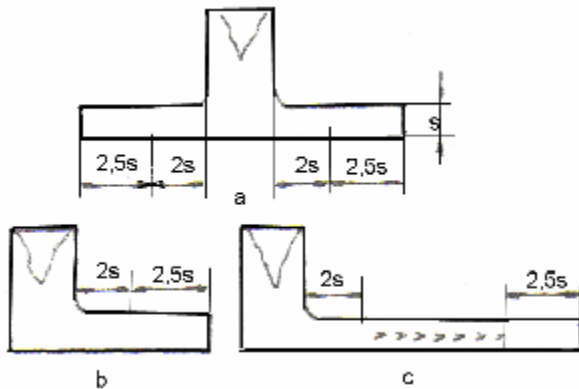


Fig.2.51. Zona de influență a maselotelor

## 6.2.5. Dimensionarea maselotelor

Maselotele reprezintă un consum însemnat de aliaj la turnare, care afectează negativ coeficientul de utilizare al aliajului lichid. Consumul de aliaj pentru maselote poate să atingă 30-50% și chiar mai mult din masa piesei turnate. Pentru dimensionarea maselotelor se pot utiliza mai multe metode teoretice sau experimentale, care sunt prezentate în continuare.

### 6.2.5.1 Metoda sferelor înscrise

Este o metodă utilizată relativ des la dimensionarea maselotelor directe. În figura 2.52 este prezentată schema de principiu a aplicării acestei metode în cazul mai multor piese. În acest caz grosimea pereților pieselor turnate este modificată de jos în sus prin prevederea unor adaosuri tehnologice. Grosimea adaosurilor tehnologice se stabilește prin deplasarea cercului înscris în nodul termic inferior pe unul din contururile piesei. În cazul pieselor care au mai multe noduri termice pe aceeași verticală, se începe cu nodul termic inferior, deplasând cercul înscris cu diametrul  $d_1$ . Când se ajunge în dreptul nodului termic mijlociu se continuă cu cercul înscris în acesta, de diametrul  $d_2$ , care deplasează tangent la contur până în dreptul nodului superior. În nodul termic superior se înscrie un cerc cu diametrul  $d_3 = D$ , în funcție de care se dimensionează maselota.

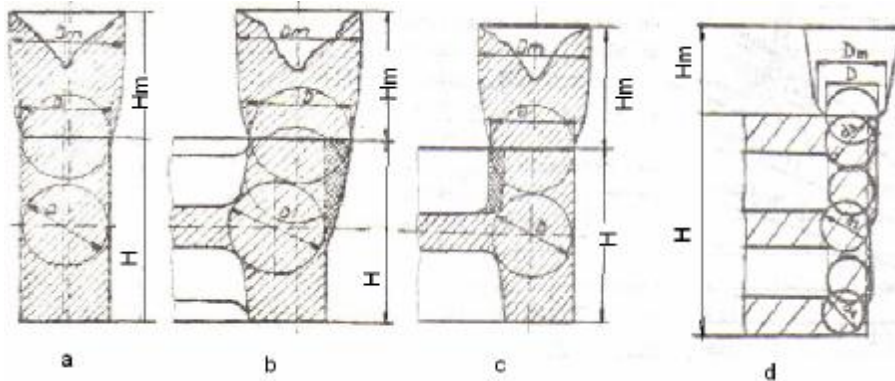


Fig.2.52. Schemă de dimensionare a maselotelor directe prin metoda sferelor înscrise: a-fără noduri termice; b,c-cu un nod termic; d-cu mai multe noduri termice

Dimensiunile principale ale maselotelor sunt:  $D_m$  - diametrul maselotei și  $H_m$  - înălțimea maselotei.

Înălțimea maselotei se determină prin relația:

$$H_m = d_0 + \alpha D$$

unde  $d_0$  este diametrul sferei de metal necesară compensării contracției volumetrice a aliajului lichid din nodul termic;  $\alpha$  - coeficient de formă egal cu 1,35 pentru maselote deschise și 0,85 pentru maselote închise;  $D$  - diametrul nodului termic superior din piesa turnată.

Valorile diametrului  $d_0$  se determină în funcție de diametrul  $D$  și de înălțimea piesei turnate  $H_0$  din diagramele date în figura 2.53.

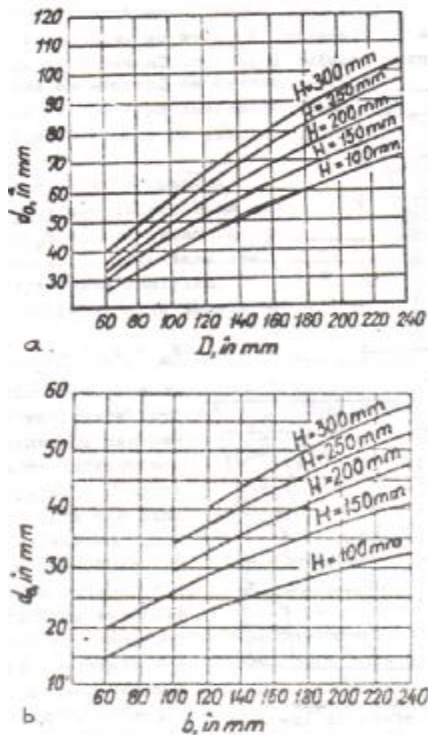


Fig.2.53. Nomogramă pentru stabilirea diametrului  $d_0$ , în vederea calculului maselotelor directe; a-piese cilindrice; b-piese cu secțiune pătrată sau dreptunghiulară (b este latura)

### 6.2.5.2. Metoda conținutului minim de aliaj lichid în maselotă

Această metodă constă în parcurgerea următoarelor etape:

- Se asigură solidificarea dirijată a piesei înspre maselotă, prin așezarea piesei în formă astfel ca pereții subțiri să fie în partea de jos, iar secțiunile groase în partea de sus sau prin prevederea unor adaosuri tehnologice care ulterior vor fi prelucrate, figura 2.54. În figura 2.55 sunt date conicitățile necesare pentru asigurarea compactității, în cazul unor piese turnate din oțel cu diverse grosimi de perete (cifrele de pe curbe) și înălțimi (cifrele de pe ordonată).

- Se identifică nodurile termice și se stabilește cum vor fi eliminate: cu răcitori sau cu maselote.

- Se fixează punctele în care trebuie amplasate maselotele. Stabilind locul de așezare al maselotelor se stabilește și numărul maselotelor, forma maselotelor și zona de influență a lor.

- Se calculează volumul retasurii ( $V_{ret}$ ), în procente din volumul părții din piesă alimentată de maselotă ( $V$ ), cu relația:

$V_{ret} = \beta \cdot V$ , unde  $\beta$  este coeficientul de contracție volumică, având pentru oțel valorile din tabelul 2.18.

Tabelul 2.18

Valorile coeficientului de contracție volumică la solidificare, pentru oțeluri, funcție de % C

%C	0,1	0,35	0,45	0,5	0,7
Coeficientul $\beta$ , %	2	3	4,5	5,3	5,3

În cazul când piesa are o formă cilindrică sau o secțiune pătrată, figura 2.56, volumului retasurii i se dă forma sferică, raza sferei calculându-se din relația:

$$\frac{4\pi r_0^3}{3} = V_{\text{ret}}$$

de unde

$$r_0 = \sqrt[3]{\frac{3}{4\pi} V_{\text{ret}}}$$

Pentru a obține forma și dimensiunile maselotei se procedează astfel: se lasă un adaos  $h$  pentru tăierea maselotei; se stabilește diametrul maselotei cu relația  $D_m = 2(r_0 + 0,5s)$ , în care  $s$  este grosimea piesei; prin muchiile piesei rezultate după amplasarea adaosului de tăiere se duc linii înclinate cu  $45^\circ$ , apoi tangent la acestea se înscrie cercul cu diametrul  $D_m$  (vezi fig. 2.33.a), tangent la acest cerc se duc două linii cu o înclinație de  $5^\circ$ , iar partea de sus se delimitează cu o linie orizontală la înălțimea  $H_m$  (înălțimea maselotei). Linia întreruptă indică înălțimea reală a maselotei în formă, iar umplerea acesteia cu lichid se face numai până la cota  $H_m$ .

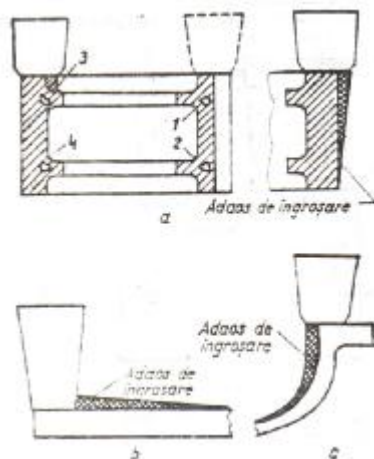


Fig.2.54. Exemple de îngroșare a pieselor pentru obținerea solidificării dirijate

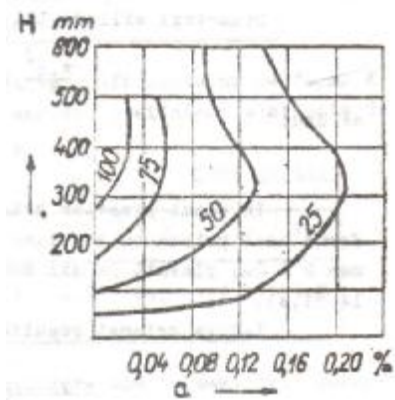
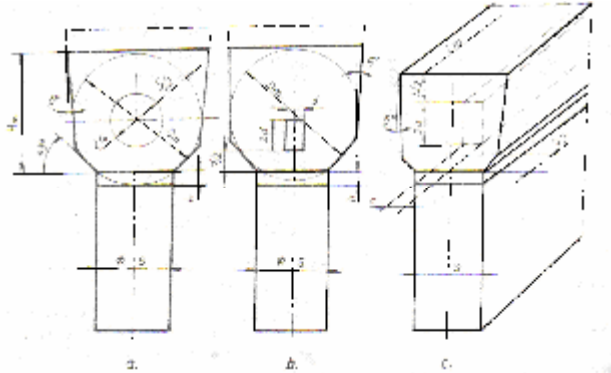


Fig.2.55. Conicitatea maximă pentru plăci de oțel de diferite înălțimi (ordonată) și grosimi (cifre de pe curbe)

Fig.2.56. Schema de dimensionare a maselelor după metoda conținutului minim de aliaj lichid



Retasurii îi putem da și o formă de cilindru cu diametrul d și lungimea 2d amplasat pe verticală, figura 2.56b, la distanța d/2.

Diametrul cilindrului rezultă din relația:

$$\frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot 2d = \frac{\pi \cdot d^3}{2} = V_{\text{ret}}$$

de unde

$$d = \sqrt[3]{\frac{2 \cdot V_{\text{ret}}}{\pi}}$$

În cazul pieselor prismatice, volumului de retasură i se dă forma unei prisme cu secțiune dreptunghiulară cu latura a și înălțimea h=2a, plasată pe axa maseletei, la înălțimea  $\frac{a}{2}$  de piesă, figura 2.56c.

Latura prisme rezultă din relația:

$$a = \sqrt{\frac{V_{\text{ret}}}{2(L_m - S)}}$$

în care  $L_m$  este lungimea maseletei.

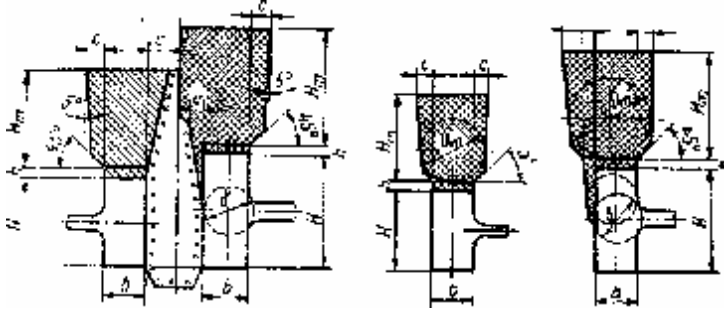
Adăugând la d sau la a grosimea  $2 \cdot \frac{S}{2}$  obținem diametrul maseletei  $D_m$ , după care construcția are loc ca în cazul precedent.

### 6.2.5.3. Metode de dimensionare expeditivă a maselelor

Determinarea dimensiunilor maselelor se mai poate face și cu ajutorul formulelor din tabelele 2.19 și 2.20, aplicabile în cazul pieselor circulare cu secțiunea în formă de T, respectiv în cazul pieselor cilindrice cu flanșe.

Tabelul 2.19

Relații pentru determinarea dimensiunilor maselelor pieselor circulare cu secțiunea în formă de T

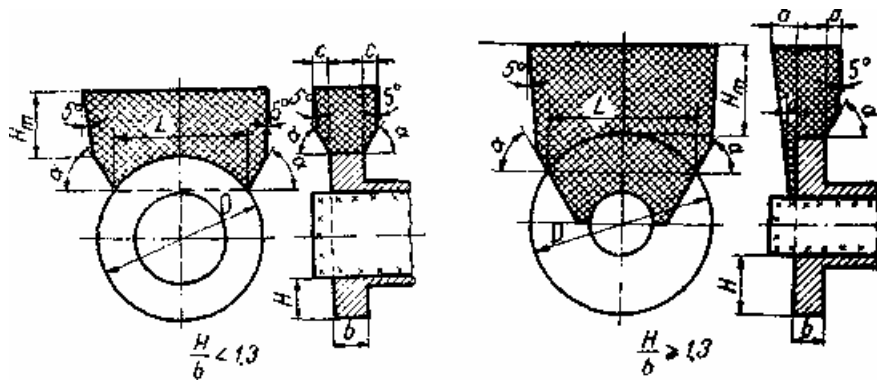


Dimensiuni	Notație	$\frac{H}{b} \leq 2,0$		$\frac{H}{b} > 2,0$	
		Coroană	Butuc	Coroană	Butuc
Adaosul tehnologic	a	Nu este necesar		0,1H	
Adaosul la grosimea maselelor	c	0,35 b	0,4 b	0,35(b+a)	0,4(b+ a)
Unghiul de racordare al bazei maseletei	$\alpha$	45°			
Unghiul lateral al maseletei	$\alpha_1$	$\frac{H_m}{10} \cdot 6^\circ$			
Înălțimea minimă a maseletei	$H_m$	0,6H+c			
Diametrul sferei înscrisă în maseletă	$D_m$	1,3 b	-	1,3(b+ a)	-
Lungimea unei maselete	$L_m$	$\frac{0,55 \cdot L_0}{n}$	-	$\frac{0,55 \cdot L_0}{n}$	-

Observații: n-numărul de maselete;  $L_0$ -lungimea circumferinței medii a coroanei.

Tabelul 2.20

Relații pentru determinarea dimensiunilor maselotelor pieselor circulare cu secțiunea în formă de T



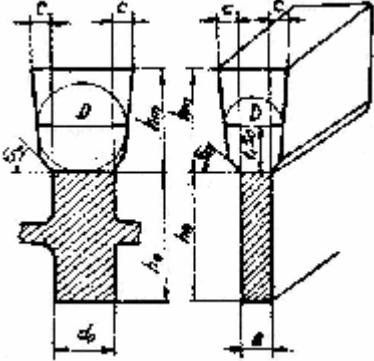
Dimensiuni	Notăție	$\frac{H}{b} < 1,3$	$\frac{H}{b} \geq 1,3$
Adaosul tehnologic pe flanșe	a	Nu este necesar	0,05 D
Lungimea coardei flanșei	L	0,8 D	
Înălțimea maselotei	m	0,4 D	0,5 D
Adaosul la grosimea maselotei	b	0,4 D	
Unghiul de racordare al maselotei	$\alpha$	60°	

Pentru calculul dimensiunilor maselotelor cu secțiune rotundă sau prismatică se pot folosi formulele din tabelul 2.21.



Tabelul 2.21

Calculul dimensiunilor maselotelor cu secțiune rotundă sau prismatică

	Valoarea dimensiunilor	
	Pentru maselote cilindrice	Pentru maselote prismatice
	$c=0,4 d_0$	$c=0,4 a$
	$h_m=0,5 h_0+2 c$	$h_m=0,5 h_0+2 c$
	-	lung. $L=2,5 a$
	$D=1,4 d_0$	$D=1,6 a$

#### 6.2.5.4. Metoda bazată pe indicele de neeconomicitate.

În acest caz dimensiunile maselotelor pieselor din oțel pentru o maselotă deschisă se calculează cu ajutorul relației lui Pribyl:

$$H_m = D_m = K_3 \sqrt{\frac{x \cdot \beta}{1 - x \cdot \beta}} \cdot V$$

unde: V este volumul părții de piesă alimentată, în  $\text{dm}^3$ ;

$\beta$  -contractia oțelului de la turnare până la solidificare, în %

x-coeficient de neeconomicitate al maselotei egal cu raportul dintre volumul maselotei și volumul retasurii concentrate din maselote;

K-coeficient care depinde de forma maselotei:  $K=1,085$  pentru maselote deschise.

Valorile coeficientului x, determinate experimental, sunt date în tabelul 2.22.

Valorile coeficientului de neeconomicitate al maselotelor

Tabelul 2.22

Tipul maselotei	Coeficient de neeconomicitate, x
Maselotă deschisă obișnuită	$9 \div 12$
Maselotă închisă	$3,5 \div 9$
Maselotă cu suprapresiune	$5,5 \div 7,5$
Maselotă cu înveliș izolant	$4 \div 5,5$
Maselotă cu înveliș exoterm	$3 \div 4$

Pentru maselote închise valoarea coeficientului de formă K depinde de raportul  $H_m / D_m$ . Valorile acestui coeficient sunt date în tabelul 2.23.

Valorile coeficientului  $H_m/D_m$

Tabelul 2.23

Raportul $H_m/D_m$	1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5
Valoarea coeficientului de formă K	1,15	1,11	1,07	1,3	1,4	1,5

### 6.2.5.5. Metoda modului de solidificare

Această metodă are la bază trei condiții:

-maselota să se solidifice după solidificarea piesei sau la limită, simultan cu piesa;

-maselota să conțină un volum de metal lichid suficient pentru a compensa contracția volumică de solidificare a piesei și contracția proprie;

-zona de acțiune a maselotei să fie suficientă pentru a alimenta partea de piesă deasupra căreia este plasată.

Din aceste condiții decurg următoarele trei reguli:

#### I. Regula modulelor de răcire

Timpul de solidificare al maselotei  $t_m$  trebuie să respecte relația:

$$t_m \geq t_p$$

unde  $t_p$  este timpul de solidificare al piesei. Timpul de solidificare este însă proporțional cu modulul de răcire al piesei, conform relației:

$$t_p = K \left( \frac{V}{S} \right)^2 = kM^2$$

unde M este modulul de răcire, adică raportul dintre volumul V și suprafața de răcire S. Relația între modulele de solidificare devine:

$$M_m \geq M_p \text{ sau la limită } M_r = M_p$$

unde  $M_r$  este modulul la sfârșitul solidificării (modul rezidual), deoarece modulul de răcire al maselotei variază în timp. La o primă aproximare se presupune că modulul inițial  $M_m$  este de 1,2 ori modulul rezidual. Deci regula modulelor este

$$M_m = 1,2M_r = 1,2M_p$$

#### II. Regula volumelor

Condiția de volum se poate scrie:

$$(V_m + V_p)\beta \leq V_m \eta = \frac{V_m}{x}$$

unde  $V_m$  - volumul maselotei;  $V_p$  - volumul zonei din piesă alimentată de maselotă;  $\beta$  - coeficientul de contracție volumică;  $\eta$  - randamentul maxim al maselotei;  $x$  - coeficientul de neeconomicitate (pentru o maselotă cilindrică în amestec de formare  $\eta = 0,14$ ).

Se obține în acest caz:

$$V_m \geq \frac{x \cdot \beta}{1 - x\beta} \cdot v_p$$

### III. Regula zonei de acțiune

Lungimea zonei de acțiune totală este suma lungimii zonei efectului de capăt  $Z_c$  cu lungimea zonei de acțiune a maselotei  $Z_m$  adică

$$Z_t = Z_c + Z_m$$

Experimental s-a stabilit că pentru o placă turnată din oțel, cu grosimea mică ( $s$ ) în raport cu dimensiunile transversale, există relațiile:

$$Z_c = 2,5 s; \quad Z_m = 2s; \quad Z_t = 4,5s.$$

Pentru bare pătrate cu latura  $s$ :

$$Z_c = 9,5\sqrt{s}; \quad Z_m = 1,5 s; \quad Z_t = 9,5\sqrt{s} + 1,5s.$$

Calculul modulelor de răcire se face cu ajutorul relațiilor:

- pentru placă cu grosimea  $s$ :

$$M = \frac{V}{S} = \frac{s}{2};$$

- pentru cilindru lung cu diametrul  $D$ :

$$M = \frac{V}{S} = \frac{D}{4}$$

- pentru cub cu latura  $a$ :

$$M = \frac{V}{S} = \frac{a}{6}$$

- pentru o piesă de revoluție formată prin rotirea secțiunii  $s$ , de perimetru  $l$ , în jurul unui ax conținut în planul său:

$$M = \frac{V}{S} = \frac{s}{l}$$

Pentru modulul pieselor și maselotelor trebuie să se ia în considerare numai suprafețele care se răcesc în contact cu amestecul de formare. Nu se ia în considerare suprafața dintre piesă și maselotă. Când o suprafață este în contact cu un răcitor metalic, suprafața se înmulțește cu 3 în cazul aliajelor feroase.

Măsuri tehnologice folosite pentru reducerea consumului de aliaj lichid din maselotă. Aceste măsuri se referă la mărirea eficacității maselotelor prin modificarea regimului de temperatură și de presiune. Maselotele își îndeplinesc mai bine funcțiunea lor, cu cât temperatura și presiunea aliajului lichid din maselotă sunt mai ridicate decât în piesă.

Mijloacele tehnologice prin care se obține o temperatură mai ridicată a aliajului în maselotă se bazează fie pe diminuarea schimbului de căldură între aliaj și formă, deci prin izolarea maselotei, fie pe încălzirea aliajului din maselotă cu aport de căldură din exterior.

### 6.2.6. Maselote cu înveliș izolant

Pierderea de căldură din maselotă are loc pe trei căi: radiație, convecție și conductibilitate. Pierderile prin convecție și radiație au loc la suprafața superioară a maselotei deschise, iar pierderea prin conductibilitate se realizează prin suprafața de contact a aliajului cu forma.

Pierderile prin radiație sunt mari în cazul aliajelor cu temperaturi de turnare peste 800°C. Pierderile prin convecție sunt în acest caz neglijabile. Pierderile prin convecție și radiație sunt aproape constante în perioada solidificării, în timp ce pierderea prin conductibilitate scade pe măsură ce temperatura formei în contact cu piesa crește.

În figura 2.57 se prezintă trei soluții pentru izolarea unei maselote.



Fig.2.57.Soluții pentru izolarea unor maselote directe, deschise

Când maselota este izolată numai lateral durata de solidificare crește mai puțin pentru aliajele cu temperatură înaltă de topire (ex. pentru oțel cu 50%) și foarte mult pentru aliajele cu temperaturi joase de topire (ex. cu 85% pentru aliaje pe bază de cupru și cu 140% pentru aliaje pe bază de aluminiu). Când maselota se izolează la partea superioară, efectul prelungirii duratei de solidificare este maxim la aliajele cu temperatură mare de turnare (ex. cu 108% la oțel) și mult mai mic la celelalte aliaje (ex. cu 18% la aliaje pe bază de aluminiu și cu 72% la aliaje pe bază de cupru). Dacă maselota se izolează complet, duratele de solidificare cresc mult (ex. cu 760% pentru oțel). Mărind durata de solidificare a maselotelor, poate fi redusă greutatea maselotelor, îmbunătățindu-se coeficientul de utilizare a aliajelor lichide.

Izolarea maselotelor se realizează prin folosirea de căptușeli de șamotă sau alte materiale termoizolante.

### 6.2.7. Maselote cu încălzire

Încălzirea lichidului din maselote se poate realiza cu flacără, cu arc electric sub zgură, prin inducție sau prin utilizarea unor amestecuri exoterme (maselote exoterme).

Maselotele exoterme au căpătat cea mai mare extindere la piesele turnate din oțel. Ele sunt maselote obișnuite, îmbrăcate într-o cămașă de material exoterm, care se aprinde imediat după turnare, dezvoltând o cantitate mare de căldură. Oțelul fiind menținut mai mult în stare lichidă, se mărește astfel eficacitatea maselotei. În figura 2.58 este arătat efectul învelișului exoterm asupra solidificării și a modului de formare a retasurii.

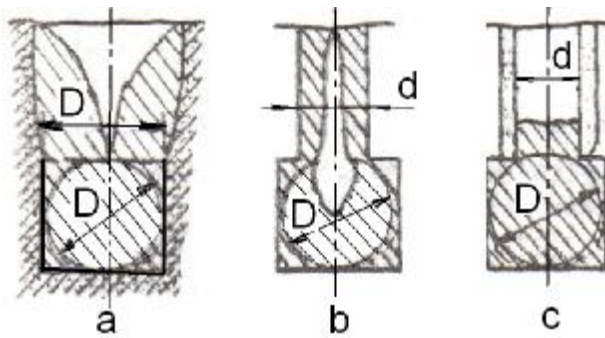
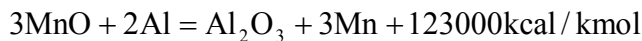
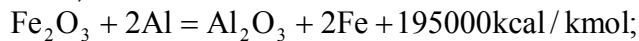


Fig.2.58.Efectul învelișului extoterm asupra formării retasurii

Materialele necesare pentru prepararea amestecurilor exoterme sunt alcătuite din: substanțe active - oxizii de fier, oxizii de mangan; substanțe inerte care ajută la frânarea reacției și la reducerea temperaturii de reacție - cenușă, nisipul cuarțos, praful de șamotă, argilă etc; substanțe oxidante - azotat de sodiu, azotat de potasiu, clorat de sodiu, clorat de potasiu; lianți - silicat de sodiu, bentonită, dextrină.

Reacțiilor exoterme care au loc sunt:



În afară de utilizarea cămășilor exoterme, pentru menținerea maselotelor calde în timp mai îndelungat, se mai folosesc și amestecuri exoterme care se aruncă pe suprafața deschisă a maselotei.

Maselotele încălzite electric sau cu flacără se utilizează în cazul unor piese, cum ar fi lingourile, cilindrii, valțurile etc., la care durata de solidificare a maselotei are o influență foarte mare asupra calității pieselor turnate. Încălzirea se poate realiza electric prin inducție, cu arc sau cu flacără oxigaz.

### 6.2.8. Maselote cu presiune atmosferică

Aplicarea unei presiuni în maselotă mărește zona de influență și oferă posibilitatea reducerii consumului de aliaj din aceasta.

În figura 2.59 se prezintă câteva variante de maselote care lucrează cu presiune atmosferică.

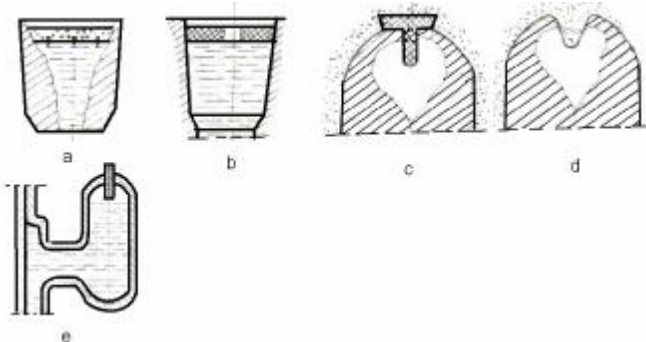


Fig.2.59.Maselote cu presiune atmosferică; a-amestec extoterm; b-pastilă de termiț; c-miez; d-proeminență a formei; e-principiul de funcționare a maselotei cu presiune atmosferică

Principiul care stă la baza maselotelor cu presiune atmosferică este diferența dintre presiunea atmosferică ce acționează deasupra lichidului din maselotă și presiunea (depresiunea) ce se formează în zona retasurilor de contracție ca urmare a contracției lichidului. Acest principiu poate fi urmărit pe figura 2.59e. La un moment dat frontul de solidificare în peretele superior al piesei s-a închis iar în maselotă s-a solidificat o crustă de aliaj. Datorită contracției lichidului există tendința de a se forma un gol (retasura) în care presiunea ar fi  $p_r$  (depresiune) dar lichidul din maselotă este împins în acest gol datorită diferenței de presiune  $p = p_a - p_r$

Aplicarea presiunii atmosferice duce la creșterea presiunii din maselotă de circa 4-6 ori.

### 6.2.9. Maselote cu presiune de gaze

La aceste maselote presiunea este realizată cu ajutorul unui cartuș generator de gaze care se amplasează în maselotă, ca în figura 2.60.

Cartușul (1) se realizează din material refractar, în interiorul căruia se află substanță generatoare de gaze (2).

Dimensiunile cartușului sunt astfel stabilite, încât substanța generatoare de gaze să intre în acțiune numai după formarea unei cruste solidificate pe peretele maselotei, suficient de groasă pentru a rezista presiunii gazelor. Metalul lichid din maselotă este împins în retasura piesei.

Cartușul se execută dintr-o pastă de material refractar (60% praf de șamotă și 40% argilă). După presare se usucă și se calcinează aproximativ 4h la 1000°C. Substanța generatoare de gaze este praful de calcar sau cretă 100% sau amestecul de 90% praf de calcar și 10% cocs (mangal).

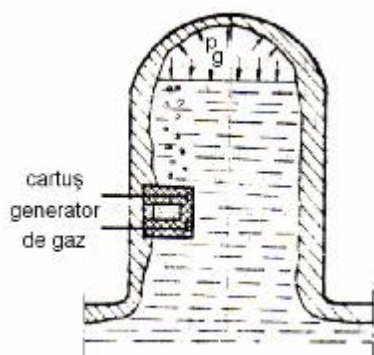


Fig 2.60. Maselotă cu presiune

Calculul cantității de substanță generatoare de gaze se face ținând seama de următoarele: volumul retasurii din maselotă poate fi luat 2% din volumul nodului alimentat; un gram de substanță ( $\text{CaCO}_3$ ) încălzită la temperatura oțelului lichid dezvoltă aproximativ 2 litri de gaz, la presiune atmosferică; presiunea gazelor din maselote este de 4...5 at.

Cunoscând volumul nodului, volumul retasurii, și acceptând că presiunea gazelor din maselotă este de 4-5 at., iar temperatura egală cu cea de

solidificare a aliajului se poate determina cantitatea de substanță generatoare de gaze.

Maselotele cu presiune de gaz trebuie să fie de tip închis și să aibă diametrul minim de 80 mm pentru a se putea fixa părțile generatoare de gaz.

### 6.2.10. Maselote ușor detașabile

În cazul maselotelor de dimensiuni mari, și în special a maselotelor directe, îndepărtarea lor se realizează prin tăiere oxiacetilenică sau pe mașini unelte. Aceste procedee au dezavantajul că nu sunt productive și nici economice. Pentru a se asigura o detașare ușoară a maselotelor, din oțel sau alte aliaje mai puțin fragile, este necesară gâtuirea puternică a zonei de legătură dintre maselotă și piesă. Această gâtuire se realizează cu o placă de ceramică subțire, având un orificiu în zona centrală, care se montează în formă la baza maselotei, figura 2.61.

Dacă placa ceramică de strangulare este subțire, ea se încălzește puternic, acumulând puțină căldură. Discul de strangulare nu influențează răcirea metalului din maselotă și din piesă.

Discurile de strangulare se execută din amestec de miez sau din materiale refractare (șamotă). La piese din fontă se pot utiliza și discuri din tablă de oțel cu grosimea de 1-1,5 mm, acoperite cu vopsea de turnătorie pe bază de grafit.

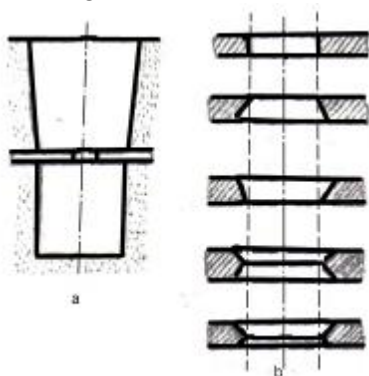


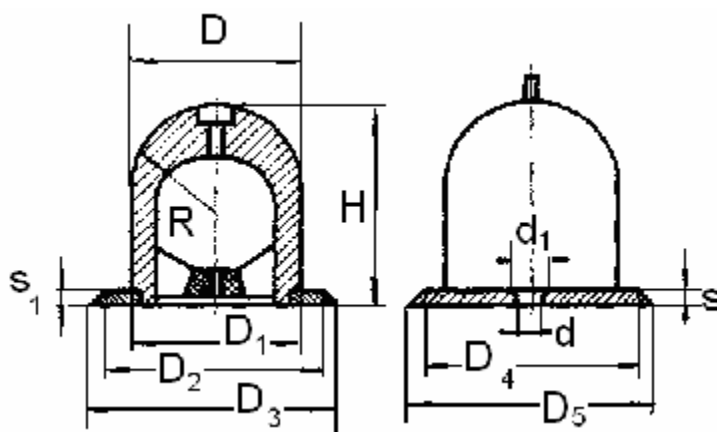
Fig 2.61. Montarea discului de strangulare în maselotă ușor detașabilă și forma orificiului de legătură cu piesa.

Maselotele strangulate sunt prevăzute cu o diafragmă cu orificiu prin care se alimentează piesa cu aliaj lichid. Aceste maselote sunt foarte economice din punct de vedere al transmisiei de căldură către formă și au avantajul că se detașează ușor de piese, ceea ce conduce la economii de materiale și manoperă.

În tabelul 2.24 sunt date dimensiunile maselotelor strangulate pentru piese din oțel, iar în tabelele 2.25, 2.26, 2.27 și 2.28 se dau date privind modelele maselotelor strangulate, cutiile de miez pentru miezurile de strangulare, mărcile miezurilor și compoziția amestecurilor utilizate la execuția miezurilor de strangulare

Maselote strangulate pentru piese turnate din oțel.

Tabelul 2.24



Dimensiuni, mm													
D	R	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>4</sub>	D <sub>5</sub>	H*	S	S <sub>1</sub>	d	d <sub>1</sub>	V*	M*
												dm <sup>3</sup>	kg
60	30	65	97	101	95	99	90	4	4	25	27	2,5	2,0
80	40	86	98	102	96	100	80	5	6	25	29	3,6	2,8
							120					5,6	4,4
100	50	108	118	122	116	120	100	6	7	30	34	7,2	5,6
							150					11,1	9,0
130	65	138	153	157	150	154	130	7	8	30	34	16,1	12,6
							195					24,1	19,0
160	80	170	183	189	180	184	160	8	9	35	41	28,1	22,0
							240					48,2	37,8
180	90	188	209	215	206	210	180	10	11	35	41	39,4	30,8
							270					62,3	48,6
200	100	208	233	239	230	236	200	12	13	40	46	53,6	42,0
							300					85,0	66,4
220	110	228	254	260	250	258	220	14	16	40	46	71,4	56,0
							330					113,4	88,0
240	120	248	274	282	270	280	240	17	18	45	53	92,2	72,0
							360					146,2	114,0

\* Primele numere se referă la maselote cu înălțimea  $H=D$ , iar celelalte la  $H=1,5D$ .

Diametrul maselotei strangulate se determină cu relația:

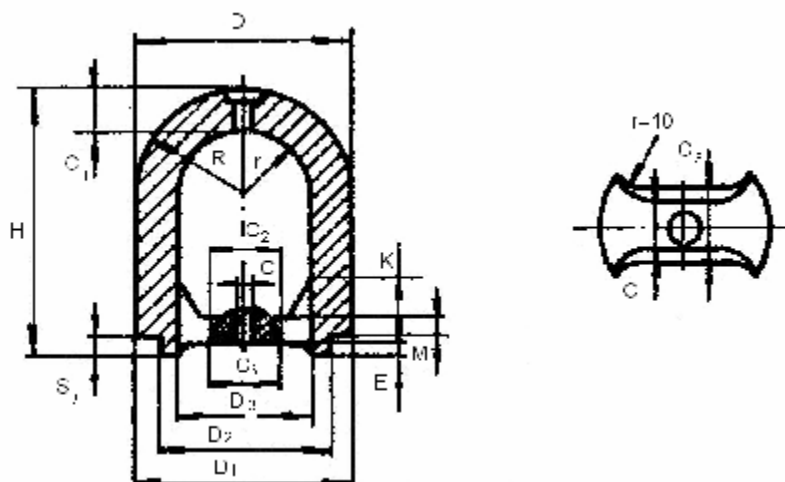


$$D_m = d_n + 0,1 M$$

în care  $D_m$  - diametrul maseletei, în dm;  $d_n$  - diametrul nodului termic alimentat, în dm;  $M$  - masa nodului termic, în kg.

Modele pentru maselele strangulate

Tabelul 2.25

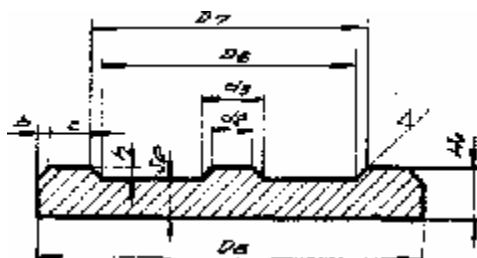


Dimensiuni, mm														
H*	D <sub>1</sub>	D	D <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	R	r	k	C	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	S <sub>3</sub>	M	E
90	65	60	59	45	30	20	20	d+1	-	20	23	4	10	5
80 120	86	80	80 <sup>-1</sup>	67	40	31	25	d+1	19	30	33	6,6	20	7
100 150	108	100	102 <sup>-1</sup>	99	50	41	25	d+1	19	35	38	7,5	20	7
130 195	138	130	132 <sup>-1</sup>	119	65	56	25	d+1	19	35	38	8,5	20	7
160 240	170	160	164 <sup>-1</sup>	149	80	70	30	d+1	20	35	39	9,5	25	7
180 270	188	180	182 <sup>-1</sup>	167	90	80	30	d+1	20	35	39	11,5	25	7
200 300	208	200	200 <sup>-1</sup>	187	100	90	30	d+1	20	35	39	13,5	25	7
220 330	228	220	220 <sup>-1</sup>	207	110	100	30	d+1	30	35	39	16,5	25	7
240 360	248	240	240 <sup>-1</sup>	227	120	110	30	d+1	30	35	39	19,5	25	7

\*Primele cifre se referă la maselele cu înălțimea  $H=D$ , iar celelalte la  $H=1,5D$ .

Înălțimea maseletei se stabilește cu relația:  
(1,0.....1,5)  $D_m$

Cutii de miez pentru confecționarea miezurilor de strangulare\* Tabelul 2.26



Dimensiuni, mm								
$D_6$	$D_7$	$D_8$	$H_1$	$h$	$S_2$	$b$	$d_2$	$d_3$
97	99	111	$20^{+2}$	17	$3^{+0,5}$	3	24	27
98	102	114	$20^{+2}$	16	$4^{+0,5}$	3	26	30
118	122	134	$20^{+2}$	15	$5^{+0,5}$	3	31	35
153	157	169	$22^{+2}$	16	$6^{+0,5}$	3	31	35
185	189	201	$22^{+2}$	16	$6^{+0,5}$	3	36	42
211	215	227	$26^{+2}$	16	$8^{+0,5}$	3	36	42
236	243	255	$26^{+2}$	17	$9^{+0,5}$	3	42	48
267	265	277	$28^{+2}$	17	$11^{+0,5}$	3	42	48
278	288	300	$31^{+2}$	17	$14^{+0,5}$	3	27	55

\*Cutiile de miez se execută din oțel.

Mărcile miezurilor de strangulare

Tabelul 2.27

Schița	Dimensiuni, mm			
	$D_3$	$D_2$	$D_6$	$S_1$
<p>The drawing shows a cross-section of a necking mark with a semi-circular shape. The outer diameter is <math>D_3</math>, the inner diameter is <math>D_2</math>, the diameter of the hole is <math>D_6</math>, and the thickness of the hole's edge is <math>S_1</math>.</p>	101	97	$60^{+0,5}$	4
	102	98	$81^{+0,5}$	6
	122	118	$103^{+0,5}$	7
	157	153	$133^{+0,5}$	8
	189	183	$165^{+0,5}$	9
	215	209	$183^{+0,5}$	11
	239	233	$201^{+0,5}$	13
	260	254	$221^{+0,5}$	16
	282	274	$241^{+0,5}$	19

- Mărcile se execută din fontă.

Compoziția amestecurilor utilizate pentru miezurile de strangulare Tabelul 2.28

Amestecul	Compoziția, % de volum					Observații
	Praf șamotă	Argilă refractară	Cromit	Praf magnezită	Grafit	
Samota cu argilă	70-60	30-40	-	-	-	Cărămizi de șamotă sparte cu dimensiuni maxime de 1,5 mm
Samotă-argilă-cromit	40-50	25-30	25-30	-	-	Argilă măcinată la 0,5-1mm...
Cromit-magnezită-argilă	-	25-30	25-30	40-50	-	Minereu de cromit măcinat la 0,5-1mm
Samotă-grafit-argilă	25-45	35-45	-	-	20-35	Magnezită praf sub 1mm, grafit sub 1mm.

Compoziții uscați se amestecă 3-5 min. apoi se umezesc cu 14-18% apă și se continuă amestecarea. Amestecul se acoperă cu o pânză de sac și se folosește după 24 de ore.

### 6.3. Dimensionarea răcitorilor

Răcitorii reprezintă adaosuri din materiale cu conductivitate termică ridicată, amplasați în cavitatea sau în peretele formei în zona nodurilor termice.

Materialele utilizate pentru realizarea răcitorilor exteriori sunt: fonta, grafitul, magnezita etc. Ei se amplasează la suprafețele plane sau colțuri ale piesei, având forma suprafeței la care se atașează.

Răcitorii exteriori vor prelua, prin conductibilitate, căldura de supraîncălzire și căldura de solidificare a grosimii suplimentare a nodului termic, față de pereții vecini.

Dimensionarea lor constă în determinarea grosimii pentru unitatea de suprafață, figura 2.62:

$$x = \Delta s \cdot \frac{q + c_p (T_t - T_s)}{\gamma_r \cdot c_r \cdot T} \cdot \gamma_l, \text{ mm}$$

în care  $c_p$  este căldura specifică a metalului lichid, kcal/kg°C;  $c_r$  - căldura specifică a răcitorului, kcal/kg°C;  $q$ -căldura latentă de solidificare a metalului, kcal/kg°C;  $T_t - T_s$  -temperatura de supraîncălzire, °C;  $T$ -temperatura maximă de încălzire a răcitorului, 700°C;  $\gamma_l$ -greutatea specifică a metalului lichid, kg/dm<sup>3</sup>;

$\gamma_r$ - greutatea specifică a răcitorului, kg/dm<sup>3</sup>; s-grosimea peretelui piesei, mm;  $\Delta s$ -grosimea suplimentară a piesei, mm.

Grosimea răcitorului exterior poate fi între 0,65...1,0-s. Răcitorii interiori sunt corpuri metalice de aceeași compoziție cu metalul turnat, care se introduc în nodul termic pentru a provoca solidificarea acestuia prin absorbția de căldură, rămânând înglobate în piesă.

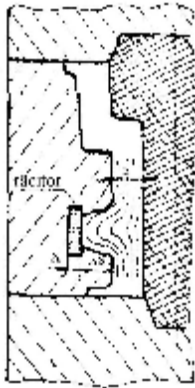


Fig.2.62. Acțiunea răcitorului exterior

Răcitorii trebuie bine dimensionați, căci un diametru mare duce la nesudarea lui cu materialul piesei iar un diametru prea mic duce la topirea lui.

Calculul răcitorilor interiori se reduce la determinarea masei acestora, astfel încât să poată absorbi căldura de supraîncălzire și căldura latentă de solidificare a materialului din nodul termic, încălzindu-se la temperatura de topire:

$$M_r = \frac{\Delta M \cdot [q + c_p(T_t - T_s)]}{c_r \cdot T}$$

în care  $M_r$  este masa răcitorului, kg;  $\Delta M$ -masa suplimentară a nodului termic, kg;  $T_t - T_s$ -temperatura de supraîncălzire, °C;  $q$ -căldura latentă de solidificare a metalului sau aliajului lichid, kcal/kg;  $c_p$ -căldura specifică a metalului lichid, kcal/kg°C;  $c_r$ -căldura specifică a răcitorului, kcal/kg°C.

În figurile 2.63 și 2.64 sunt reprezentate principalele tipuri de răcitori exteriori și interiori.

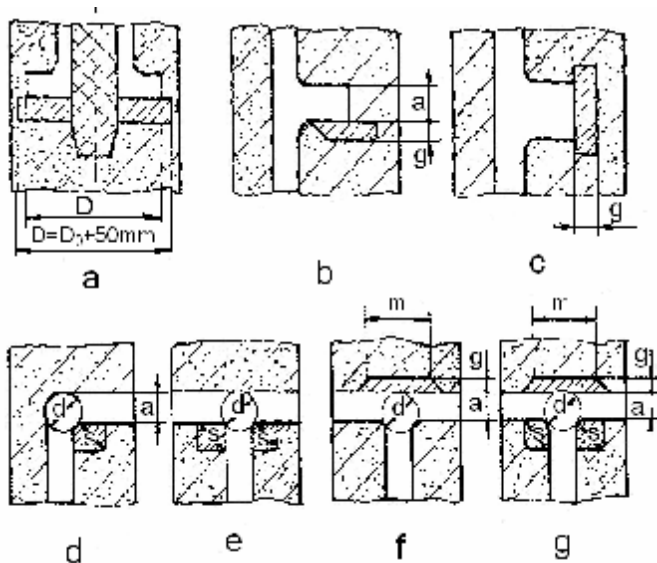


Fig.2.63. Răcitori exteriori aplicați unor noduri termice tipice a,c,f-nod în T răcit la exterior;b-nod în T răcit lateral;d-nod în formă de L;e-nod în T

răcit bilateral;g-nod în T răcit din trei părți

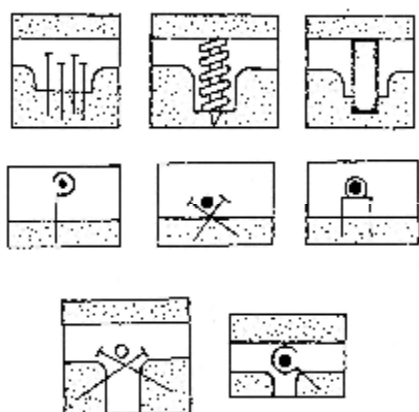


Fig.2.64. Diferite tipuri de răcitoare interioare și modul de fixare în formă

Nodurile termice tipice răcite cu ajutorul răcitoarelor prezentați în figurile 2.63 au caracteristicile din tabelul 2.29.

În cazul unor noduri termice de lungime mare este necesară așezarea unui număr mare de răcitoare la diferite intervale, așa cum rezultă din tabelul 2.30.

Dimensiunile răcitoarelor exteriori pentru piese de oțel

Tabelul 2.29

Felurile locului care trebuie răcit	Dimensiunile locului care trebuie răcit		Dimensiunile răcitoarelor		
	a	b	g	s	m
a-Flanșe b-Talpă în consolă	<40	-	(0,5-0,6)a		-
	>40	-	(0,6-0,8)a		-
c-Bosaj	<40	-	(0,6-0,8)a		-
	>40	-	(0,8-1,0)a		-
d-Nod cu unghi drept	>25	<25	-	(0,5-0,8)d	-
	>25	>25	-	(0,5-0,8)d	-
	<25	>25	-	(0,4-0,6)d	-
e-Nod în formă de "T" răcit cu două răcitoare	<20	<20	-	(0,5-0,6)d	-
	<20	>20	-	(0,3-0,4)d	-
	>20	<20	-	(0,5-0,4)d	-
	>20	>20	-	(0,3-0,4)d	-
f-Nod în formă de "T" răcit cu un răcitor	>20	>20	(0,5-0,6)a	-	(2,5-3,0)b
	>20	<20	(0,5-0,6)a	-	(2,0-2,5)b
	<20	>20	(0,6-0,8)a	-	(2,5-3,0)b
	<20	<20	(0,6-0,8)a	-	(2,0-2,5)b
g-Nod în formă de "T" răcit cu trei răcitoare	<20	>20	(0,4-0,5)a	(0,4-0,5)d	(2,5-3,0)b
	<20	<20	(0,4-0,5)a	(0,3-0,4)d	(2,0-2,5)b
	>20	>20	(0,5-0,6)a	(0,4-0,5)d	(2,5-3,0)b
	>20	<20	(0,5-0,6)a	(0,3-0,4)d	(2,0-2,5)b

Tipul răcitorului	Dimensiune în mm	Lungimea răcitoarelor în mm	Intervale între răcitoare în mm
Rotund	până la $\varnothing 25$	100-150	12-20
	de la $\varnothing 25$ la $\varnothing 45$	100-200	20-30
Plan	grosimea până la 10	100-150	6-10
	grosimea de la 10 la 25	150-200	10-20
	grosimea peste 25	200-300	20-30

Din cauza dificultății de fixare în formă a răcitorilor exteriori grei, grosimea răcitorilor plani nu trebuie să depășească 60mm, iar diametrul răcitorilor rotunzi 45mm. Pentru a preveni căderea răcitorilor, prinderea lor se face cu mânere având diametrul de 4-8 mm și lungimea de 60-120 mm, figura 2.65.

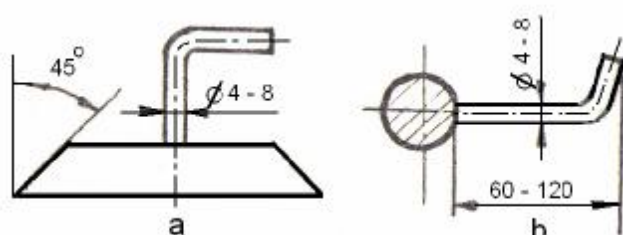


Fig.2.65. Fixarea răcitorilor exteriori cu mânere

Răcitorii exteriori se folosesc nu numai pentru răcirea nodurilor termice, ci și în alte scopuri, de exemplu accelerarea răcirii unei anumite părți a piesei pentru a crea gradientul de temperatură necesar solidificării dirijate a piesei sau pentru a mări zona de influență a unei masele. O asemenea utilizare este prezentată în figura 2.66. După cum se observă în figura 2.66a rezolvarea este greșită deoarece răcitorul aplicat pe toată înălțimea obezii determină solidificarea metalului sub masele, împiedicând astfel alimentarea nodului termic cu metal lichid.

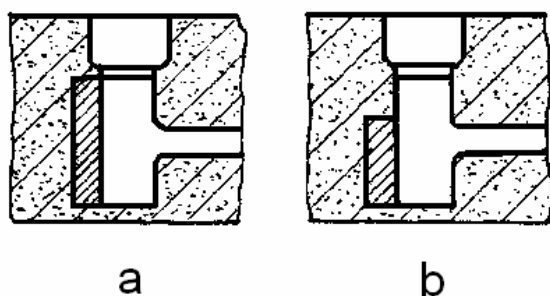


Fig. 2.66. Aplicarea răcitorilor exteriori pe obada unei roți: a-greșit; b-corect

În figura 2.66b aplicarea răcitorului este corectă pentru că asigură atât solidificarea nodului termic cât și alimentarea cu metal lichid.

## **PROIECTAREA TEHNOLOGIEI DE EXECUȚIE A GARNITURILOR DE MODEL PENTRU TURNAREA PIESELOR UNICATE ȘI DE SERIE MICĂ**

### **1. Întocmirea desenului tehnologic al piesei turnate**

Pentru producția de unicate și de serie mică desenul tehnologic are o mare importanță atât pentru atelierul de turnătorie cât și pentru modelării deoarece acest desen cuprinde aproape toate indicațiile tehnologice legate de realizarea piesei turnate în bune condiții.

Desenul tehnologic al piesei turnate se întocmește de proiectantul tehnologiei de turnare și va cuprinde:

- Date de identificare;
- Materialul din care se toarnă piesa;
- Clasa de precizie a piesei turnate;
- Suprafața de separație a formei;
- Adăosurile de prelucrare și tehnologice;
- Rețeaua de turnare;
- Maselotele;
- Răcitorii;
- Miezurile cu mărcile respective și cu conturul trasat în toate proiecțiile;
- Părțile detașabile;
- Abateri de la dimensiunile nominale;
- Condiții speciale impuse pieselor turnate de către proiectantul general sau de către beneficiar.

Procedeele tehnologice adoptate precum și calculele efectuate în vederea dimensionării diferitelor părți componente ale garniturilor de model vor fi însoțite de motivări tehnico-economice din care să rezulte că studenții au studiat toate variantele tehnologice posibile înainte de a alege varianta optimă.

### **2. Alegerea abaterilor dimensionale ale modelelor și cutiilor de miez**

Precizia dimensională a pieselor turnate depinde în mare măsură de precizia dimensională a garniturii de model și de procedeul de formare.

Precizia dimensională a garniturii de model are implicații tehnico-economice foarte serioase asupra pieselor ce se realizează prin turnare în sensul că poate determina economii sau pierderi de metal. Aceste economii sau pierderi de metal devin foarte importante atunci când este vorba de o producție de serie mare sau de masă. De aceea precizia dimensională care se cere garniturilor de model este diferită în funcție de caracterul producției de piese turnate.

În tabelul 3.1 sunt date toleranțele dimensiunilor modelelor și cutiilor de miez din lemn care sunt mai susceptibile la abateri dimensionale decât

garniturile metalice. Din tabel se observă că toleranțele sunt mult mai mici în cazul producției de serie mare și de masă, față de cazul producției de unicate și serie mică. Acest lucru este normal dacă ne gândim și la faptul că producția de masă se realizează pe mașini de format, cu ajutorul modelelor metalice, iar demularea are loc mecanizat, reducându-se astfel la maximum sursa de abateri dimensionale la piesele turnate. Fiind vorba de o extragere a modelului în condiții aproape perfecte, este de la sine înțeles că și precizia dimensională a modelelor trebuie să se situeze la un nivel ridicat pentru a contribui astfel la creșterea preciziei dimensionale a pieselor turnate și, în consecință, la realizarea economiilor de metal. Tot din tabelul 3.1 rezultă că toleranțele dimensiunilor modelelor și ale cutiilor de miez depind de mărimea dimensiunilor acestora. Construcția unui model care ține seama corect de toți factorii ce acționează asupra preciziei dimensionale a pieselor brut-turnate, este o problemă foarte grea.

Toleranțele dimensiunilor modelelor și cutiilor de miez din lemn Tabelul 3.1

Dimensiunea, mm	Clasa de precizie		
	Producție de masă	Producție în serie	Producție individuală
	Toleranță maximă, mm		
Sub 50	±0,2	±0,3	±0,5
51 – 100	±0,3	±0,4	±0,6
101 – 200	±0,4	±0,5	±0,8
201 – 300	±0,5	±0,8	±1,0
301 – 500	±0,6	±1,0	±1,0
501 – 800	±0,8	±1,0	±1,5
801 – 1200	±1,0	±1,5	±1,5
1201 – 1800	±1,0	±2,0	±2,0
1801 – 2600	±1,0	±2,0	±3,0
2601 – 5400	±1,5	±3,0	±3,0
Peste 5400	±2,0	±	

Se întâmpină dificultăți din cauză că mulți dintre acești factori acționează simultan, iar pe de altă parte, toleranța finală este o însumare a toleranțelor cu care contribuie fiecare factor. Ținând seama că fiecare factor are un câmp de toleranțe și că mărimea acestui câmp nu variază de la un aliaj la altul sau de la o piesă la alta, ci și în cadrul unei piese, rezultă dar importanța pe care o prezintă realizarea elementelor componente ale garniturii de modal, în câmpul de toleranțe prescris.

### 3. Construcția modelelor și a cutiilor de miez pentru producția de unicate și de serie mică

La stabilirea tehnologiei de execuție a modelelor și cutiilor de miez trebuie să se țină seama de procedeul de confecționare a formei (manual, mecanic, în rame de formare sau în sol, în forme crude sau uscate), de suprafața de separație a formelor și a miezurilor, de poziția piesei în timpul turnării, de adaosurile tehnologice și de prelucrare mecanică, de modul de alimentare a



piesei etc.

Trebuie specificat că garniturile de model pentru producția de unicate și de serie mică se confecționează din lemn iar soluțiile tehnologice adoptate vor trebui să conducă la cheltuieli minime de fabricație obținându-se în același timp și o piesă turnată corespunzătoare.

Confecționarea garniturii de model este o fază ulterioară proiectării tehnologiei de turnare și constă în realizarea în spațiu a tuturor elementelor componente ale garniturii, pe baza indicațiilor prevăzute în desenul tehnologic.

Deși construcția garniturilor de model nu intră în domeniul proiectării acestora, complexitatea pieselor, varietatea lor constructivă și dimensională, ridică o serie de probleme deosebit de variate și dificile.

Indiferent de complexitatea pieselor, modelele din lemn se compun dintr-o serie de elemente de formă geometrică simplă, prin asamblarea cărora se obține modelul propriu-zis. Modelorul este deci pus în situația de a găsi care sunt aceste elemente cu forme geometrice simple, care este cea mai indicată metodă de asamblare a lor, astfel încât să se asigure modelului stabilitate dimensională, rigiditate corespunzătoare, funcționalitate în conformitate cu cerințele tehnologiei de formare, să stabilească cele mai indicate tipuri de îmbinare și materialele de construcție cele mai adecvate pentru ca aceste calități ale modelului să fie însoțite de un preț de cost cât mai redus.

După studierea desenului tehnologic, modelorul execută desenul de trasaj la scara 1:1 în atâtea vederi și secțiuni câte sunt necesare pentru confecționarea modelului. Alegerea dimensiunilor elementelor componente ale viitorului model se poate face în funcție de desenul de trasaj care va trebui să fie completat cu secțiuni prin care să se scoată în evidență modul de aranjare a acestor elemente potrivit configurației piesei și grosimii părților acestora.

### **3.1. Construcția garniturilor de model fără cutii de miez**

Garniturile de model fără cutii de miez sunt destinate pentru piese turnate fără cavități interioare, care au în general o configurație simplă. De regulă, aceste modele nu se secționează, divizarea fiind mai întâlnită în cazul pieselor cu complexitate mai mare, acolo unde necesitățile tehnologice o impun.

### **3.2. Modele fără suprafață de separație**

Aceste modele sunt mai des întâlnite în cazul plăcilor sau a barelor ușor profilate cu înclinări constructive prevăzute pe pereți și nervuri. Modelele nesectionate au următoarele avantaje:

- manoperă redusă la construirea modelului;
- dispariția bavurilor în suprafața de separație;
- ramele nu se deplasează una față de alta;
- metalul lichid nu curge prin suprafața de separație;

Pentru prevenirea deformării modelului prin umflare la contactul cu amestecul de formare umed și prin contragere în timpul depozitării modelul se execută din scânduri suprapuse, având fibrele orientate perpendicular unele pe celelalte.



Tabelul 3.2

Dimensiuni tipizate pentru cepuri și bucușe metalice de tipul I folosite la modele și cutii de miez din lemn

Mărimea	Cotele, mm											$\alpha^\circ$
	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	d <sub>3</sub>	d <sub>4</sub>	d <sub>5</sub>	d <sub>6</sub>	h <sub>1</sub>	h <sub>2</sub>	h <sub>4</sub>	h <sub>5</sub>	r	
I	40	18	12	3	32	21	8	7	3	25	12	1
II	50	24	18	3	40	30	11	7	3	31	16	1
III	63	28	20	5	49	36	14	10	4	40	18	1

Tabelul 3.3

Dimensiuni tipizate pentru cepuri și bucușe metalice de tipul II folosite la modele și cutii de miez din lemn

Cotele	Dimensiuni, mm						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
d <sub>1</sub>	4	6	8	10	12	15	18
d <sub>2</sub>	2,5	4	5,5	7	9	11	14
d <sub>3</sub>	3,2	5	7,2	8,5	10,5	13	16
d <sub>4</sub>	3,2	5	6,5	8	10	12	15
a	1	1	1	1	2	2	2,5
b	0,75	1	1	1	1	1,5	2
c	1	1	1,5	2	2	2	2,5
d	1	1	1,5	1,75	2	2,5	3,0
f	1	1	1,0	1,5	2	2	2,5
g	1	1	2	1,5	2	2	2,5
h	1	1	1,5	1,5	1,5	2	2
l <sub>1</sub>	13	15	19,5	24	27	32	40
l <sub>2</sub>	4	5	7	9	11	14	17
l <sub>3</sub>	9	10	12,5	15	16	18	23
l <sub>4</sub>	8	8	11	13	16	18	22
r <sub>1</sub>	2	2,5	3,7	4,7	6	8	9
r <sub>2</sub>	1	1	2	2	2,5	3	3
$\alpha^\circ$	2°	2°	2°	2°	2°	2°	2°

### 3.4. Modele cu suprafețe de separație și cu părți demontabile

În practică există situații în care separarea modelelor în două sau mai multe elemente nu rezolvă problema demulării fără distrugerea parțială a formei, din cauza existenței pe partea superioară, inferioară sau laterală a modelului a unor proeminențe care împiedică demularea acestuia din formă. În acest caz modelul trebuie construit cu părți demontabile, care se extrag din formă înainte sau după demularea modelului propriu-zis și independent de

acesta.

Din punct de vedere al soluției constructive aceste părți demontabile se împart în părți demontabile obligatorii și facultative.

Părțile demontabile din prima categorie trebuie prevăzute obligatoriu, fără a se ține seama de influența lor asupra prețului modelului, ca urmare, a unor mari dificultăți care apar la formare.

În figura 3.3 sunt reprezentate pozițiile pe care le pot avea în formă părțile demontabile. Astfel în figura 3.3a se observă că părțile demontabile sunt plasate atât în partea inferioară cât și în partea superioară a modelului, demularea lor producându-se în sensul arătat de săgeți.

În figura 3.3b partea demontabilă este așezată la partea superioară a modelului.

În figura 3.3c sunt reprezentate părți demontabile așezate pe părțile laterale ale modelului. La demulare există două direcții de extragere și anume: pe orizontală pentru a ieși partea demontabilă din locașul creat în amestec și pe verticală pentru scoaterea din cavitatea formeii.

În figura 3.3d este prezentată o parte demontabilă laterală, pe coadă de rândunică. Această parte se detașează de model la demulare prin glisare și rămâne în formă, după care se extrage cu ajutorul unui cârlig ascuțit.

Alte elemente demontabile sunt dispuse în suprafața de separație așa cum se observă în figura 3.4.

Uneori părțile demontabile se pot dispune pe circumferința unor modele circulare care la formare au poziția orizontală, figura 3.5.

Dacă alegerea rațională a părților demontabile este o problemă care interesează mai mult pe proiectantul tehnolog, modul de executare și fixare a lor este sarcina exclusivă a modelorului. Modul de fixare a părților demontabile, folosite în modelărie sunt date în figura 3.6.

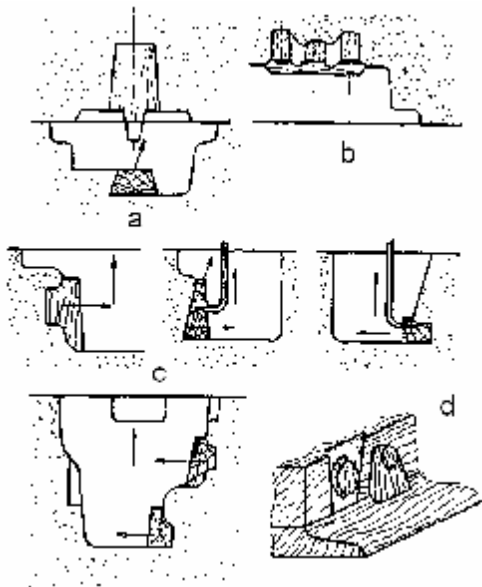


Fig.3.3 Poziția în formă a părților demontabile

Figura 3.6a reprezintă părți demontabile cu suprafața de separație plată, fixate cu știfturi cu cap îndoit și cu știfturi cu cap rotund.

Figura 3.6b și c reprezintă părți demontabile cu suprafața de separație prelucrată în corpul modelului fiind fixate prin încastrări în coadă de rândunică, respectiv prin încastrări cvadriunghiulare.

În afară de modul de fixare prezentat mai sus, părțile demontabile se mai fixează pe cepuri de lemn, cepuri și bucșe metalice, prin încastrări circulare simple, încastrări circulare cu cep suplimentar pentru realizarea unei anumite poziții, etc.

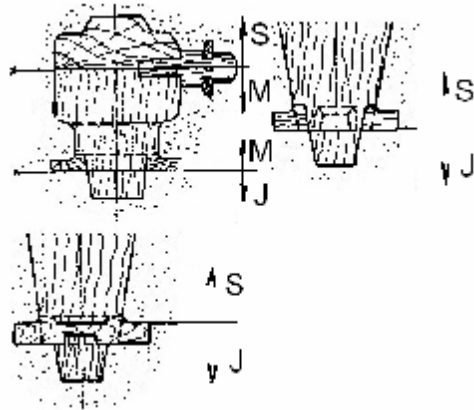


Fig.3.4. Părți demontabile situate în suprafața de separație

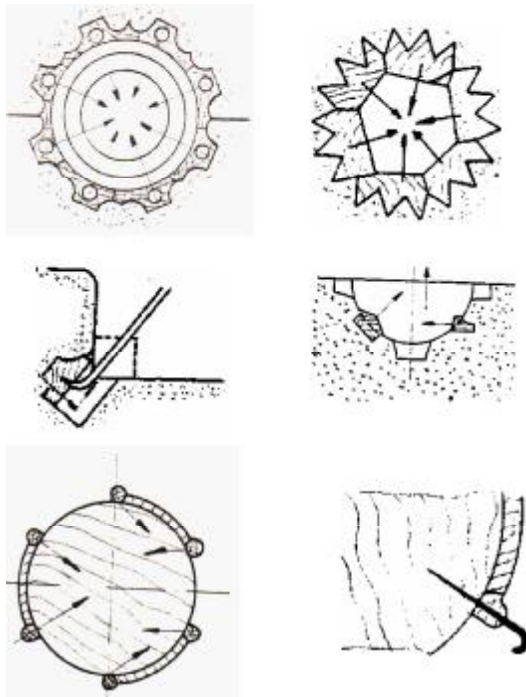


Fig.3.5. Părți demontabile la modele circulare care la formare au poziția orizontală

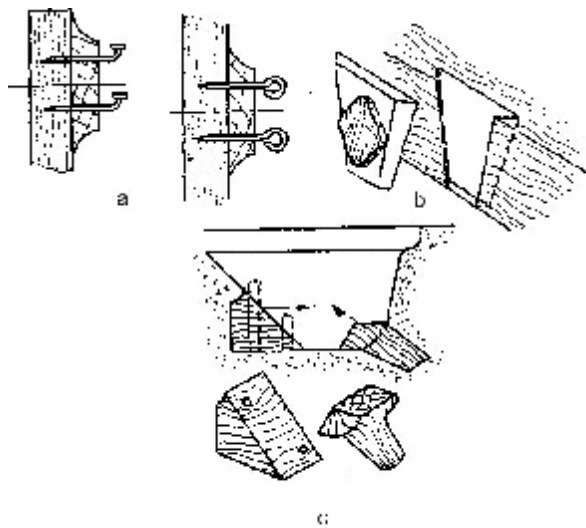


Fig.3.6. Modul de fixare a părților demontabile

Deși părțile demontabile rezolvă destul de simplu problemele complicate de demulare a modelului din formă, ele nu sunt întotdeauna soluția optimă deoarece au o serie de neajunsuri cum ar fi:

- părțile demontabile sunt fragile și de foarte multe ori sînt sursa principală de degradare a modelului;
- părțile demontabile pot reduce precizia modelului după montări și demontări succesive;

Aceste dezavantaje fac ca utilizarea părților demontabile să fie restrînsă, preferîndu-se în locul lor modele care reproduc proeminențele cu ajutorul miezurilor așa cum se poate observa în figura 3.7.

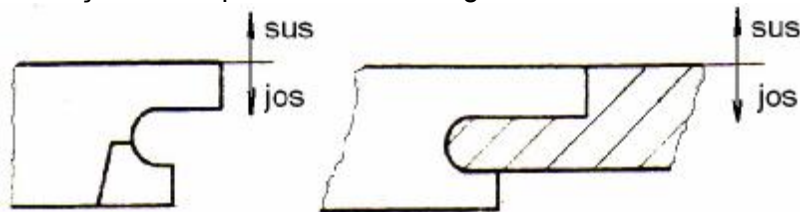


Fig.3.7. Eliminarea unei părți demontabile (a) prin introducerea unui miez (b)

### **3.5. Construcția garniturilor de model cu cutii de miez**

Utilizarea miezurilor rezolvă toate problemele ridicate de formarea piesei oricât de complicată ar fi ea, deoarece cu miezuri se pot realiza atât configurațiile interioare cât și cele exterioare.

Dintre problemele pe care le rezolvă utilizarea miezurilor se pot menționa:

- evitarea înclinărilor exagerate de turnare la golurile interioare;
- evitarea părților demontabile;
- evitarea părților de model bătute în formă;
- evitarea secționării multiple a modelelor la piesele cu mai multe secțiuni;
- evitarea metodelor speciale de demulare;
- realizarea mai comodă a unor inscripții pe piesele turnate;
- montarea mai comodă a diferitelor părți metalice ce urmează a fi înglobate în piesa turnată;

Cutiile de miez pot însoți toate tipurile de modele descrise în paragraful anterior și anume:

- modele nesectionate;
- modele cu una sau mai multe suprafețe de separație;
- modele cu suprafețe de separație și cu părți demontabile.

Această combinație între tipurile de modele și cutiile de miez este determinată de complexitatea piesei și de metoda de formare aleasă. În continuare ne vom referi la câteva detalii privind construcția cutiilor de miez.

#### **3.5.1. Tipuri constructive de cutii de miez**

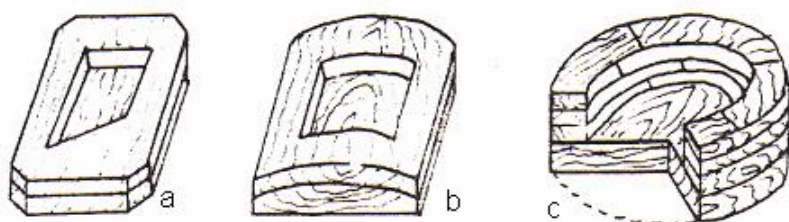
Pentru a avea o utilitate practică, cutiile de miez trebuie să îndeplinească o serie de condiții și anume:

- să fie stabile din punct de vedere dimensional;
- să aibă o greutate acceptabilă pentru a putea fi manevrate ușor;
- să permită extragerea miezului fără a-l distruge sau a-l deforma înaintea uscării.

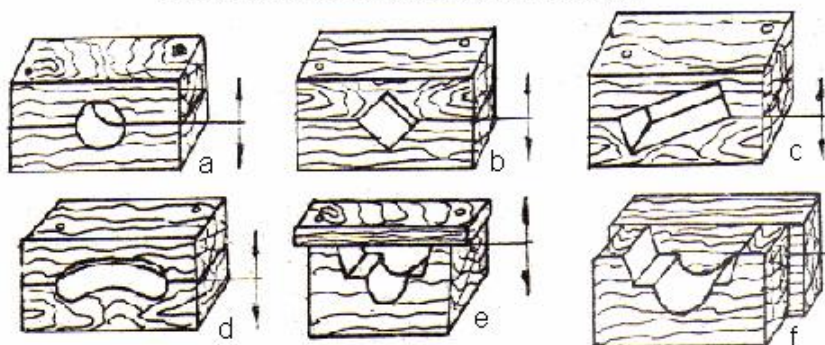
La stabilirea profilului și dimensiunilor cutiilor de miez trebuie să se ia în considerare:

- ușurința de așezare a miezurilor în formă;
- asigurarea miezurilor împotriva deplasării în mărci în direcție perpendiculară pe axa cutiei, de-a lungul axei și în sens invers rotirii, în jurul axei cutiei de miez;
- asigurarea marginilor mărcilor împotriva știrbirii și împotriva pătrunderii sub miez a granulelor de amestec de miez, care pot fi introduse în marcă la montarea miezului.

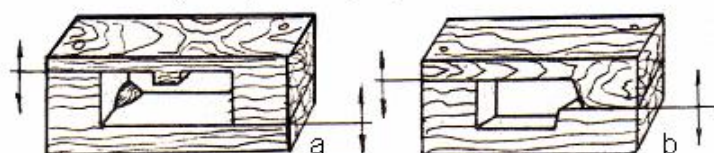
În funcție de condițiile impuse construcției cutiilor de miez în practică există o diversitate foarte mare de tipuri constructive. Câteva din aceste tipuri constructive sunt reprezentate în figurile 3.8, 3.9 și 3.10.



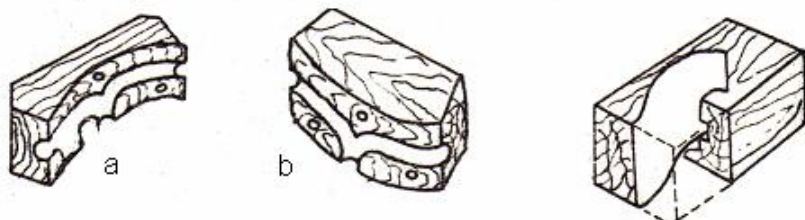
Cutii de miez fără suprafață de separație



Cu suprafață de separație orizontală

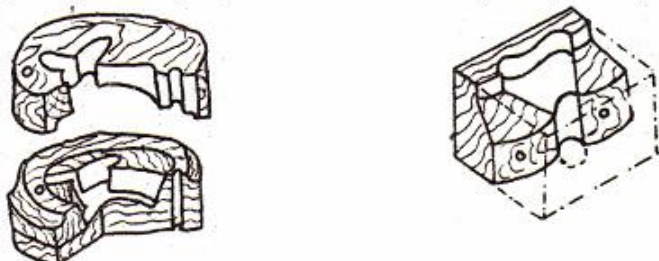


Cu suprafață de separație orizontală în două plane diferite



Cu suprafață de separație circulară

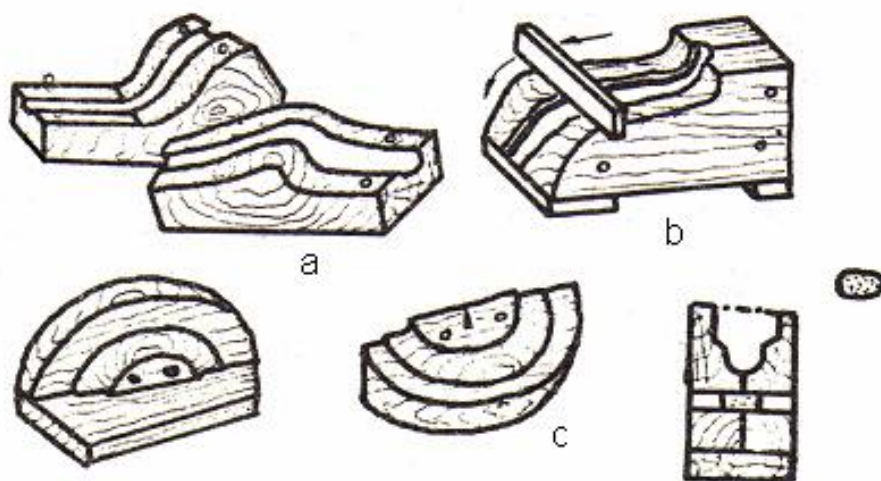
Cu suprafață de separație conică



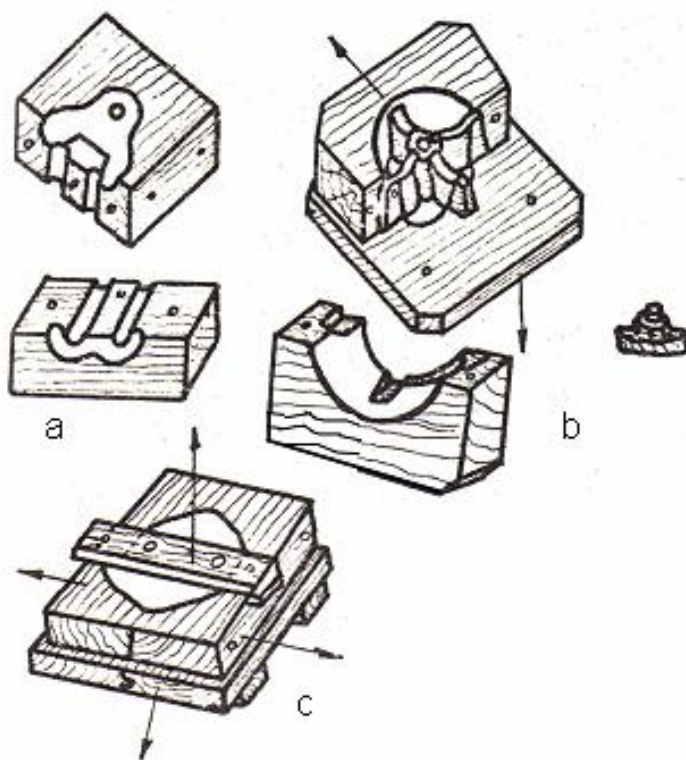
Cu suprafață de separație sferică    Cu suprafață de separație de revoluție

Fig. 3.8 Tipuri de cutii de miez



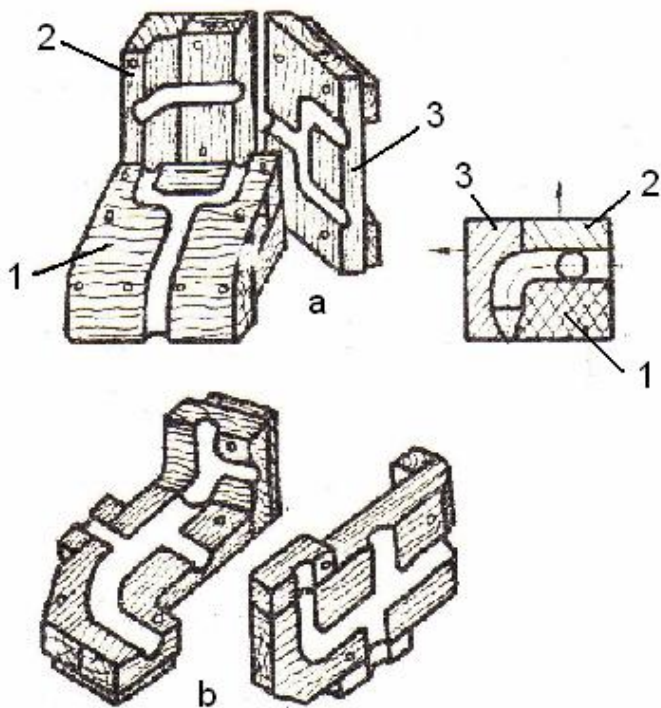


Cu suprafață de separație nedeterminată.

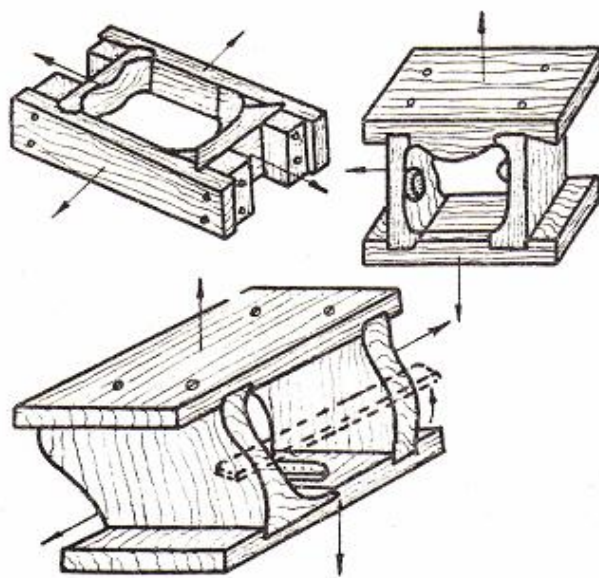


Din mai multe elemente cu suprafață de separație plană

Fig. 3.9. Tipuri de cutii de miez



Din mai multe elemente cu suprafață de separație curbă



Cutii de miez în formă de cadru demontabil

Fig. 3.10. Tipuri de cutii de miez

### 3.5.2. Elemente constructive ale cutiilor de miez

Pentru asigurarea miezurilor împotriva deplasării de-a lungul axei și împotriva rotirii în jurul axei proprii se folosesc închizătoare.

În figura 3.11 se prezintă diferite tipuri de închizătoare pentru miezuri orizontale.

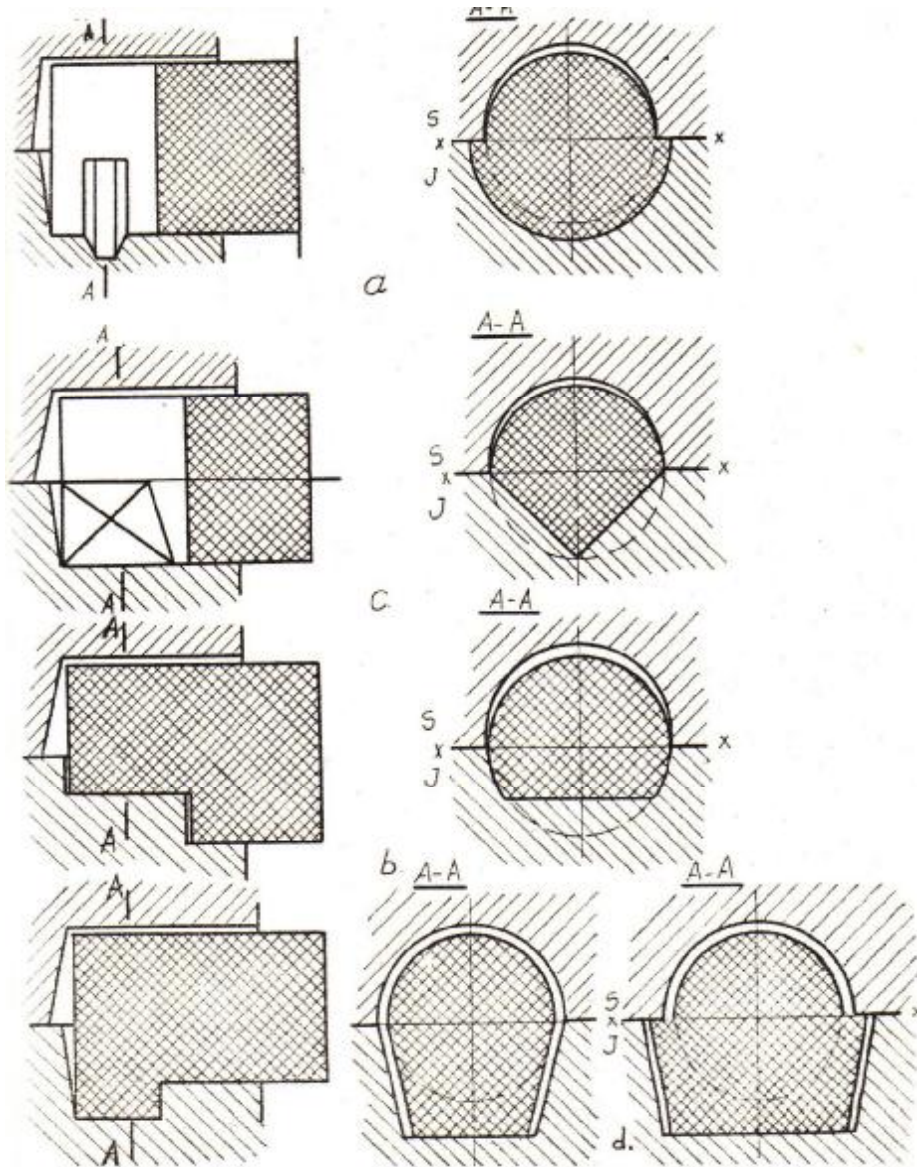


Fig.3.11. Construcția închizătoarelor pentru miezuri orizontale: a-închizător inelar; b-închizător cu secționare; c-închizător cu două secționări; d-închizător în trapez



La alegerea tipurilor de închizătoare trebuie să se țină seama de dimensiunile transversale ale miezurilor, de direcția și mărimea forțelor care acționează asupra miezului.

În figura 3.12 sunt prezentate tipurile de închizătoare pentru miezuri verticale. Închizătorul din figura 3.12a este ușor de executat și necesită o cutie de miez ieftină însă nu este convenabil la montajul miezului pentru că nu se observă dacă acesta ocupă corect locul în mărci. De asemenea sub acest închizător poate pătrunde aliaj lichid care astupă canalele de ventilație sau ridică miezul.

Pentru miezurile de diametru mic se lărgește cutia de miez la partea inferioară și se execută închizătorul din figura 3.12b. Dacă este importantă așezarea precisă a miezului, se folosesc închizătoarele cu camă prezentate în figura 3.12c și d.

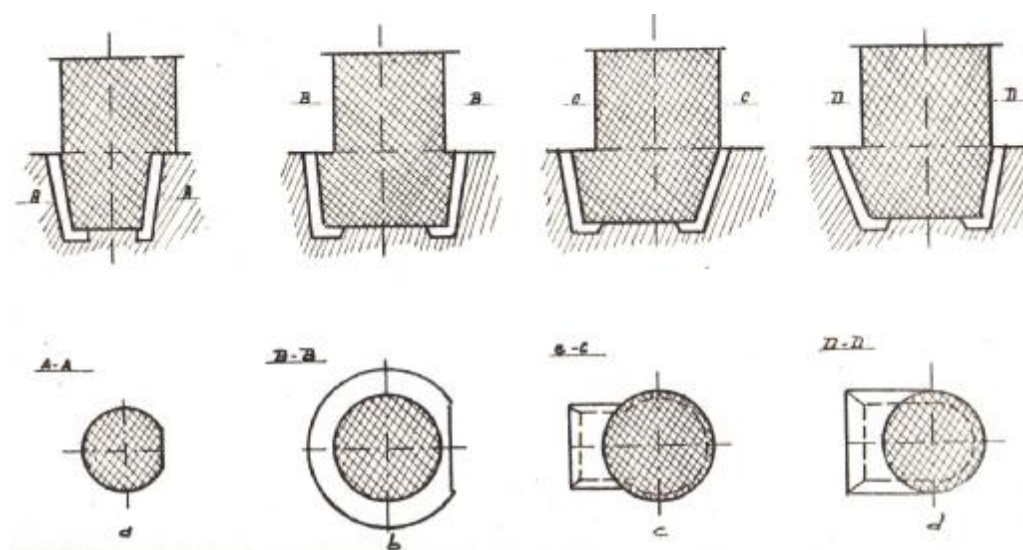


Fig.3.12. Construcția închizătoarelor pentru miezuri verticale: a-închizător secționat; b-închizător lărgit secționat; c și d-închizător cu camă

Pentru a prelua cantitățile de amestec care pot să cadă în locașul mărcilor la montaj, miezurile se prevăd cu șanțuri pe perimetrul mărcilor. Cutiile de miez pot avea părți demontabile ca și modelele, atunci când extragerea miezului din cutie este mai anevoioasă, Părțile demontabile la cutiile de miez seamănă din punct de vedere constructiv cu cele ale modelelor iar modul lor de ghidare este același. De obicei părțile demontabile sunt mai reduse ca număr față de cazul modelelor, deoarece cutiile de miez pot avea separație și pe orizontală și pe verticală.

Elementele componente ale cutiilor de miez se pot asambla în mai multe moduri. Astfel cutiile de miez se pot îmbina cu cepuri de lemn sau cepuri și bușe metalice, ale căror caracteristici s-au dat în tabelele 3.2 și 3.3. Acest gen de îmbinare este cel mai utilizat în modelării, fiind ușor adaptabil la mai multe tipuri de cutii de miez.

La cutiile de miez în formă de cadru demontabil îmbinarea elementelor componente ale cadrului se face cu pene și clești de lemn așa cum se observă în figura 3.13.

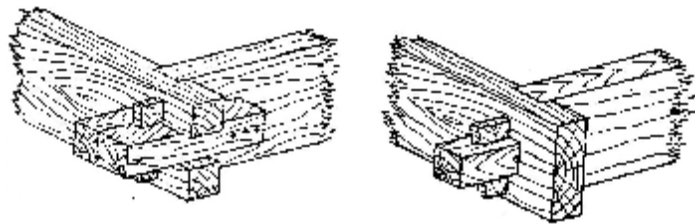


Fig.3.13. Îmbinarea cutiilor de miez cu pene și clești de lemn

În afară de aceste îmbinări se mai utilizează dispozitive de închidere cu balama, figura 3.14, dispozitive de închidere cu bridă metalică, dispozitive de închidere cu știfturi, șurub și piuliță fluture și dispozitive de închidere cu cârlig, figura 3.15.

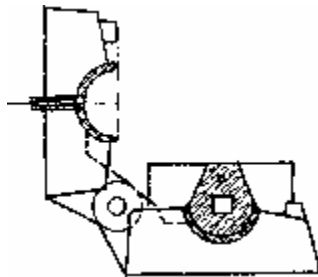


Fig.3.14. Dispozitiv de închidere cu balama

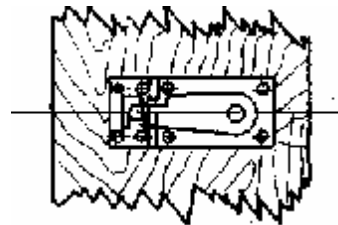


Fig.3.15. Dispozitiv de închidere cu cârlig

### 3.6. Controlul, vopsirea și marcarea garniturilor de model

Întrucât aceste operații sunt mai mult de domeniul executării modelului decât de domeniul proiectării tehnologice, capitolul s-a introdus numai din punct de vedere informativ pentru a pune la dispoziția viitorului tehnolog câteva noțiuni care să poată fi utilizate la indicații tehnologice.

Precizia dimensională și calitatea pieselor turnate depind de calitatea garniturilor de model care este asigurată în timpul procesului tehnologic atât de tehnolog și modelor cât și de controlul tehnic de calitate. În general controlul tehnic nu se ocupă de întocmirea procesului tehnologic ci se ocupă de supravegherea aplicării lui corecte și de respectarea tuturor prevederilor acestuia.

Controlul tehnic de calitate ce se execută în procesul tehnologic de construire a garniturii de model este de două feluri:

- control interfazic;
- control final.

Controlul interfazic are un rol foarte important în realizarea unei piese turnate bune întrucât se execută pe operații principale și poate depista din timp unele neajunsuri care se pot corecta. Pentru controlul interfazic se întrebuițează atât mijloacele de măsurare obișnuite cât și șabloane, calibre confecționate special de modelor pentru verificarea unor secțiuni variabile, a unor treceri înguste etc.

De foarte multe ori modelorii împreună cu controlorii, ca urmare a experienței practice acumulate pot ajunge la soluții constructive mai bune decât tehnologul. Acest fapt însă, trebuie adus la cunoștință proiectantului tehnolog, care poate admite sau nu soluția propusă pe baza unor temeinice motivații tehnico-economice. Este foarte important de reținut că orice modificare în construcția garniturii de model sau a formei se va face numai cu avizul proiectantului tehnolog, care poartă principala răspundere pentru realizarea piesei turnate în cele mai bune condiții.

Controlul final se ocupă cu verificarea finală a garniturii de model având în vedere următoarele:

- controlul dimensional al garniturii;
- controlul îmbinărilor, a părților demontabile;
- controlul stării suprafeței garniturii de model;
- controlul finisării, vopsirii și marcajului garniturii de model;
- inventarierea părților componente ale garniturii de model.

Acest control trebuie efectuat nu numai la modelărie ci și în turnătorie înainte de formare.

În general la producția de unicat și serie mică indicațiile de control prescrise de proiectantul tehnologiei de turnare se dau pe desenul tehnologic fără a fi necesară o fișă tehnologică de control.

Vopsirea garniturilor de model are mai multe roluri și anume:

- se micșorează asperitatea modelului ceea ce duce la extragerea sa mai ușoară din formă;
- se protejează materialul lemnos din model față de acțiunea erozivă a amestecului de formare;
- se protejează materialul lemnos de acțiunea umidității din amestecul de formare.

Înainte de vopsirea modelului se face o chituire pentru a se astupa fisurile din materialul lemnos. După chituire urmează o șlefuire cu hârtie abrazivă pentru înlăturarea asperităților rămase de la chituire. Vopsirea se execută de mai multe ori. Primul strat aplicat este un grund care astupă porii lemnului apoi următoarele straturi sunt de vopsea pe bază de email sau pe bază de email și nitroceluloză.

Pentru vopsirea garniturilor de model se folosesc culori convenționale care sunt date în tabelul 3.4.

Culorile convenționale pentru vopsirea și marcarea modelelor Tabelul 3.4

Locul de aplicare a vopselei	Fontă	Oțel turnat și fontă maleabilă	Aliaje neferoase
Suprafețe care rămân brute	Roșu	Albastru	Galben
Suprafețe prelucrate galben	Galben		
Dacă piesa se va prelucra complet	Roșu cu dungi galbene	Albastru cu dungi galbene	Șerlac cu dungi galbene
Locul de îmbinare pentru adaosuri de model, maselote sau răcitoare	verde		
Locul de îmbinare pentru mărci și suprafețe de miez care apar în exteriorul modelelor	negru		
Însemnarea pe model și cutiile de miez	negru		
Maselote și adaosuri de prelucrare	Dungi negre acre limitează maselotele și inscripțiile indicatoare		
Întărituri la modele care sunt astupate după formare	Lac fără culoare sau șerlac cu dungi încrucișate		
Racordările care se vor tăia la formare	negru		

Marcarea garniturii de model are ca scop în primul rând identificarea sa. Marcarea se face fie prin poansonare pe suprafețele ce urmează a fi prelucrate, fie prin inscripționare cu vopsea neagră. De obicei se inscripționează: simbolul garniturii de model, numărul maselotelor, numărul cutiilor de miez în ordinea montării miezurilor, numărul părților demontabile și elementele rețelei de turnare.

#### **4. Proiectarea tehnologiei de executare a garniturilor de model pentru producția de serie mijlocie și masă**

Producția de serie mijlocie și de serie mare este deosebită față de producția de unicat și de serie mică și în consecință vor fi diferite și pretențiile față de construcția și precizia dimensională a garniturilor de model.

Pentru producția de serie mijlocie și mare se pune problema găsirii unor soluții tehnologice și a unor materiale care să fie calitativ superioare față de cele de la producția de unicat.

Elementele tehnologice în cazul modelelor pentru producția de serie mare diferă față de elementele modelelor pentru serie mică, această diferență fiind impusă atât de materialele care sunt utilizate în construcția acestor modele, cât mai ales de condițiile în care se desfășoară procesul de producție.

##### **4.1. Etapele proiectării garniturii de model pentru producția de serie mijlocie și de serie mare**

Etapele proiectării sunt în general aceleași ca la producția de unicat și de serie mică, având unele excepții legate de confecționarea modelelor și a cutiilor de miez metalice. La producția de serie mijlocie și mare sunt necesare garnituri de model metalice care au o rezistență la diverse solicitări mai bună, au o precizie și o stabilitate dimensională ridicată precum și o netezime a suprafeței mult mai bună. De asemenea, modelele metalice și cutiile de miez metalice se pretează ușor la operațiunile de formare și miezuire mecanizată.

Unele modele și cutii de miez simple se pot obține direct prin prelucrare mecanică, în timp ce alte modele mai complicate, se obțin prin turnare și prelucrare mecanică.

Pentru turnarea modelului metalic este necesar un model de lemn care poartă diferite denumiri din care amintim: model-mamă, submodel, promodel, modelul modelului și model cu dublă contracție

Modelul mamă este mai mare decât modelul metalic întrucât pe lângă contracția și adaosurile de prelucrare pentru modelul turnat cuprinde și adaosurile de prelucrare și contracția pentru piesa turnată. Din această cauză modelul - mamă are dublă contracție și adaosuri de prelucrare sporite. Dacă aliajul din care se toarnă modelul mamă are coeficientul de contracție 1,5 %, iar materialul din care se toarnă piesa tot de 1,5 % rezultă că modelul mamă va avea contracția de 3 %.

Se poate considera că modelul metalic are toate atributele unei piese turnate și deci realizarea lui până la cotele necesare ca model, este aceeași ca a pieselor turnate și prelucrate mecanic.

Procesul tehnologic de proiectare a garniturilor de model metalice va cuprinde deci trei aspecte și anume:

- proiectarea garniturii de model metalice pentru producția de serie;
- proiectarea garniturii de model-mamă din lemn;
- proiectarea tehnologiei de prelucrare mecanică și de asamblare a elementelor garniturii de model metalice.

Considerând garnitura de model metalică drept piesă turnată rezultă că



proiectarea garniturii de model - mamă din lemn, va urma aceleași etape ca și o piesă turnată. Proiectarea garniturii de model metalice ca și tehnologia de prelucrare mecanică și de asamblare a elementelor componente, trebuie realizată în colaborare cu un proiectant de specialitate pentru a se găsi o variantă optimă din punct de vedere tehnologic și economic.

#### 4.2. Elementele constructive ale garniturilor de model pentru producția de serie mijlocie și mare

Datorită prețului de cost ridicat al garniturilor metalice în comparație cu cele din lemn se recomandă utilizarea modelelor metalice numai atunci când cheltuielile de execuție sunt compensate de numărul mare de piese ce se vor turna.

Modelele metalice și cutiile de miez se execută în general cu gol interior și pereți subțiri. Pentru a le consolida se prevăd nervuri de întărire așezate pe partea neactivă, pe margini și pe suprafața de separație. Numărul nervurilor precum și configurația acestora, depind de configurația modelului. Grosimea nervurilor se ia în medie 80 - 90 % din grosimea pereților modelului, iar pentru ușurarea operațiunii de formare înclinarea lor va fi de  $0,1 - 2^\circ$ .

Racordarea nervurilor de întărire cu corpul modelului se realizează cu o rază de 5 - 10 mm. Grosimea pereților modelului și a cutiei de miez se ia în funcție de lungimea și lățimea acestora. În figura 3.15 este reprezentată diagrama pentru determinarea grosimii pereților modelului în funcție de dimensiunea medie și de natura aliajului din care se toarnă. Tot în această figură sunt reprezentate două exemple de construcții de modele și cutii de miez.

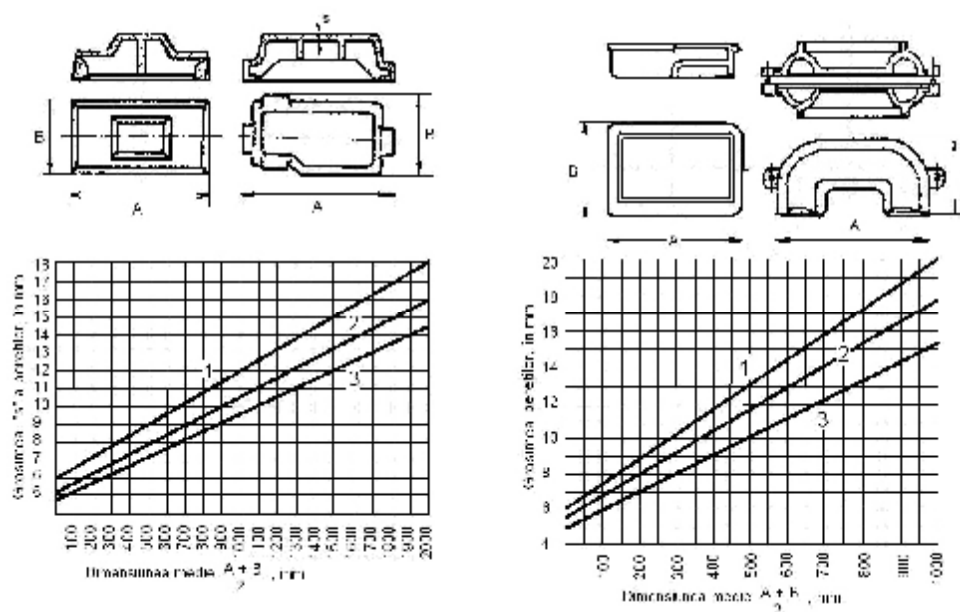


Fig.3.15. Diagramă pentru calculul grosimii pereților modelului(a) și diagramă pentru calculul grosimii pereților cutiilor de miez (b)  
Construcția garniturilor de model metalice este avantajoasă față de cea a

garniturilor de model din lemn deoarece la lemn îmbinările diferitelor elemente s-au făcut prin lipire, pe când la modelele metalice se pot turna monobloc ceea ce duce la creșterea preciziei dimensionale, la creșterea rigidității și a rezistenței la formări repetate.

Când piesa are diverse goluri interioare, pentru a căror realizare sunt necesare miezuri, se va căuta ca la modelul metalic mărcile să se obțină prin turnare din aceeași bucată cu modelul.

Pentru extragerea modelului din formă în cazul când acesta nu este fixat pe o placă portmodel, se prevede o gaură filetată în care se va introduce un șurub.

Pentru cazul când la formare, așezarea se va face pe o placă portmodel, modelul metalic se confecționează din elemente separabile cu ajutorul cărora se execută independent semiforma inferioară și superioară. Secționarea modelului se face după suprafața de separație.

La modelele metalice ca și la cele din lemn, se prevăd părți demontabile acolo unde este cazul, cu deosebirea că la cele metalice numărul lor este mai redus.

Ca elemente demontabile sunt considerate de asemenea și elementele rețelei de turnare, răsuflătorile, maselotele, modul de ghidare a acestora fiind dat în figurile 3.16 și 3.17.

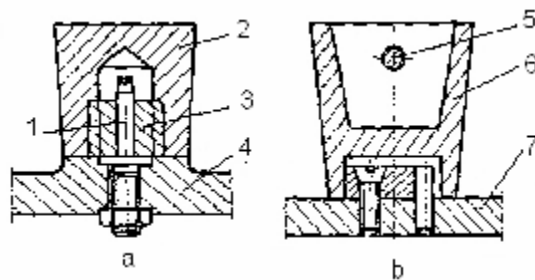


Fig.3.16. Sisteme de ghidare a piciorului de turnare și a maselotelor a-cu cep; b-cu adaos de model; 1-cep; 2-piciorul pâlniei de turnare; 3-bucșă filetată; 4-model colector de zgură; 5-mâner; 6-model maselotă; 7-placă model

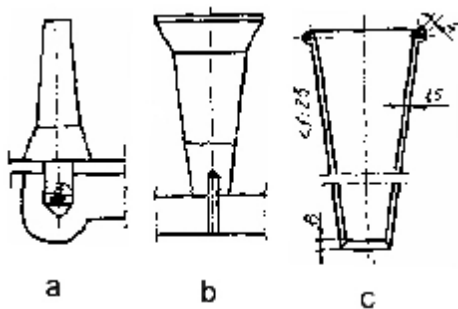


Fig.3.17. Sisteme de fixare a piciorului de turnare

Dacă se impune ca unele proeminențe ale modelului sau ale cutiei

de miez să fie executate ca elemente demontabile, se va utiliza unul din sistemele de ghidare prezentate în figura 3.18.

În cazul miezuirii mecanizate prin scuturare sau presare, pentru a se putea extrage miezul din cutie fără a fi necesară o suprafață de separație verticală, cutiile de miez se execută sub forma unor elemente mobile asamblate liber într-un cheson metalic.

Elementele componente, inclusiv chesonul se obțin prin prelucrarea unor semifabricate turnate.

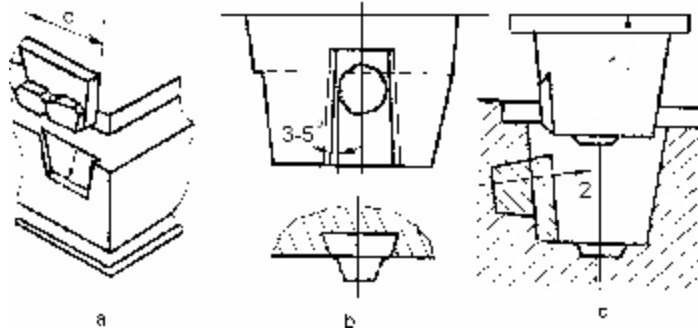


Fig.3.18. Sisteme de ghidare cu coadă de rândunică a părților demontabile la modelele metalice.

În figura 3.19 este redată configurația unei asemenea cutii de miez.

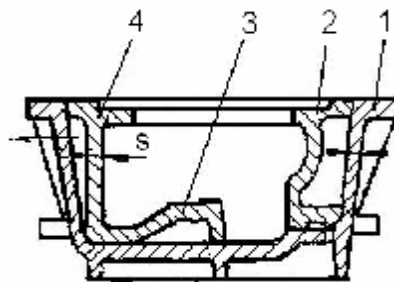


Fig.3.19. Cutie de miez cu cheson: 1-cheson; 2,3,4-elemente mobile

Ca și modelele metalice, cutiile de miez metalice se execută cu pereții de grosime pe cât posibil constantă, care urmăresc configurația exterioară a miezului.

În fig.3.20 sunt date câteva exemple de cutii de miez metalice.

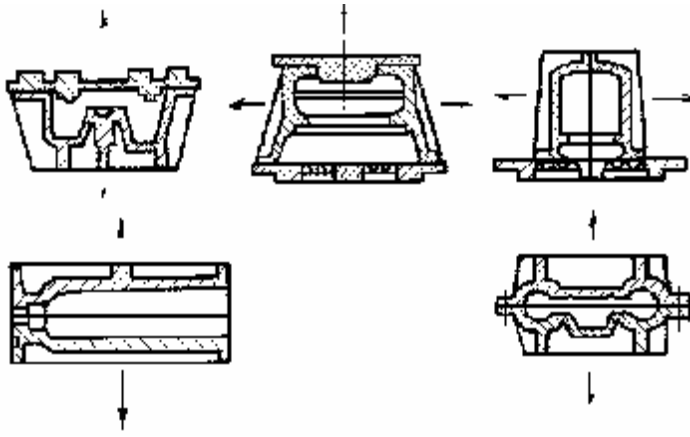


Fig.3.20. Tipuri constructive de cutii de miez și modul de deplasare a elementelor componente în timpul extragerii miezului

Săgețile indică sensul de extragere a elementelor componente în funcție de configurația suprafeței pe care o reproduc și suprafața de separație a cutiei de miez.

Cutiile de miez metalice, alcătuite din mai multe elemente sunt prevăzute cu dispozitive de strângere pentru a nu permite desfacerea cutiei precum și pentru a evita apariția bavurii de amestec în timpul îndesării. Sistemele de strângere și ghidare folosite la cutiile de miez metalice mici unde frecvența închiderilor și deschiderilor este mare, sunt redată în figura 3.21.

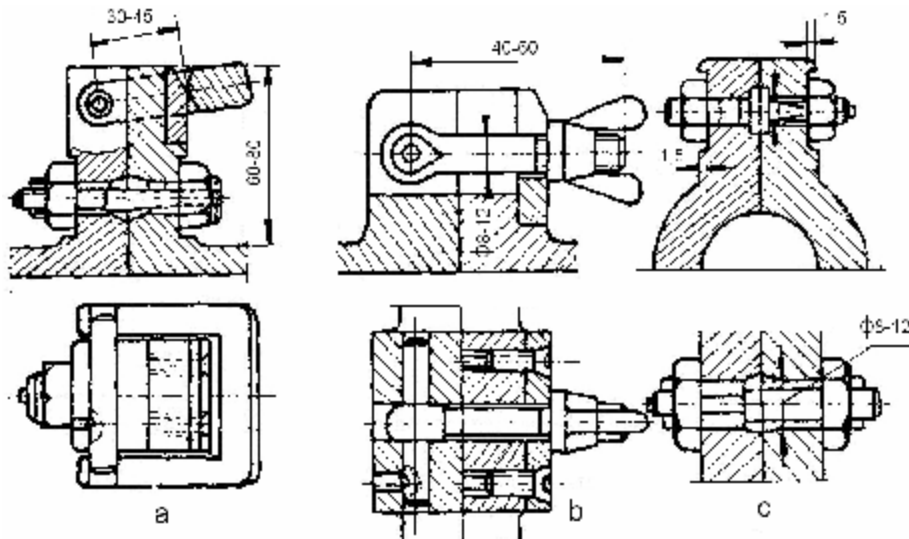


Fig.3.21. Sistemul de închidere și ghidare a cutiilor de miez metalice: a—cu bridă basculantă; b—cu șurub și piuliță fluture; c—bucșă și cap de ghidare

Pentru execuția canalelor de ventilație a miezurilor în locurile greu

accesibile, cutiile de miez sunt prevăzute cu orificii și dispozitive care permit obținerea acestor canale fără mari dificultăți.

### **4.3. Prelucrarea elementelor garniturilor de model metalice**

Confecționarea garniturilor de model metalice se execută conform proiectului tehnologiei de turnare. Etapele care trebuie urmărite la procesul tehnologic sunt următoarele:

- executarea modelului mamă pentru turnarea modelului metalic;
- executarea modelului pentru turnarea cutiei de miez metalice;
- turnarea elementelor garniturii de model metalice;
- trasarea și prelucrarea pe mașini unelte;
- ajustarea și controlul ajustării;
- montarea pe placa portmodel;
- controlul montării modelului pe placa portmodel;
- omologarea.

Primele trei operații sunt asemănătoare cu turnarea pieselor unicate cu model de lemn.

Celelalte operații sunt identice cu prelucrarea mecanică de precizie. Fără a intra în detalii, în cele ce urmează se dau câteva explicații în legătură cu prelucrarea și ajustarea modelelor metalice, pentru ca studenții să aibă unele noțiuni necesare pentru înțelegerea construcției garniturilor de model metalice.

Trasarea are scopul de a transpune dimensiunile de pe desen pe piesa sau materialul de prelucrare. Trasarea începe cu stabilirea suprafeței de separație a ambelor jumătăți de model. În cazul când se execută mai multe modele identice, trasarea se face în același timp. După prelucrarea suprafeței de separație se prelucrează găurile pentru prezoanele de control; apoi se găuresc și se assemblează între ele jumătățile de model. Trasarea și prelucrarea ulterioară a modelului se fac în stare asamblată.

Executarea șabloanelor pentru confecționarea modelelor

Șabloanele utilizate la executarea cutiilor de miez și a modelelor sunt de trei feluri și anume:

- de suprapunere;
- de trecere;
- de aplicare.

Șabloanele de suprapunere se utilizează în cazul executării garniturilor de model cu contururi complicate și cuprind de regulă tot conturul modelului sau al cutiei de miez în suprafața de separație.

Șabloanele de trecere se folosesc la prelucrarea modelelor de mare precizie, în special când modelul se compune din două jumătăți simetrice când se impune ca acestea să fie prelucrate supă un șablon comun.

Șabloanele de aplicare se utilizează pentru controlul suprafețelor interioare și exterioare ale modelului și cutiilor de miez în cazul când nu se poate executa prelucrarea după trasare. Șabloanele se execută de obicei de către modelori din proprie inițiativă pentru a controla pe parcursul lucrării conturul pe care-l prelucrează.

Când consideră că este cazul, tehnologul poate recomanda sau chiar

proiecta șabloane însoțite și de fișele tehnologice de control care se folosesc atât de modelori cât și de controlorii tehnici de calitate.

#### Prelucrarea garniturilor de model metalice

Modelele și cutiile de miez metalice se prelucrează pe mașini unelte obișnuite, pe mașini unelte speciale și manual, atunci când suprafețele nu se pot prelucra pe mașini. Prelucrarea manuală a modelelor începe cu răzuirea bazei sau a suprafeței de separație a modelului, care în prealabil a fost frezată. Răzuirea se verifică prin metoda vopsirii și se urmărește ca pe fiecare centimetru pătrat să se obțină cel puțin câte două pete de vopsea. Când modelul este compus din două jumătăți, după operația de răzuire pe suprafața de separație, acestea se assemblează prin două știfturi sau prezoane de control. Modelele astfel asamblate urmează a fi prelucrate la strung sau la freze, după care se completează cu prelucrarea manuală, conform trasajului stabilit inițial. În funcție de conturul modelului controlul execuției prelucrării se face cu șabloane de suprapunere, de trecere sau de aplicare. Suprafețele de contact ale modelului și ale cutiei de miez se prelucrează cu o precizie de  $\pm 0,15$  mm pe fiecare parte, în afara toleranțelor speciale menționate pe desen. Pe suprafețele astfel prelucrate nu se admit zgârieturi și cu atât mai mult denivelări. Părțile demontabile ale garniturilor de model metalice se ajustează definitiv și se finisează după ce au fost asamblate de probă. Știfturile se controlează și șuruburile părților demontabile se fixează pe suprafețele neprelucrabile ale modelelor sau ale cutiilor de miez pentru a evita manopera în plus la acoperirea găurilor rămase de la șuruburi.

#### 4.4. Construcția plăcilor portmodel

Plăcile portamodel sunt metalice (oțel, fontă, aluminiu) și se obțin prin turnare. După turnare plăcile portamodel se prelucrează pe ambele suprafețe prin frezare sau rabotare astfel ca suprafețele să fie perfect paralele. Suprafața activă a plăcii poate plană sau profilată, însă trebuie neapărat să fie netedă. Partea inferioară a plăcilor mari se execută cu nervuri pentru a mări rigiditatea plăcii. O asemenea placă portamodel este redată în figura 3.22.

Plăcile portamodel metalice sunt scumpe și de aceea folosirea lor se justifică numai la producția de serie mare. Unele plăci portamodel pot permite schimbarea rapidă a modelului făcând posibilă folosirea lor la producția de unicate și de serie mică. În acest sens pot fi enumerate plăcile de model cu coordonate, plăcile de model cu prindere magnetică a modelului și plăcile portamodel cu ramă de fixare prin strângere. Pe placa portamodel magnetică pot fi fixate orice modele metalice sau nemetalice, cu condiția să se prevadă pe suprafața de sprijin a acestora, o placă de oțel prin intermediul căreia se realizează prinderea. Fixarea plăcilor portamodel pe masa mașinii se poate realiza în funcție de dimensiunile plăcilor după unul din exemplele date în figura 3.23.

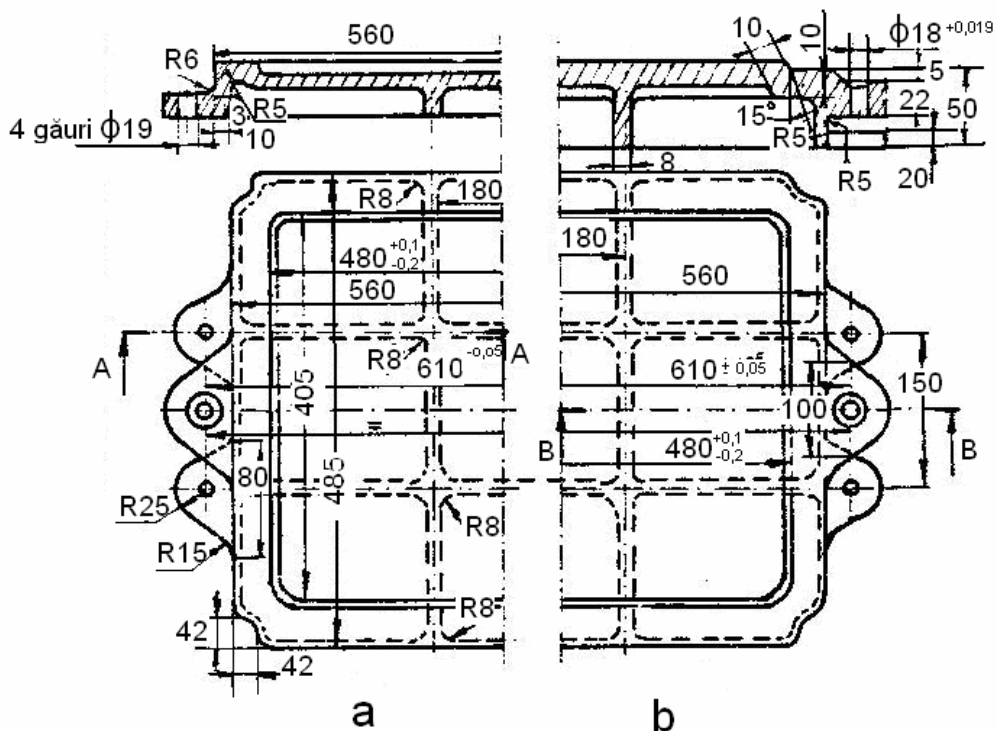


Fig.3.22. Placă portmodel pentru rame de dimensiuni 425 x 500 x 150 mm: a-inferioară; b-superioară

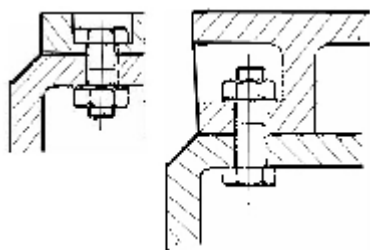


Fig.3.23. Sisteme de fixare a plăcilor portmodel pe masa mașinii

Aceste sisteme de fixare pot fi utilizate și la cutiile de miez atunci când se execută îndesarea mecanică a miezurilor.

Tot pe plăcile portmodel sunt fixate și cepurile care servesc la ghidarea ramelor în timpul executării formelor și în timpul extragerii modelului. Aceste cepuri pot fi cilindrice în cazul ramelor mici sau cilindrice cu două suprafețe frezate pentru ramele mari. Cepurile pot fi libere sau fixate cu ajutorul șuruburilor pe placa portmodel.

#### 4.5. Fixarea modelelor pe plăcile portmodel

Fixarea modelelor pe plăcile portomodel trebuie să asigure:

- centrarea perfectă a modelului pentru a obține suprapunerea corectă a conturului celor două semiforme executate separat și pe plăci diferite;
- prinderea rigidă a modelului pentru împiedicarea, slăbirea și deplasarea modelului pe placă în timpul formării.

Centrarea modelului pe placa portmodel se execută de obicei față de axa de simetrie a acestuia într-un câmp de toleranțe foarte strâns și se realizează cu ajutorul a două cepuri de centrare. După fixarea modelului pe placă se poate face și un trasaj pentru ca în cadrul unor dereglări ulterioare să se poată aduce imediat modelul în poziția inițială. Fixarea definitivă a modelului pe placa portmodel se va face numai după ce s-a verificat un lot de probă.

Modelele se pot prinde pe plăcile portmodel în mai multe feluri și anume:

- modelele se assemblează pe placă cu ajutorul cercurilor de centrare prin găurile 1, figura 3.24a, după care unul din modele se așează pe placa de model în poziția stabilită. În această poziție se execută găurile în placa portmodel folosind pentru ghidare găurile cepurilor, figura 3.24b.

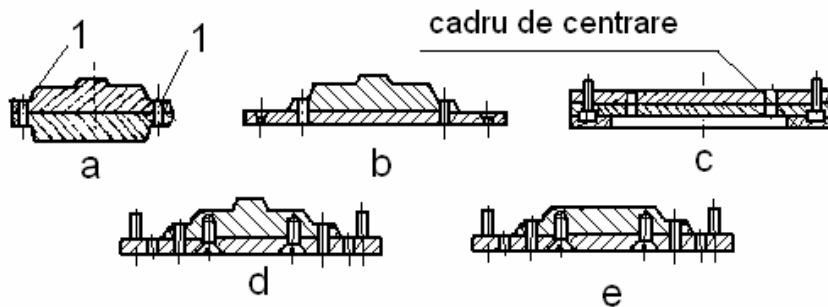


Fig.3.24 Principiul de găurire și ghidare a modelelor în vederea fixării lor pe placa portmodel: 1-găuri centrare

După executarea găurilor, cele două plăci se suprapun cu suprafețele active una pe cealaltă și se centrează reciproc prin intermediul cepurilor de centrare ale ramei de formare. În această poziție se execută găurile pentru centrarea modelului, pentru a doua placă folosindu-se găurile de la prima placă, figura 3.24c. Urmează prinderea propriu-zisă a modelelor pe plăcile portmodel, figura 3.24d și e.

- În cazul al doilea modelul se prinde pe placă așezându-se pe placa portmodel conform trasajului iar fixarea se realizează cu șuruburi în această poziție. Găurile pentru șuruburi în plăcile portmodel, se execută în corelație cu găurile modelului (dacă le are) iar dacă placa este găurită în prealabil, se folosesc găurile existente prin care se vor trasa centrele găurilor se urmează a se executa în model.

Prima metodă este cea mai avantajoasă întrucât elimină trasarea și



fixarea de probă a modelelor pe ambele plăci. A doua metodă se folosește atunci când se schimbă des modelele pe placa portmodel.

Prinderea modelelor pe placa portmodel se poate realiza cu ajutorul unor șuruburi, figura 3.25, iar golul care rezultă deasupra capului șurubului se umple cu un aliaj ușor fuzibil sau se chituește cu rășină epoxidică.

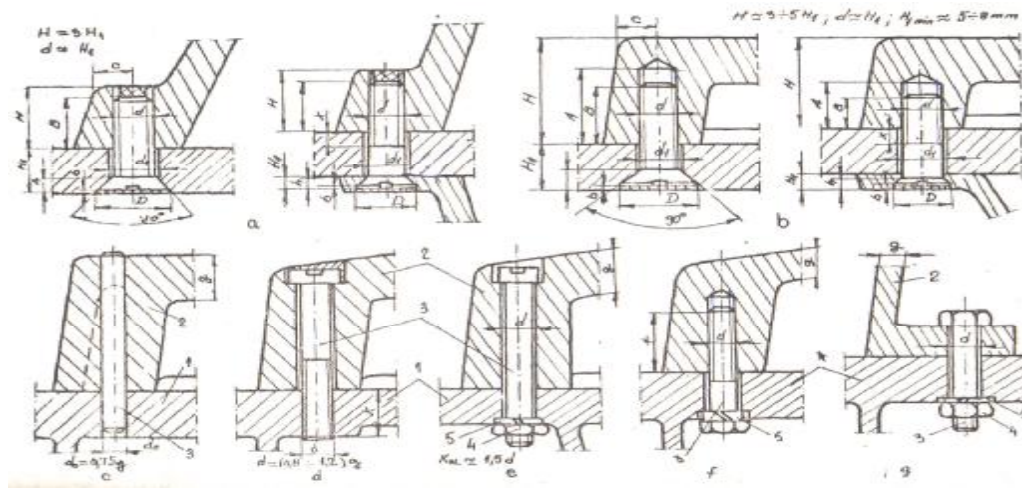


Fig.3.25. Diverse sisteme de prindere a modelelor pe placa portmodel

În practică există situații când se folosește o singură placă portmodel deoarece modelul este simetric față de suprafața de separație, figura 3.26.

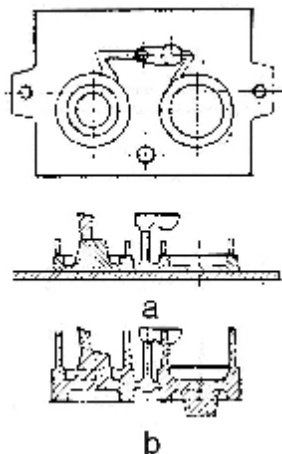


Fig.3.26 Fixarea modelelor pe placa portmodel în cazul unor piese simetrice față de suprafața de separație:  
a - placa portmodel; b - piesa

În acest caz la închidere cele două semiforme trebuie așezate în așa fel încât să se realizeze suprapunerea celor două cavități pentru a se obține piese cu configurații complete și corecte.

O altă situație există în cazul când placa portmodel are modele fixate pe ambele suprafețe, formele executându-se succesiv când pe o suprafață când pe cealaltă așa cum se observă în figura 3.27.

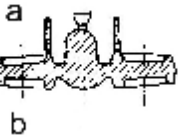
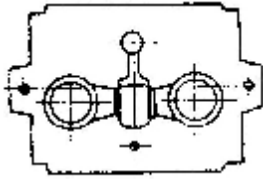


Fig.3.27. Fixarea modelelor pe placa portmodel în cazul unei plăci având ambele suprafețe active: a-placa portmodel; b-piesa

O asemenea placă poate servi și la formarea concomitentă în cazul de jos și de sus în rame demontabile.

## UTILAJE AUXILIARE ALE PROCESULUI TEHNOLOGIC DE FORMARE ȘI TURNARE

### 1. Rame de formare

Ramele de formare sunt foarte importante în procesul tehnologic de formare și turnare trebuind să îndeplinească următoarele condiții:

- să permită ghidarea lor pe placa portmodel în timpul formării;
- să permită ghidarea lor una față de alta la închidere;
- să asigure rezistența formei împotriva presiunii metalostatice, rezistența la transport în timpul procesului tehnologic și după turnare.

Forma și dimensiunile ramelor de formare se determină după ce, în prealabil, se stabilește poziția modelului din formă, suprafața de separație a formei, mărimea și configurația miezurilor.

Ca formă, ramele pot fi rotunde, pătrate, dreptunghiulare, iar în unele cazuri pot avea o configurație mai complicată, în funcție de configurația piesei ce se toarnă aceasta mai ales în cazul producției de serie mare și de masă.

### 2. Alegerea dimensiunilor ramelor de formare și a numărului de modele în formă

Dimensiunile ramelor se aleg în funcție de mărimea modelului și a celorlalte elemente ale rețelei de turnare, a maselotelor, astfel ca să avem o grosime admisibilă a amestecului de formare care înconjoară piesa turnată, pentru a asigura rezistența necesară formei împotriva acțiunii metalostatice a aliajului lichid. Forma mai trebuie să reziste la trepidații în timpul transportului, manipulării și asamblării.

În figura 4.1. sunt redată distanțele între model sau alte elemente ale formei și rama de formare, iar cu ajutorul tabelului 4.1 se pot stabili dimensiunile ramei de formare în funcție de aceste distanțe.

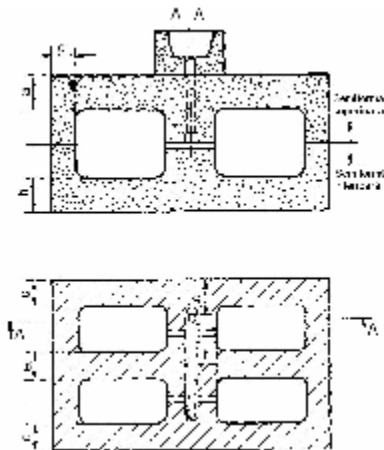


Fig.4.1. Distanțele minime între model sau alte elemente ale formei și rama de formare.

Tabelul 4.1

Stabilirea dimensiunilor ramei de formare în funcție de diversele elemente ale plăcii portmodel și ale formei.

Greutatea piesei,kg	Dimensiuni,mm					
	a	b	c	d	e	f
5	40	40	30	30	30	30
5-10	50	50	40	40	40	30
10-25	60	60	40	50	50	30
25-50	70	70	50	50	60	40
50-100	90	90	50	50	70	50
100-250	100	100	60	60	100	60
250-500	120	120	70	70	-	70
500-1000	150	150	90	90	-	120
1000-2000	200	200	100	100	-	150
2000-3000	250	250	125	125	-	200
3000-4000	275	275	150	150	-	225
4000-5000	300	300	175	175	-	250
5000-10.000	350	350	200	200	-	250
peste 10.000	400	400	250	250	-	250

Majoritatea ramelor sunt executate din oțel prin turnare din elemente separate, care se asamblează prin șuruburi după necesități, sau dintr-o bucată. În cazul pieselor mici atât la formarea mecanizată cât și la formarea manuală se folosesc rame turnate din aliaje de aluminiu. Pentru formarea manuală a pieselor mari și de serie mică se folosesc în special rame turnate din elemente separate îmbinate cu șuruburi sau dintr-o bucată. De multe ori însă pentru construirea ramelor de formare se folosesc profile laminate în acest scop, sau se construiesc din tablă obișnuită ori striată îmbinată prin sudare. La stabilirea numărului și felului de modele care se așează pe placa de model trebuie să se țină seama de următoarele considerente:

- toate piesele turnate să se execute din același aliaj;
- grosimea pereților să fie identică;
- așezarea pentru turnare trebuie să fie identică, de exemplu: orizontală, verticală etc.

La producția de serie mare cea mai convenabilă este așezarea mai multora modele identice pe placă, pe când la producția de serie mică se asamblează pe placă modele diferite, într-un număr proporțional cu numărul diferitelor piese turnate într-un lot.

Modul de așezare a modelelor pe placa portmodel are o importanță deosebită pentru realizarea unui consum redus de amestec de formare pe tona de piese turnate. Este deci necesar ca suprafața plăcii portmodel, respectiv volumul formei să fie utilizate la maximum respectând bineînțeles dimensiunile recomandate în tabelul 4.1. În tabelul 4.2 sunt date dimensiunile ramelor de formare.

Dimensiunile ramelor de formare

Tabelul 4.2

Manevrarea oalei	Lungimea Sau diametrul	Lățimea B, în mm															Dimensiunile găurilor de centrare, mm					
		250	300	350	400	450	500	600	700	800	900	1000	1100	1250	1400	1570	1780	2000	2250	E, mm	Abaterea mm	d H8
		Înălțimea ramei, H, mm																				
Manuală	250	40	60	80	100	120	140	160												330	±0,5	20
	300	40	60	80	100	120	140	160	180											380		
	350	40	60	80	100	120	140	160	180	200										440		
	400		60	80	100	120	140	160	180	200	250									490		
	450			80	100	120	140	160	180	200	250	300								560		
	500				100	120	140	160	180	200	250	300	350							615		
	600					100	120	140	160	180	200	250	300	350						750		
	700						120	140	160	180	200	250	300	350	400					850		
	800						120	140	160	180	200	250	300	350	400					950		
	900							140	160	180	200	250	300	350	400	450						
Mecanică	1000						140	160	180	200	250	300	350	400	450					1180	±1,0	24
	1100							160	180	200	250	300	350	400	450	500				1280		
	1250								160	180	200	250	300	350	400	450	500			1450		
	1400									180	200	250	300	350	400	450	500	600		1600		
	1570										180	200	250	300	350	400	450	500	600	1850		
	1800											200	250	300	350	400	450	500	600	2050		
	2000												200	250	300	350	400	450	500	2250		
	2250													200	250	300	350	400	450	2500		
	2500														250	300	350	400	450	2700		
	2750															250	300	350	400	3000		
	3000															250	300	350	400	3250	±1,5	40
	3500																300	350	400	3750		
	4000																	300	350	4300		
																				4800		
	4500																					

### 3. Elementele constructive ale ramelor de formare

#### 3.1. Elemente pentru prinderea și manevrarea ramelor

Aceste elemente diferă în funcție de mărimea ramei de formare, de modul de manevrare și de felul procesului tehnologic de formare. Ramele manevrate manual sunt prevăzute cu mânere așa cum se observă în figura 4.2.

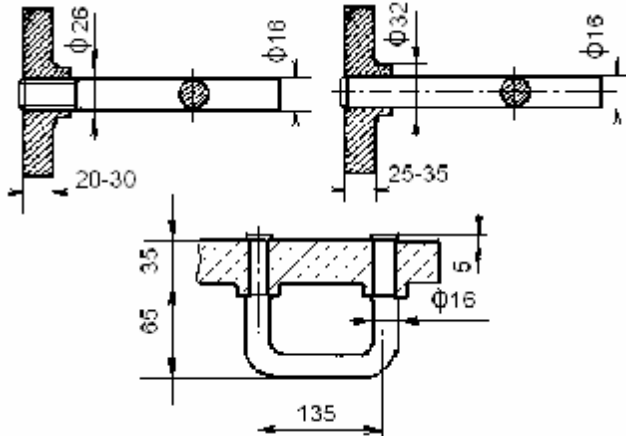


Fig.4.2. Mânere pentru rame de formare manevrate manual  
a-filetate; b-încastrate; c-dublu încastrate

Pentru ramele mari care se manevrează cu macaraua se prevăd cu butoane filetate, încastrate sau tumate. Configurația acestor butoane, figura 4.3 și dimensiunile lor sunt date în tabelul 4.3.

#### 3.2. Elemente pentru ghidarea ramelor de formare

Pentru ghidarea ramelor de formare pe placa portmodel sau pentru ghidarea a două rame una față de alta, la formare ori în timpul asamblării ramele sunt prevăzute cu elemente de ghidare.

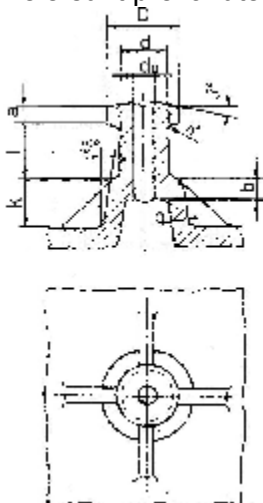


Fig.4.3. Buton turnat

Sarcina admisibilă pe buton			Dimensiuni, mm							
Materialul ramei			d	d <sub>0</sub>	D	a	b	l	R	s
Aluminiu	Oțel	Fontă								
70	<200	<100	20	8	34	7	10	15-25	2	5
150	<500	<250	30	12	51	9	12	25-35	3	8
350	<1000	<500	45	18	76	14	15	35-55	5	11
600	<1750	<900	60	24	102	18	18	50-70	6	15
1000	<3000	<1500	80	32	136	24	22	65-95	8	20
2000	<6000	<2500	100	40	170	30	30	80-120	10	25
3000	-	<3500	120	48	204	36	40	95-145	12	30

Elementele de ghidare sunt cipurile de ghidare și găurile de ghidare. În general o ramă dintr-o pereche de rame are două cipur, iar cealaltă două urechi din care una are o gaură rotundă, iar alta o gaură ovală. Pentru a crește precizia de ghidare unele găuri ale urechilor de rame sunt prevăzute cu bucșe. În figura 4.4 sunt reprezentate câteva variante constructive ale urechilor de rame.

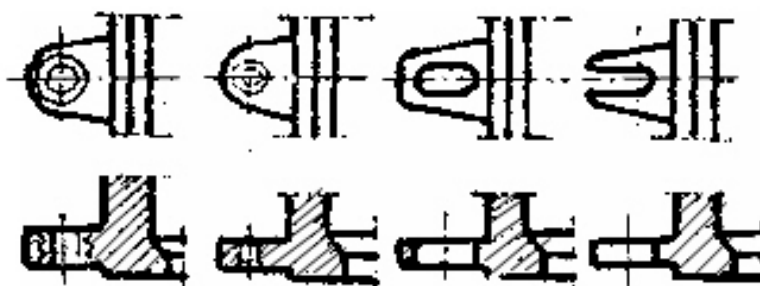


Fig.96 Configurația cilindrică sau ovală a elementelor de ghidare a ramelor de formare: a-cilindrică cu bucșe; b-cilindrică fără bucșe; c-ovală; d-ovală spintecată

În ceea ce privește poziția elementelor de ghidare pe peretele vertical al ramei, acestea pot fi plasate atât la partea superioară, respectiv la suprafața de separație a ramei de formare, sau undeva pe înălțimea peretelui.

În figurile 4.5, 4.6 și 4.7, respectiv tabelele 4.5, 4.6 și 4.7 sunt date dimensiunile și configurația elementelor de ghidare ale ramelor de formare.

Dimensiunile bușelor de ghidare

TABELUL 4.5

d, H11, mm	H mm	D mm	D1 mm	a(h) mm	Dimensiunile ramelor mm
20	20	30	34	4	500
24	25	34	38	5	600 - 1260
28	25	38	42	5	1400 - 2000

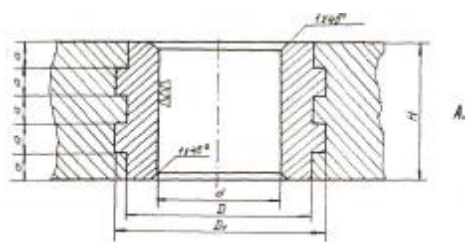
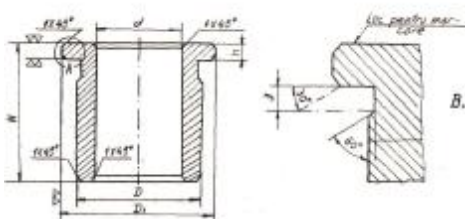


Fig. 4.5 Bucșe de centrare simple: A-fixare prin turnare; B-fixate prin presare



Dimensiunile tijelor de centrare mobile

Tabelul 4.6

Diametrul tije, d, (d11)	d <sub>0</sub> , mm	A				B			α, grade
		L, mm	L <sub>1</sub> , mm	l, mm	D, mm	L <sub>1</sub> , mm	l, mm	D, mm	
20	19	200	120	70	26	120	70	30	3
						140	80		
						160	100		
24	23	210	130	80	30	130	80	34	3
						160	100		
						220	150		
28	27	-	-	-	-	130	80	38	3
						140	90		
						160	100		



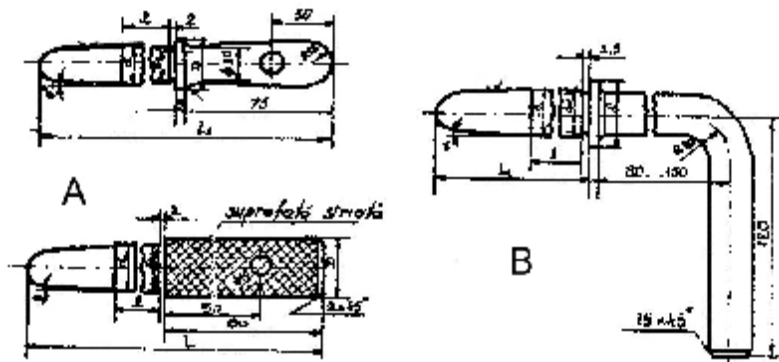


Fig.4.6. Tije de centrare mobile

Diametrul tije de centrare d, (d 9) mm	L	L <sub>1</sub>	L <sub>2</sub>	l	l <sub>1</sub>	l <sub>2</sub>	l <sub>3</sub>	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	d <sub>3</sub>	d <sub>4</sub>
20	141	120	152	70	21	15	17	17	M 16	15	14
	151	130	162	80							
	171	150	182	100							
	221	200	232	150							
	271	250	282	200							
24	177	150	190	100	27	18	22	20	M 20	18	16
	277	200	240	150							
	277	250	290	200							
	327	300	340	250							
	377	350	390	300							

Dimensiunile tijelor de centrare fixe

Tabelul 4.7

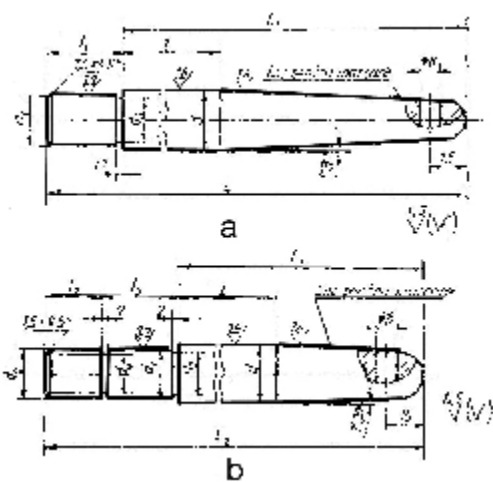


Fig.4.7 Tije de centrare fixe

Bucșele de ghidare fixate prin turnare se execută din OL 60 iar bucșele de ghidare fixate prin presare și tijele de centrare se execută din OLC 10 sau OLC 15 cementate și călite la 45 - 50 HRC înainte de rectificare. Grosimea stratului cementat va fi pentru bucșe de 0,8 – 1 mm iar pentru tije de 1,2- 1,4 mm.

### 3.3 Elemente pentru asigurarea formelor la turnare

Aceste elemente servesc la strângerea formelor înainte de turnare pentru a asigura forma împotriva curgerii aliajului lichid, prin suprafața de separație, ca urmare a acțiunii exercitate de presiunea metalostatică. Cele mai multe forme se asigură prin îngreunare cu greutatea așezate pe formă sau prin strângerea cu șuruburi. Acest procedeu nu este recomandabil decât atunci când forma are rezistența necesară pentru a susține și greutatea suplimentară. În mod normal ramele se prevăd cu elemente de asigurare care se numesc umeri și bride. Bridele se pot obține direct din turnare atunci când ramele se obțin din turnare, sau se pot obține separat și se sudează ori se îmbină prin șuruburi pe peretele ramei.

Configurația și dimensiunile umerilor și bridelor sunt prezentate în figura 4.8 și în tabelul 4.8

În afară de acest sistem de asigurare se mai pot folosi și alte tipuri de asigurare și anume sistem cu cep și pană sau cu șurub și piuliță.

Dimensiunile umerilor și bridelor

Tabelul 4.8

A	N	n	m	c	f	e	g	R	R <sub>1</sub>	k
38	24	15	75	15	75	45	38	65	17	20
46	29	18	80	18	90	55	44	90	20	20
56	34	20	85	20	110	60	52	95	22	22
72	43	24	90	24	130	65	64	110	27	27

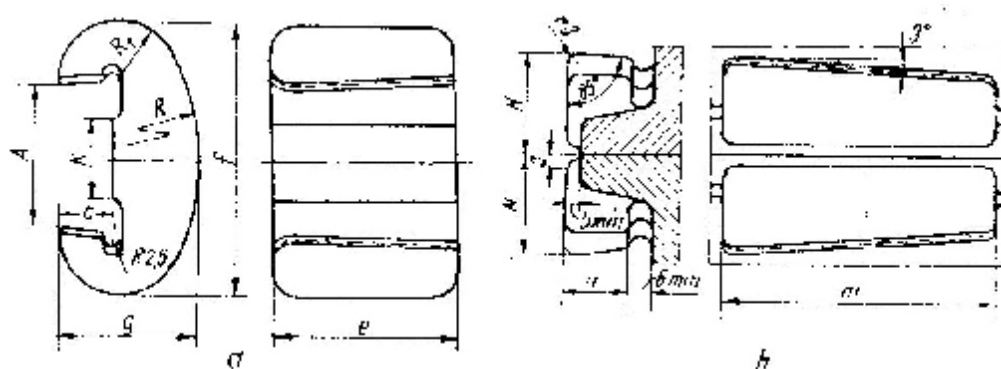


Fig. 4.8. Umeri și bride

### 3.4. Alte elemente constructive ale ramei de formare

Pentru îmbunătățirea uscării, aerisirii și a ușurării ramei în pereții acesteia se pot executa găuri rotunde sau ovale așa cum se poate vedea în figura 4.9. În vederea asigurării rezistenței ramei de formare, a stabilității acestora mai ales după îndesare și pentru a evita căderea amestecului de formare în timpul turnării sau manipulării, ramele se prevăd cu un sistem de traverse. Aceste traverse pot fi obținute prin turnare odată cu rama sau sunt turnate separat și pe urmă montate cu șuruburi pe peretele ramei de formare. În general, traversele se prevăd la ramele mari. În unele cazuri traversele sunt prevăzute cu joante pentru a prelua dilatarea în timpul uscării și în special a turnării. Pentru ușurarea ramei și pentru evacuarea bună a gazelor traversele se pot găuri. Dimensiunile și numărul găurilor sunt în funcție de mărimea traversei.

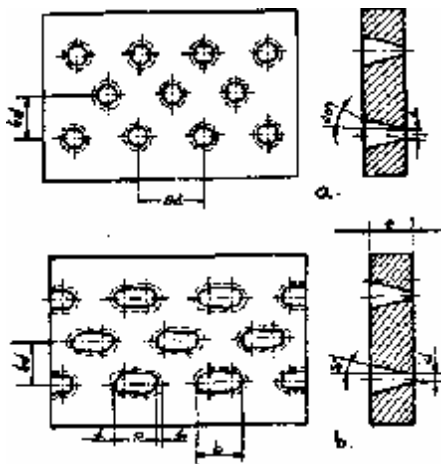


Fig.4.9. Găuri în pereții ramei: a-circulare; b-ovale

### 4. Plăci pentru uscarea miezurilor

După îndesare și extragere din cutie, miezurile au o rezistență scăzută în stare crudă și este necesară uscarea lor pentru a evita deformarea sau distrugerea.

Pentru extragerea miezului din cutie, pentru transportul acestuia și pentru uscare se folosesc plăci de uscare. Forma și dimensiunile plăcilor de uscare sunt impuse de cele mai multe ori de însăși dimensiunile și configurația miezului.

La producția de unicate plăcile de uscare sunt plane având dimensiunile și configurația din figura 4.10 și tabelul 4.9.

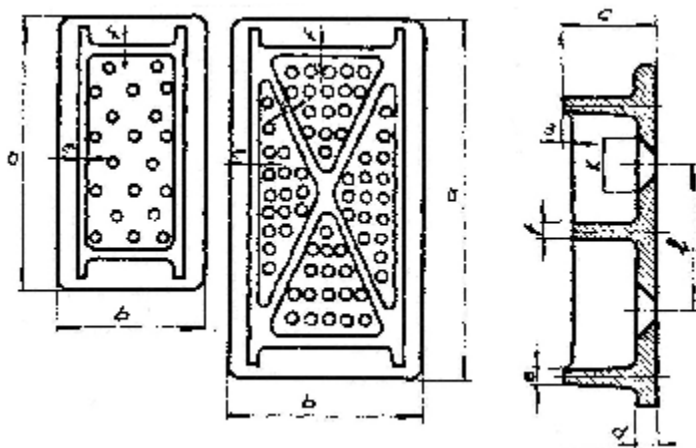


Fig.4.10. Plăci de uscare plane

Dimensiunile plăcilor de uscare plane

Tabelul 4.9

Tipul	Dimensiunile plăcii a x b	c	d	e	f	k	l
1	150x200 200x400	30	5	5	4	10	25
2	300x300 300x600	35	5	5	4	10	25
2	300x650 300x900	40	6	6	5	12	30
2	400x400 400x800	40	6	6	5	12	30
2	500x500 500x700	45	7	7	6	14	35

Pentru uscarea miezurilor de serie mare având o configurație oarecare se utilizează plăci de uscare speciale având suprafața activă profilată, asemănătoare cu a unei jumătăți de cutie de miez. O asemenea placă de uscare este prezentată în fig.95.

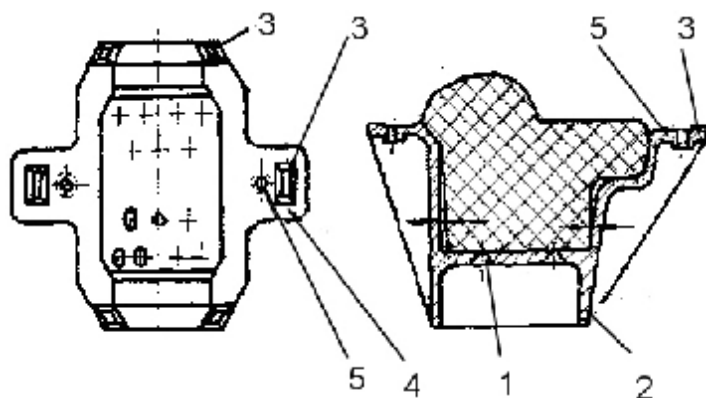


Fig.4.11. Profilul unei plăci de uscare pentru un miez de serie cu configurație complexă.

Placa de uscare poate avea un locaș sau mai multe în funcție de numărul de miezuri care se pot executa în același timp, figura 4.12. Placa prezentată este avantajoasă pentru că dă posibilitatea așezării în stivă fără a se răsturna în timpul transportului și manevrării. Așezarea în stivă este avantajoasă pentru că se utilizează eficient suprafața de uscare și depozitare.

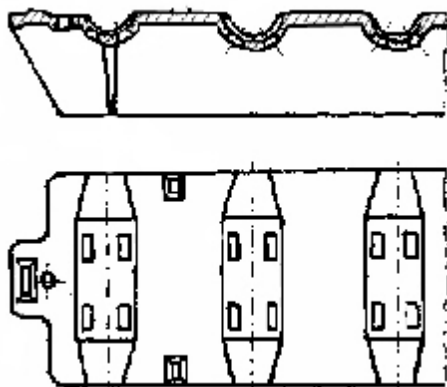


Fig.4.12. Plăci de uscare profilată cu un număr de trei locașuri pentru așezarea miezurilor

Plăcile de uscare se confecționează prin turnare în majoritatea lor din aliaje neferoase și mai rar din fontă sau oțel. De asemenea se pot confecționa și din tablă de oțel. Plăcile de uscare trebuie să aibă o rugozitate mică pentru a se păstra netezimea miezurilor și integritatea lor. Plăcile de uscare se prelucresc pe mașini unelte în prealabil, apoi se finisează manual atunci când profilul nu permite prelucrarea pe mașini.

## 5. Proiectarea formelor temporare pentru turnătorii

Formele temporare, denumite astfel pentru că se distrug după turnare, sunt confecționate din amestec de formare și continuă să ocupe în prezent un loc important în turnătorii deoarece aduc unele avantaje tehnico-economice importante. Printre acestea trebuie amintită marea adaptabilitate la orice fel de configurație și mărime și utilizarea pe scară largă atât la producția de unicate, cât și la producția de serie și de masă.

Proiectarea formelor temporare începe de fapt cu proiectarea garniturilor de model deoarece cu ajutorul acestora se realizează toate elementele tehnologice necesare obținerii formei. Cu toate acestea mai rămân o serie de operații care au același scop și care se execută în timpul procesului tehnologic de formare, miezuire, uscare, vopsire, montare a miezurilor și asamblare a formelor.

### 5.1. Tipuri de desene ale formei

Desenul formei constituie parte integrală a documentației tehnologice de executare a piesei turnate și împreună cu fișa tehnologică trebuie să cuprindă toate datele necesare cu privire la executarea formei și a miezurilor.

Desenele formelor de turnătorie se clasifică după felul proiectului tehnologiei de turnare a pieselor. Se cunosc trei categorii de desene:

- desene amănunțite, folosite la elaborarea proiectelor amănunțite pentru producția de serie și de masă, care indică toate detaliile formei. Desenul executat pe calc va conține reprezentarea asamblării formei, în numărul necesar de vederi și secțiuni, miezurile cu indicarea construcției lor, rețeaua de turnare, răcitoarele, consolidările formei etc.;

- desene rezumate, folosite la proiectele pentru producția de serie mijlocie sau de serie mică și complexitate mare. Aceste desene diferă de primele prin faptul că sunt mai puțin detaliate și că desenele elementelor formei se întocmesc numai excepțional atunci când nu pot fi prezentate suficient de clar în desenul tehnologic;

- desene simplificate folosite de obicei pentru proiectele simplificate corespunzătoare unei producții de unicat și de serie mică. Asemenea desene evidențiază cele mai importante elemente ale formei lăsând la aprecierea executantului unele elemente secundare ca de exemplu armarea miezurilor și a formei, direcția de îndesare a amestecului de formare, prinderea miezurilor etc.

## **5.2. Indicații pe desenele formei**

Desenele amănunțite și desenele rezumate trebuie să conțină următoarele date:

- date de identificare - denumirea piesei, numărul reperului;
- date generale - clasa de precizie, valoarea contracției;
- profilul și dimensiunile formelor și miezurilor;
- mărimea adaosurilor tehnologice și a adaosurilor de prelucrare;
- construcția formelor și miezurilor-armături, modul de îmbinare a miezurilor, aerisirea formei și miezurilor, montajul miezurilor în formă, montarea răcitoarelor, asamblarea formei;
- materialele din care se execută forma și miezurile;
- rețeaua de turnare;
- ramele de formare folosite;
- controlul dimensional al formei și miezurilor.

Pentru simplificarea desenului, pentru o mai clară prezentare a formei și pentru a economisi timpul desenatorului se folosesc frecvent simbolurile convenționale. Aceste simboluri vor fi prezentate în cele ce urmează odată cu operațiunile respective.

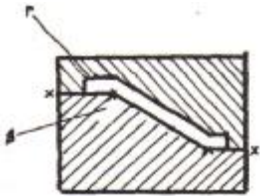
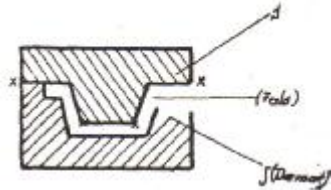
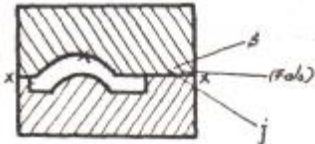
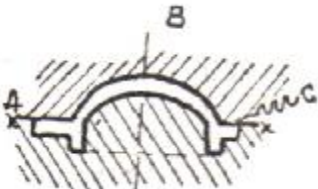
## **5.3. Profilul și dimensiunile formei**

Desenul formei cuprinde printre altele numărul, profilul și așezarea modelelor în formă, suprafața de separație a formei, suprafața de șablonare și divizarea șablonului (pentru formele executate cu șablon), poziția formei la turnare, direcția de extragere a părților demontabile ale modelului, dimensiunile de verificare în formă. Intersecția suprafeței de separație a formei cu suprafața desenului se înseamnă printr-o linie continuă. La capetele liniei și în locurile

unde se frânge (suprafața de separație profilată) se pun cruciulițe. Partea superioară și inferioară a formei se înseamnă cu literele J (jos) și S (sus), așezate imediat deasupra și sub linia de divizare a formei, conform tabelului 4.10.

Tabelul 4.10

Însemnarea suprafețelor de separație a formei și a suprafeței șablonate

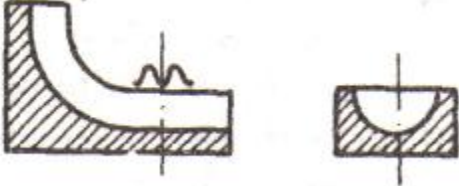
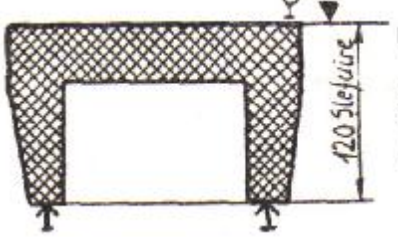
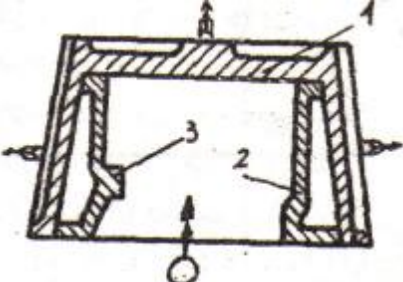
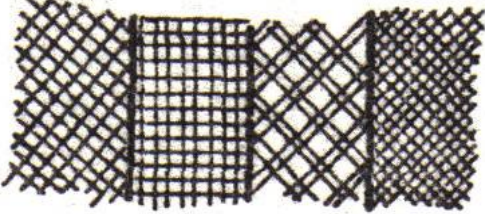

Poz.	Schița	Denumirea
a		Suprafața de separație a formei
b		Suprafața de separație a ramei demontabile
c		Suprafața de separație falsă a formei
d		Suprafața formei șablonate (suprafața A B, C șablonată cu șablonul 1)

Când forma este executată din trei rame părțile formei de turnare se înseamnă cu literele J (jos), M (medie) și S (sus) așezate sub și deasupra liniilor de divizare.

În tabelul 4.11 se prezintă modul de însemnare a miezurilor.

Însemnarea miezurilor

Tabelul 4.11

Poz.	Schita	Denumirea
a		<p>Suprafața de separație a cutiei de miez egalizată cu linealul</p>
b		<p>Suprafața pe care se reazemă miezul la uscare, suprafața șlefuită a miezului. Punctele de reazem ale miezului în timpul șlefuirii</p>
c		<p>Direcția de îndesare a amestecului direcția de scoatere a părților demontabile ale modelului sau cutiei de miez</p>
d		<p>Însemnarea miezurilor prin hașurare</p>
e		<p>Însemnarea miezurilor mari</p>

Când ramele sunt mai multe decât trei se numerotează începându-se de



jos. Când rama este demontabilă alături de litera J sau S se înscrie la paranteză observația (Demont.). Când forma este executată cu o suprafață de separație falsă, alături de litera J sau S care se referă la părțile formei cu profil fals, se adaugă între paranteze "fals".

Suprafața șablonată se înseamnă pe desen cu o linie ondulată și alături se menționează numărul șablonului (de exemplu pentru însemnarea unei suprafețe ABC șablonate se folosește notația S1-ABC). La formele așezate orizontal pentru umplere nu se menționează nici o observație pe desen, în schimb dacă forma se așează înclinat se face mențiunea: "pentru umplere forma se așează sub un unghi de ....°".

Direcția de extragere a părților individuale ale modelului se înseamnă cu săgeți speciale, tabelul 4.11c. Pentru a determina ordinea de extragere din formă a elementelor lângă săgeți se vor menționa numerele care indică ordinea.

Dimensiunile suprafețelor obținute direct cu modelul nu se indică pe desenul formei ci se indică numai dimensiunile care pot suferi modificări la montarea formei cum ar fi de exemplu: dimensiuni rezultate din montarea miezurilor, distanța dintre miez și formă, distanța dintre două miezuri, dimensiunile grosimii pereților la închiderea formei, dimensiunile elementelor formei ajustate în timpul montajului etc.

Abaterile admisibile de la dimensiuni se menționează pe desenul formei numai atunci când depășesc limitele de precizie a piesei turnate. Dimensiunile locașurilor de mărci și jocurile dintre miez și locașuri nu se trec în mod obișnuit pe desen și se menționează numai atunci când mărimile respective depășesc valorile prevăzute în standard ca urmare a ajustării manuale.

#### **5.4. Profilul și dimensiunile miezurilor**

Miezurile se pot reprezenta atât pe desenul formei asamblate cât și individual. Desenul miezului trebuie să cuprindă:

- cantitatea, numărul și profilul miezului;
- suprafața de separație a miezului;
- suprafața de evacuare a excesului de amestec de miez din cutie;
- suprafața de sprijin a miezului în timpul uscării;
- direcția și modul de îndesare a amestecului de miez în cutie;
- direcția de extragere a elementelor componente ale cutiei;
- suprafețele șlefuite ale miezului;
- dimensiunile miezului care trebuie controlate înainte de montaj.

Miezurile se numerotează în ordinea montajului în formă și se simbolizează cu prescurtarea Mz urmată de numărul miezului ( de exemplu Mz 1, Mz 2). Pentru cutia de miez se va folosi simbolul  $C_{mz}$  urmat de numărul miezului.

Suprafața de separație a miezului se marchează cu o linie continuă, dacă miezul este lipit se face alăturat mențiunea corespunzătoare. În tabelul 4.11 sunt prezentate principalele simboluri care se înscriu pe desenul miezurilor.

Dimensionarea elementelor miezului care rezultă din profilul cutiei este inutilă menționându-se numai dimensiunile obținute prin șlefuirea miezului

(manuală sau mecanizată) sau prin montajul câtorva miezuri într-un singur corp asamblat în afara formei. Miezurile se simbolizează prin hașurare dublă. Pentru a evita confuziile care pot apărea la două sau mai multe miezuri alăturate, fiecare miez se va hașura în mod diferit, tabelul 4.11d. Dacă miezurile sunt mai mari se hașurează numai conturul.

## 5.5. Construcția formei și miezurilor

### 5.5.1. Armarea formei și miezurilor

Miezurile și formele pot fi armate cu armături, cârlige sau suporturi etc. Nervurile folosite pentru consolidarea amestecului în formă pot constitui o parte din ramele de formare, ele se pot executa și ca elemente separete din fontă sau din tablă, fixate pe ramă.

Armăturile miezurilor și formelor se pot confecționa prin turnare sub formă de bare sau cadre de diferite forme prevăzute cu țepi sau proeminențe. De asemenea se confecționează frecvent prin sudare. Pentru a reprezenta armăturile cu profile mai complicate este necesar un desen dimensionat.

Armăturile se simbolizează menționându-se:

- simbolul A;
- materialul din care se execută (Fo - fontă Oț - oțel);
- dimensiunile transversale și lungimea armăturii (A x b sau diametrul d, lungimea l);

Simbolizarea unei armături simple executată din sârmă se prezintă astfel: A Oț Ø d x l iar pentru o armătură executată din oțel pătrat A Oț a x b x l. În tabelul 4.12 sunt redată însemnările armăturilor pentru forme și miezuri.

Cârligele se reprezintă indicându-se:

- simbolul Cg;
  - forma cârligului;
  - diametrul d;
  - lungimea l;
  - lungimea barei L (între paranteze) din care s-a confecționat cârligul.
- De exemplu un cârlig în formă de Z se simbolizează Cg Z Ødxl (L)

Suportii se simbolizează prin:

- prescurtarea Sup.;
- dimensiunile laturilor suportului (a x b);
- lungimea suportului l

De exemplu un suport se va reprezenta: Sup. a x b xl.

Cuiele de turnătorie pentru consolidarea formei se vor simboliza prin:

- prescurtarea Cui.
- diametrul cuiului d;
- lungimea cuiului l.

Deci cuiele se vor simboliza: Cui d x l

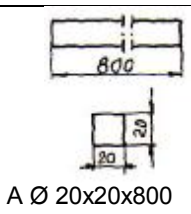
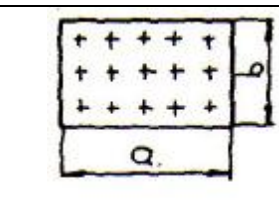
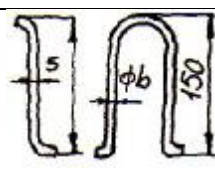
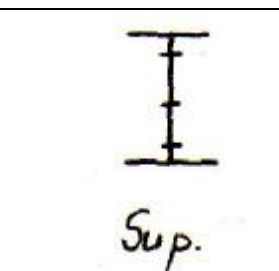
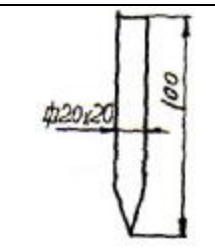
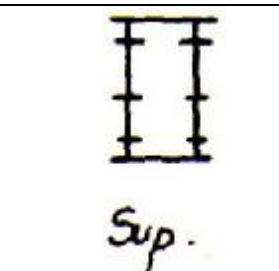
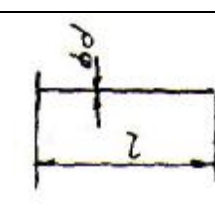
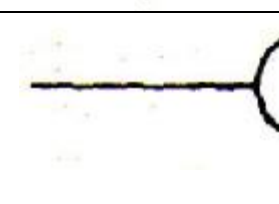
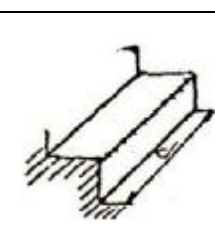
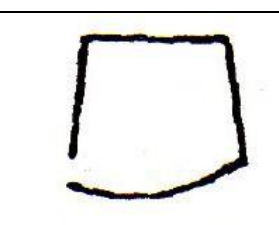
Consolidarea unei margini a formei cu cuie va cuprinde următoarele simboluri:

- simbolul cuielor folosite ( Cui d x l)
- lungimea marginii ce se consolidează L, înscrisă în paranteze;

- numărul de cuie distribuite pe marginea dată, n;  
Deci consolidarea marginii se va simboliza: Cui d x l (L) n

Reprezentarea armăturilor pentru forme și miezuri

Tabelul 4.12

Poz	Schița	Denumirea	Poz	Schița	Denumirea
a.	 <p>A Ø 20x20x800</p>	Nervură definită dreaptă lungă de 800mm și cu secțiunea de 20x20mm	f.		Consolidarea suprafeței (a x b) a formei cu cuie Cui d x l (a x b) • n
b.		Cârlige de consolidare a formei	g.	 <p>Sup.</p>	Suport cu un picior Sup. a x b x l
c.		Tijă pentru consolidarea formei	h.	 <p>Sup.</p>	Suport cu două picioare Sup.2 (a x b x l)
d.		Cui de turnătorie Cui d x l	i.		Suport cu tije
e.		Consolidarea marginilor formei cu cuie Cui d x (L) • n	j.		Suport cutie

Însemnarea consolidării unei anumite părți a suprafeței formei se

compune din:

- simbolul cuielor folosite (Cui d x l);
- dimensiunile suprafeței consolidate (a x b);
- numărul de cuiere repartizate pe suprafața consolidată, n;

Deci simbolizarea va fi astfel: Cui. d x l (a x b) n. Conturul suprafeței consolidate se marchează cu o linie subțire și se dimensionează.

### 5.5.2. Îmbinarea miezurilor și părților formeii

La formele care necesită miezuri exterioare sau miezuri interioare complexe (alcătuite din mai multe miezuri simple) ori la formele executate numai din miezuri se impune operația de îmbinare a miezurilor simple sau a miezurilor care compun forma. Îmbinarea se poate executa prin mai multe metode, mai des întâlnite fiind lipirea și înșurubarea.

Lipirea se reprezintă cu prescurtarea lip. Îmbinarea miezurilor prin comprimare umedă se simbolizează prin prescurtarea lip.umed. Pentru simbolizarea miezurilor uscate se folosește prescurtarea usc. De exemplu: Mz 2 usc.

Lipirea cu un amestec de argilă se simbolizează cu lip.argil. iar lipirea cu o soluție de dextrină cu lip. dextr.

Dacă pentru îmbinarea miezurilor se utilizează câteva sortimente de clei numerotate, simbolul se compune din prescurtarea lip și numărul sortimentului de clei, de exemplu lip.3.

Pentru a simboliza lipirea a două miezuri în stare uscată se va menționa: de exemplu lip.argil. (Mz 2 usc. + Mz 3 usc.)

Pentru lipirea unui miez umed în miez uscat folosind dextrina se va înscrie de exemplu: lip.dextr.(Mz 1 umed + Mz 2 usc.)

Lipirea miezurilor uscate într-un miez umed colector poate fi realizată prin două procedee:

- se încheiază miezurile uscate (Mz 2 și Mz 3) într-un miez umed Mz 1 după scoaterea din cutie;

- miezurile uscate (Mz 2 și Mz 3) se introduc în locașurile corespunzătoare ale cutiei de miez, în care se va îndesa miezul Mz 1. Conform principiului de simbolizare miezurile cuprinse între paranteze se menționează în ordinea montajului. În acest caz cele două procedee de îmbinare amintite mai sus se pot simboliza astfel

-Lip.dextr.( Mz 1 umed + Mz 2 usc. + Mz 3 usc.)

-Lip.dextr.( Mz 2 usc. + Mz 3 usc. + Mz 1 umed)

Îmbinarea miezurilor prin înșurubare se simbolizează astfel:

- prescurtarea "înșurub.";

- numărul șuruburilor n;

- dimensiunile șurubului;

- numerele miezurilor îmbinate.

De exemplu două miezuri Mz 1 și Mz 2 îmbinate prin înșurubare cu două șuruburi M 20 x 200 se vor simboliza astfel:

înșurub 2 (M 20 x 200) (Mz 1 + Mz 2).

### 5.5.3. Aerisirea miezurilor și a formei

Miezurile și formele trebuie să aibă o permeabilitate capabilă să asigure evacuarea gazelor care se produc la turnare pentru a se evita formarea suflurilor. În acest scop prin forme și miezuri se execută canale de aerisire prin care se evacuează în atmosferă o parte din gazele formate la turnare.

Cele mai utilizate metode de aerisire a formelor și miezurilor sunt următoarele:

- înțeparea cu vergeaua;
- scoaterea barelor montate în formă;
- tăierea unui șanț în suprafața de separație a formei sau miezului;
- presarea unui șanț;
- practicarea unor canale cu ajutorul unui șnur ceruit;
- executarea de canale cu o bucată în formă de spirală;
- executarea de canale cu o funie de paie sau de talaș;
- executarea de canale cu o sfoară de cânepă;
- executarea de canale cu țevi;
- aerisire printr-un fus găurit (pentru miezurile șablonate pe placă).

În tabelul 4.13 sunt date simbolizările canalelor de aerisire pentru forme și miezuri iar în tabelul 4.14 sunt date norme de aerisire.

Însemnarea înțepării cu vergea se compune din:

- simbolul G (gaze);
- săgeata îndreptată în direcția evacuării gazelor;
- dimensiunile diametrului  $d$  și a lungimii găurii 1;

Simbolul are aspectul:  $G \uparrow d \times l$ .

Însemnarea înțepării multiple de-a lungul unei linii drepte sau curbe se compune din:

- simbolul înțepării ( $G \uparrow d \times l$ );
- lungimea conturului înțepat ( $L$ );
- numărul de înțepări pe conturul dat,  $n$ .

De exemplu:  $G \uparrow d \times l (L) - n$ .

În cazul când înțepările se execută pe circumferința unui cerc în locul lungimii conturului ( $L$ ) se menționează diametrul cercului după cum urmează:  $G \uparrow d \times l (\Phi D) - n$ .

Simbolizarea înțepării unei anumite părți a suprafeței se compune din:

- simbolul înțepării ( $G \uparrow d \times l$ );
- dimensiunea suprafeței supuse înțepării ( $a \times b$ );
- numărul de înțepări pe suprafața dată,  $n$ ;


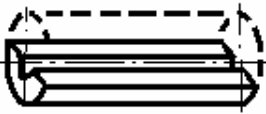
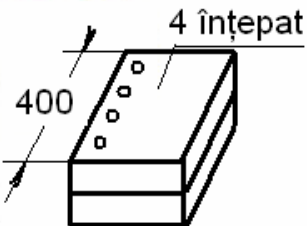
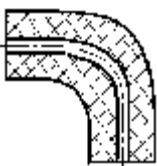
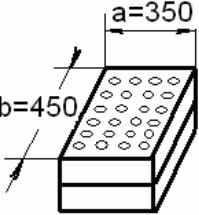
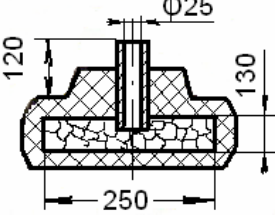
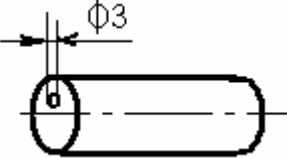

De exemplu:  $G \uparrow d \times l (a \times b) - n$ .

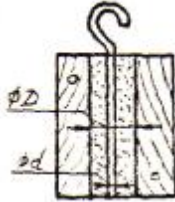
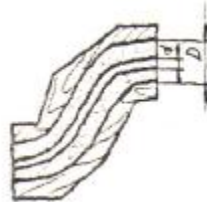
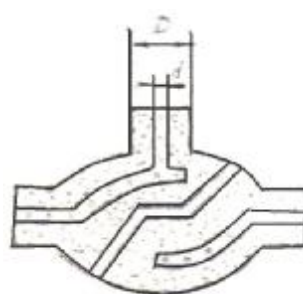
Conturul suprafeței supuse înțepării se marchează cu o linie subțire și se dimensionează.

Reprezentarea aerisirii obținute prin extragerea unei bare simple, introdusă în formă la îndesare se compune din:

- simbolul  $G \uparrow \text{extr}$ ;
- dimensiunile diametrului  $d$  și lungimii barei  $l$ ;

Deci simbolul va fi:  $G \uparrow \text{extr. } d \times l$ .

Pozitia	Schița	Denumirea	Pozitia	Schița	Denumirea
a		Înțepare cu vergele	e	 G șanț 3x5 G șanț presat 3x5	Șanț de aerisire
b	 G13x100(400)-11	Înțepare pe o lungime de 400 mm	f	 G xxxx 12 x 400	Aerisire cu șnur ceruit funie de paie sau de talaș
c	 G13x100(350x450)-48	Înțeparea unei anumite părți a suprafeței	g	 G țevă 25x120	Aerisire cu țevă
d	 Gextr 3x120	Aerisire prin extragerea unei vergele	h	 G fus 250x1500	Aerisire printr-un fus găurit

Mijloace de aerisire	Norme de aerisire						
<p>Aerisirea formelor cu vergele drepte sau cu ajutorul unor sârme instalate dinainte în cutia de miez și care se scot prin pereții acesteia.</p> 	Diametrul sau grosimea miezului D, mm.	<20	30	40	50	70	100
	Diametrul canalului de aerisire d, mm	3	5	7	10	15	20
<p>Aerisirea miezurilor curbe</p> 	Șpan de oțel înfășurat						
	Diametrul sau grosimea miezului D, mm	20	30	40	50	70	100
	Diametrul șpanului d, mm	3	5	7	10	15	20
	Șnur de ceară						
	Diametrului șnurului d, mm	3	5	6	7	-	-
<p>Aerisirea miezurilor cu canale în diferite direcții</p> 	Funie de paie sau talaș de lemn						
	Diametrul funiei D, mm	-	-	-	-	15	25
	Diametrul canalului D, mm	15	20	30	40	50	60
	Diametrul canalului împunsăturii, mm	3	3	5	5	7	7
	Numărul de împunsături pe dm <sup>2</sup>	5-6	6-8	6-8	8-10	6-8	8-10

Pe desen orificiul de aerisire se marchează cu două linii paralele la care eventual se adaugă și o săgeată care indică direcția de evacuare a gazelor.

Reprezentarea șanțului de aerisire executat pe suprafața de separație se compune din:

- simbolul G șanț;
- însemnarea profilului șanțului ( $\nabla$  triunghi,  $\square$  dreptunghi);
- raportul dimensiunii bazei a și înălțimii h.

Simbolul are aspectul: G șanț  $\nabla$  a x h.

Simbolizarea șanțului de aerisire presat cu ajutorul plăcii de aerisire pe suprafața miezului, se obține înlocuindu-se simbolul G șanț cu simbolul G șanț presat.

Simbolizările aerisirilor cu ajutorul șnurului ceruit, așchiilor metalice spiralate, funiei de paie sau talaș, sforii de cânepă, țevii și fusului găurit, se compune din:

- simbolul G;
- simbolul corespunzător pentru fiecare fel de aerisire;
- raportul dimensiunilor diametrului d și lungimii L ale șanțului;

Simbolizările sunt arătate la pozițiile f, g și h din tabelul 4.13. Adaosul unui strat de coacă în miez sau în sol se reprezintă ca la poziția f, din același tabel. Conturul adaosului se marchează cu o linie subțire și se dimensionează.

#### 5.5.4. Reprezentarea răcitorilor exteriori

Răcitorii exteriori pot fi plani sau profilați după conturul părții răcite a piesei turnate. Pentru răcitorii cu profil complex se întocmește desen, separat. Răcitorii exteriori cu profile simple, tabelul 4.15, se reprezintă astfel:

- placă plană dreptunghiulară cu grosimea g și dimensiunile a x b:

Răcit. exter. g x a x b.

- placă rotundă plană cu grosimea g și diametrul d:

Răcit. exter. g x  $\emptyset$  d.

- plăcuță dreptunghiulară cu grosimea g și dimensiunile l x a încovoiată pe diametrul D în direcția g:

Răcit.exter. g x  $\frac{l \cdot a}{\Phi D}$ ;

- bară dreaptă rotundă cu diametrul d și lungimea l:

Răcit.exter.  $\emptyset d$  x l;

- bară rotundă cu diametrul d și lungimea l, încovoiată în formă de segment de inel pe diametrul D:

Răcit.exter.  $\emptyset d$  x l/D

- răcitorul în formă de plăcuță, paralelipipedică executată din magnezită (sau dintr-un alt material) cu conductibilitate termică mare, cu dimensiunile a x b x c:

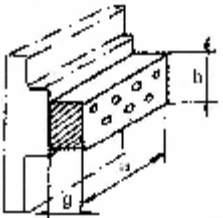
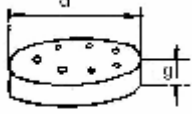
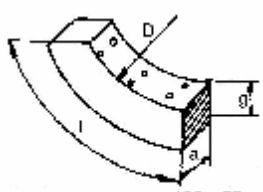
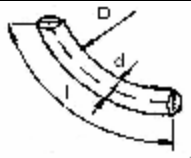
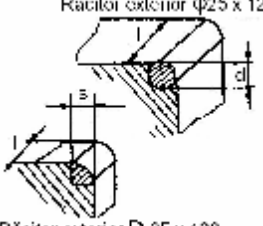
Răcit.exter. Mg a x b x c

- bara cu profil rotund se înlocuiește adesea cu un profil mai rațional (secțiunea are forma unui sfert de cerc). În acest caz simbolul va fi:

Răcit.exter. a x l.

Secțiunile răcitorilor metalice se hașurează la fel ca secțiunile elementelor metalice.



Poz.	Schița	Denumirea
a	 <p>Răcitor exter. 20 x 100 x 40</p>	<p>Răcitor exterior în formă de placă plană dreptunghiulară plană găurită:</p> <p>Răcit. exter. <math>g \times a \times b</math>.</p>
b	 <p>Răcitor exterior 20 x Ø65</p>	<p>Răcitor exterior în formă de placă rotundă plană găurită:</p> <p>Răcit. exter. <math>g \times \text{Ø } d</math>.</p>
c	 <p>răcitor exterior 20 x 100 x 50 Ø200</p>	<p>Răcitor exterior în formă plăcuță dreptunghiulară curbată după diametrul D:</p> <p>Răcit.exter. <math>g \times \frac{l \cdot a}{\Phi D}</math> ;</p>
d	 <p>Răcitor exterior Ø20 x 100 Ø150</p>	<p>Răcitor exterior în formă de bară rotundă încovoiată după diametrul D:</p> <p>Răcit.exter. <math>\text{Ø } d \times l / \text{Ø } D</math></p>
e	 <p>Răcitor exterior Ø25 x 120</p> <p>Răcitor exterior ▽ 25 x 120</p>	<p>Răcitor exterior în formă de bară dreaptă rotundă:</p> <p>Răcit.exter. <math>\text{Ø } d \times l</math>;</p> <p>Răcitor exterior în formă de bară profilată:</p> <p>Răcitor exter. ▽ <math>a \times l</math></p>

### 5.5.5. Reprezentarea răcitorilor interiori

Răcitorii interiori care se folosesc cel mai des la piesele turnate din oțel pot avea profile și mărimi foarte variate în funcție de conturul și grosimea zonei ce trebuie să fie răcită. Răcitorii interiori cu profil complicat necesită desene separate care se dimensionează. Răcitorii interiori simple folosiți în mod general se simbolizează indicându-se:


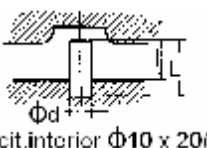
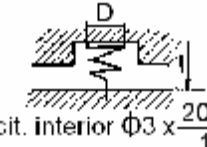
- simbolul - răcit. inter.;
- dimensiunile răcitorului ;
- determinarea mai detaliată a tipului de răcitor;

Răcitorii interiori cel mai des utilizați sunt:

- răcitorul cilindric: Răcit.inter.  $\varnothing d \times l$ ;
- răcitor interior sub formă de caia pentru potcoave de cai: Răcit.inter.h;
- bară dreaptă rotundă cu diametrul  $d$ , cu lungimea acoperită prin turnare  $l$  și cu lungimea totală  $L$ : Răcit.inter.  $\varnothing d \times l(L)$ .

Simbolizarea răcitorilor interiori.

Tabelul 4.16

Poz.	Schița	Denumirea
a	 Răcit.inter. 20	Răcitor interior în formă de caia Răcit.inter.h
b	 Răcit.interior $\varnothing 10 \times 20(35)$	Răcitor interior în formă de bară dreaptă rotundă: Răcit.inter. $\varnothing d \times l(L)$ .
c	 Răcit. interior $\varnothing 3 \times \frac{20(90)}{18}$	Răcitor interior în formă de spirală cu sârmă , diametrul spiralei $d$ și lungimea $l$ . Răcit. Inter. S $\varnothing d \times l (L)/D$

-bară rotundă cu diametrul  $d$  și lungimea  $l$ , încovoiată în formă unui sector de inel pe diametrul  $D$ :

$$\text{Răcit.inter. } \varnothing d \cdot \frac{l}{\varnothing D}$$

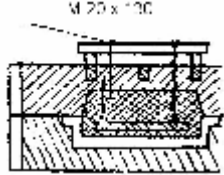
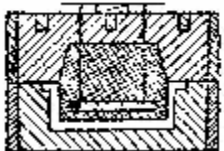
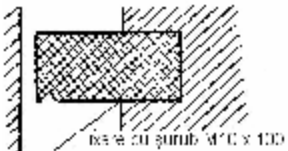
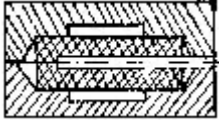
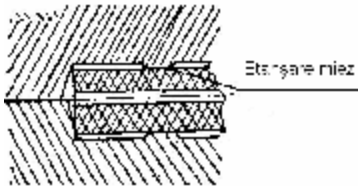
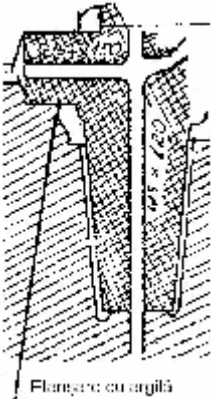
- spirală de sârmă cu diametrul  $d$ , înfășurată pe diametrul  $D$ , cu lungimea spirei  $l$  și cu lungimea sârmei desfășurate  $L$ :

$$\text{Răcit.inter. S } \varnothing d \cdot \frac{l(L)}{\varnothing D}$$

Simbolizările acestor răcitori sunt date în tabelul 4.16. Răcitorii exteriori și interiori se numerează și se includ în tabelul de componență al desenului, indicându-se în același timp materialul din care sunt executate, numărul de bucăți și metoda de protejare împotriva coroziunii (cositorire, cuprare etc).

Simbolizarea fixării miezurilor în formă

Tabelul 4.17

Poz.	Schița	Denumirea
		<p>Se fixează miezurile cu două vergele filetate la capătul superior.</p>
b		<p>Se fixează miezurile cu sârmă.</p>
c		<p>Se fixează cu șuruburi M10x100.</p>
d		<p>Etanșarea cutiei de miez cu argilă. Duritatea superficială 60D. Vopsirea formei cu vopsea nr...</p>
e		<p>Etanșarea miezului cu un inel din amestec de miez.</p>
f		<p>Îmbinare experimentală cu argilă pentru a verifica grosimea pereților. La dimensiunea nominală se adaugă simbolul x.</p>

### 5.5.6. Reprezentarea fixării miezurilor în formă

Modul de așezare și de prindere a miezului în formă depinde de mărimea, profilul și construcția miezului, precum și de starea formei (crudă sau uscată).

Dacă suntem siguri că miezul nu va fi ridicat sub acțiunea presiunii metalostatice a aliajului lichid și că nici nu coborâ sub greutatea lui proprie, fixarea lui în formă este inutilă. În caz contrar, miezurile se lipesc, se fixează cu vergele filetate, cu sârmă, cu șuruburi sau se sprijină cu suporturi de miez. În tabelul 4.17 sunt prezentate simbolizările variantelor de fixare a miezurilor în forme. La poziția a este prezentată fixarea miezului cu ajutorul vergelelor filetate la partea superioară pentru a permite strângerea cu piulițe deasupra unei traverse. În poziția b este reprezentată fixarea miezului suspendat cu ajutorul sârmei. În simbol se indică diametrul  $d$  și lungimea sârmei  $l$ .

Simbolizarea fixării miezului cu șuruburi este dată la poziția c. În simbol se indică numărul de șuruburi, diametrul  $d$  și lungimea lor  $l$ . Dacă miezul este așezat în locaș fără etanșarea suplimentară, nu se vor face notări suplimentare. Etanșarea cutiei de miez cu un cordon executat din argilă se reprezintă prin simboluri "etanșare argilă".

Etanșarea miezului în locașul unei forme crude cu ajutorul unui cordon presat din amestec, executat în locașul formei se reprezintă ca "etanșare miez".

### 5.6. Asamblarea formei

În cazul producției de unicate și de serie mică, pentru a se verifica grosimea pereților orizontali ai piesei înainte de asamblarea definitivă a formei, uneori se execută o închidere experimentală, așezându-se pe partea inferioară a formei și pe miezuri cordoane de argilă moale. Pe baza înălțimii cordoanelor strivite se determină grosimea pereților piesei turnate.

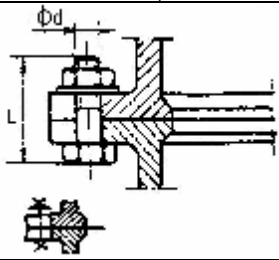
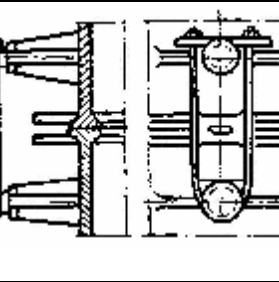
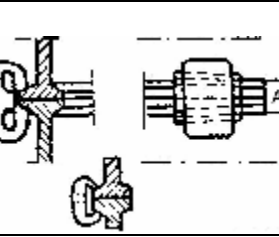
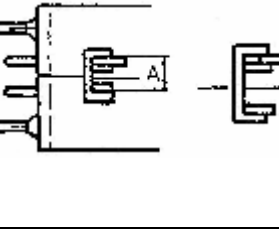
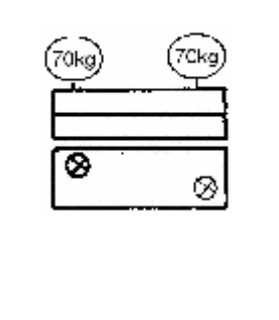
Pentru a însemna pe desenul formei că unele dimensiuni trebuie verificate prin cordoane de argilă, pe lângă numărul dimensiunii se adaugă simbolul "x", tabelul 4.17f.

Ramele de formare se assemblează în general:

- cu șuruburi;
- cu șuruburi de fixare;
- cu umeri și brâie;
- cu șuruburi și pene;
- cu cleme.

Simbolizările asamblării formei sunt date în tabelul 4.18. În afară de aceste sisteme de asamblare, atunci când formele nu sunt asigurate împotriva ridicării de către metalul lichid, se procedează la îngreunarea formelor.

Acest procedeu este mai des întâlnit la formarea în solul turnătoriei sau în

Poz.	Schita	Denumirea
a		<p>Asamblarea ramelor de formare cu șuruburi.</p>
b		<p>Asamblarea ramelor de formare cu șuruburi de strângere.</p>
c		<p>Asamblarea ramelor de formare cu cleme.</p>
d		<p>Asamblarea ramelor de formare prin cleme cu pană</p>
e		<p>Îngreunarea formei cu două greutateți de 70kg.</p>

rame, la care folosirea bridelor nu este posibilă.

Presiunea cu care aliajul lichid împinge în sus semiforma superioară și eare trebuie echilibrată prin îngreunare, este egală cu greutatea unei coloane imagine de aliaj lichid, având secțiunea piesei și înălțimea egală cu distanța de la nivelul superior al piesei până la nivelul aliajului lichid din pâlnia de turnare.

Calculul masei  $M$  de îngreunare pentru o piesă de formă cubică, figura 4.13, se face astfel:

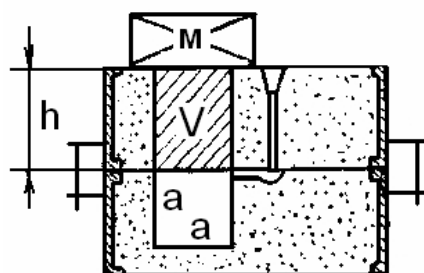


Fig.4.13. Piesă, simplă, cubică fără miez.

$$M = V \cdot \rho \quad (\text{kg})$$

în care:

-  $\rho$  este densitatea materialului;

-  $V = a \times a \times h$  ( $\text{dm}^3$ );

Pentru cazul unei piese tubulare, figura 4.14, calculul masei  $M$  de îngreunare se efectuează cu formula:

$$M = M_1 + M_2$$

$$M_1 = (l \cdot d_2 \cdot h - \frac{\pi d_2^2}{4} \cdot \frac{l}{2}) \rho = V \cdot \rho$$

$$M_2 = \frac{\pi \cdot d_1^2}{4} \cdot l \cdot \rho$$

în care:

-  $M_1$  este preluată de formă;

-  $M_2$  preluată de miez;

-  $\rho$  densitatea metalului;

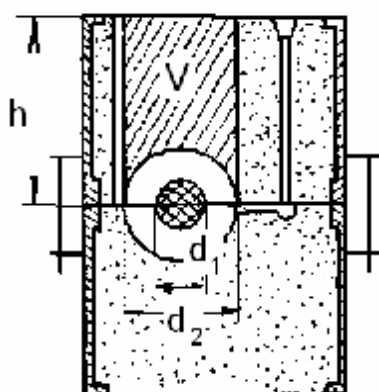


Fig.4.14 Piesă cilindrică cu miez

Soluția aleasă pentru consolidarea formelor depinde în general de metoda de formare și de caracterul producției. Astfel în cazul formării manuale se așează greutatea pe rama superioară, iar în cazul formării mecanizate cu turnare pe conveyer, semiformele se strâng cu cleme sau se consolidează cu greutatea, operația de așezare și ridicare a greutăților după turnare făcându-se mecanizat.

Formele mari ar necesita prea multe greutăți pentru consolidare și de aceea se recurge la șuruburi sau traverse și șuruburi de strângere.

Pentru a preveni distrugerea formei greutățile trebuie să se sprijine pe rama de formare, nu pe amestec. Ca măsură de siguranță greutățile se așează pe traverse care la rândul lor se sprijină pe rama de formare.

Supraîncărcarea formei cu greutate nu este dăunătoare pentru calitatea piesei, dar se consumă inutil manoperă. În cazul unei consolidări insuficiente, chiar dacă aliajul lichid nu curge prin suprafața de separație, se poate produce ridicarea semiformei superioare ceea ce are drept urmare apariția bavurilor și creșterea înălțimii piesei. În acest fel crește manopera la curățire și la prelucrarea mecanică și crește cantitatea de metal sub formă de așchii.

Reprezentările asamblării și îngreunării formelor sunt date în tabelul 4.18.

### **5.7. Reprezentarea materialelor de formare**

Simbolurile pentru reprezentarea materialelor de formare folosite cel mai frecvent sunt date în tabelul 4.19.

Pentru amestecuri de formare se întrebuițează simbolul Af.

Pentru a indica ce aliaj se va turna după simbolul Af se vor trece simbolurile: f-fontă, o-oțel, n-aliaje neferoase.

Amestecul unic folosit la formarea mecanizată se va reprezenta pe desen cu linii subțiri continue înclinate. Amestecul de model se va reprezenta cu linii discontinue subțiri trasate între liniile continue, iar amestecul de umplere se reprezintă punctat, simbolul fiind  $A_{umpl}$ . Amestecul de miez se simbolizează cu  $A_m$  și se reprezintă pe desen dublu hașurat. Pentru a indica natura aliajului de turnare se vor folosi aceleași simboluri ca și la amestecul de formare.










### **5.8. Reprezentări privind uscarea și vopsirea formelor și miezurilor**

Pentru creșterea rezistenței mecanice și a permeabilității formelor și mai ales a miezurilor, acestea trebuie uscate. La piese mici și la piesele turnate din fontă și neferoase datorită temperaturii mai scăzute de turnare se pot utiliza și formele crude. Pentru a însemna starea umidității amestecului de formare sau de miez se folosesc următoarele simboluri:

- forma crudă „crud”;
- formă uscată superficial „usc.superf.”;
- forma uscată la temperatura  $t^{\circ}C$  „usc. ( $t^{\circ}C$ )”;
- forma întărită chimic „înt.chim.”.

Metodele și regimurile de uscare sunt date în tabelele 4.20, 4.21, 4.22 și în 4.23.

Temperatura de uscare a miezurilor este în funcție de felul liantului folosit. În tabelul 4.21 se dau temperaturile maxime și optime de uscarea miezurilor confecționate cu diferiți lianți. Durata de uscare a miezurilor depinde de volumul miezurilor și de natura lianților folosiți, tabelul 4.22.

Poz.	Schița	Denumirea
a		Amestec de formare unic pentru piesele turnate din fontă. Simbol Af f
b		Amestec de model
c		Amestec de miez pentru piese turnate din fontă simbol Am f
d		Pământ, simbol Pm
e		Cărămidă obișnuită simbol C <sub>ș</sub> .
f		Cărămidă de șamotă simbol C <sub>ș</sub> .
g		Strat de intercalare de cocs, simbol Cocs.
h		Amestec de umplere simbol A <sub>umpl.</sub>
i		Argilă, simbol A <sub>gl.</sub>



Metoda	Descriere	Domeniul de utilizare
Uscare cu gaze arse	Gazele arse se trimit spre suprafețele formelor și miezurilor care trebuie uscate, prin intermediul injectoarelor. Se pot folosi și cuptoare cu tiraj natural sau cu recirculație.	La uscarea superficială sau totală a formelor și miezurilor (indiferent de liant).
Uscare cu căldură radiată	Se realizează cu raze infraroșii produse de becuri speciale sau cu arzătoare speciale de gaze naturale.	Numai pentru uscarea superficială a formelor sau uscarea totală a miezurilor subțiri cu orice fel de liant. Uscarea intensivă provoacă supraîncălzirea straturilor superficiale.
Uscare prin curenți de înaltă frecvență	Uscarea are loc datorită căldurii produse de câmpul magnetic variabil, prin așezarea miezului între electrozii contactorului oscilant al generatorului de înaltă frecvență. Viteza de uscare scade cu creșterea lungimii de undă sau cu scăderea frecvenței.	Numai pentru uscarea totală a miezurilor fără armături metalice. Viteza de uscare este mare iar regimul de uscare foarte precis. Se pretează la realizarea uscării pe conveyer. Această metodă de uscare este mai scumpă decât celelalte.
Întărire cu CO <sub>2</sub>	Amestecurile pentru forme și miezuri preparate pe bază de nisip cuarțos și silicat de sodiu, se întăresc pe cale chimică prin trecerea unui curent de CO <sub>2</sub> prin masa amestecului.	Pentru miezuri de orice dimensiuni și pentru forme de toate mărimile. Procedeu ieftin în cazul preparării în uzină a CO <sub>2</sub> .

Durata de uscare a miezurilor, în ore

Tabelul 4.21

Liantul utilizat	Temperatura de uscare, °C	
	Maximă	Optimă
Melasă	175	150 - 175
Colofoniu	175	-
Dextrină și leșie sulfurică	180	160 - 180
Făinuri	240	200 - 220
Uleiuri	250	200 - 250
Argilă și bentonită	375	300 - 350
Silicat de sodiu	250	220 - 250
Rășini sintetice	350	280 - 350
Ciment Portland	Temperatura camerei	

Durata de uscare a miezurilor, în ore

Tabelul 4.22

Volumul miezului dm <sup>3</sup>	Miezuri cu lianți organici	Miezuri cu argilă	Miezuri cu silicat de sodiu
<1,0	1 - 2	2 - 3	0,5
1,0 - 15	2 - 3	4 - 5	
15 - 25	3 - 4	6 - 7	0,75
25 - 50	4 - 5	8 - 9	
50 - 100	5 - 6	10 - 11	1,0
100	6 - 7	12 - 14	

Vopselele de turnătorie sunt materiale antiaderente care se aplică pe suprafața formelor și miezurilor înainte de uscare cu scopul de a realiza un strat refractar la suprafața de contact cu aliajul lichid. În cazul formelor crude nu se pot folosi vopselele de turnătorie deoarece au un conținut ridicat de apă și la turnare există posibilitatea degajării unei mari cantități de vapori ceea ce duce la apariția suflurilor.

În compoziția vopselelor de turnătorie intră un material refractar și un liant. Ca material refractar se folosește grafitul pentru piesele din fontă și praful de cuarț pentru piesele turnate din oțel.

În vederea obținerii vopselelor, materialul refractar se amestecă cu apă și se agită pe cale mecanică sau cu ajutorul unui curent slab de aer pentru a-l menține în suspensie. Deoarece materialul refractar are tendință pronunțată de sedimentare, se mărește viscozitatea amestecului astfel obținut prin adăugare de argilă sau bentonită (stabilizatori), care îndeplinesc și rolul de liant. Pentru

mărirea aderenței la pereții formei, în vopselele de turnătorie se mai adaugă și alți lianți ca: leșie sulfurică, dextrină, etc.

Compoziția vopselelor de turnătorie depinde de natura aliajului care se toarnă așa cum se poate observa în tabelele 4.24, 4.25, 4.26, 4.27, 4.28 și 4.29 care cuprind principalele rețete de vopsele tipizate.

Vopsirea formei se simbolizează cu Vf iar vopsirea dublă cu 2 Vf. Vopselele sunt și ele simbolizate așa cum rezultă din tabelele sus-menționate și în simbolul general al vopsirii se vor trece în paranteze. De exemplu, vopsirea formelor pentru turnarea oțelului cu vopsea VO 3 se va simboliza: Vf (VO 3).

Pentru pudrarea formei nu se prevăd însemnări speciale.

Regimul de uscare a formelor executate în rame și în sol Tabelul 4.23

Dimensiunile Interioare medii ale ramelor, m	Fonta cenușie și aliaje neferoase					Oțel					Uscare cu uscător transportabil formare în sol**	
	Prima uscare			A doua uscare*		Prima uscare			A doua uscare*			
	Temperatura*** °C	Durata de încălzire a cuptorului, h	Durata ciclului de uscare, h	Temperatura, °C	Durata de uscare, h	Temperatura °C	Durata de încălzire a cuptorului, h	Durata ciclului de uscare h	Temperatura, °C	Durata de uscare, h	Temperatura gazelor care spală forma, °C	Durata de uscare, h
0,5x0,6-1,2x0,8	400	4-5	6-8	180	0,5	450	6-7	8-12	200	0,5	400	9
1,2x0,9-3,0x2,0	400	6-7	8-12	200	1-1,25	450	7-8	16-20	250	1,5	400	12
3,5x2,0-5,5x4,0	450	8-9	16-24	200	1,5-2	500	8-9	18-24	250	1,5	450	24
5,0x3,5-5,5x4,0	450	10-11	24-36	200	2-4	550	10-11	24-36	250	2-4	450	36
>5,5x4,0	450	12-15	36-48	200	3-8	550	12-15	35-48	250	6-8	450	48

\* După reparații.

\*\* Uscarea superficială, pe o adâncime de 30-40mm, la formarea în sol, se realizează în timp de 1,5-3 ore.

\*\*\* La folosirea amestecurilor de formare cu silicat de sodiu, temperatura poate fi micșorată cu 100 °C, durata de uscare fiind cuprinsă între 30 minute pentru formele mici și 4-5 ore pentru formele mari.

### 5.9. Reprezentarea rețelelor de turnare și a maselotelor

Pe desenele modelelor și formelor, în fișele tehnologice se folosesc reprezentările date în tabelul 4.30. În simboluri intervin numai unele cote funcționale, restul determinându-se din tabelele cu elemente tipizate ale

rețelelor de turnare și ale maselotelor.

Observațiile cu privire la modul de umplere a formei cu metal (temperatura metalului, completarea metalului în maselotă, turnarea combinată cu completarea, acoperirea maselotei) se menționează în dreptunghiul aflat deasupra săgeții care indică locul de umplere (poziția 1). Această săgeată care reprezintă jetul de aliaj lichid se marchează cu două linii.

Vopsele pentru turnarea pieselor din fontă (cu apă)

Tabelul 4.24

Simbol	Componente refractare în %		Lianți, în %				Solvenți și adaosuri, în %			Densitate, kg/dm <sup>3</sup>	Observații
	Grafit negru	Cocs măcinat	Dextrină	Melasă, $\gamma=1,3$	Leșie sulfică, $\gamma=1,28$	Bentonită	Apă	Mangal	Dispersol		
VF 1	50	-	3,5	-	-	3,5	33	-	-	1,4-1,45	*
VF 2	58,5	-	-	10	-	3,5	28	-	-	1,4-1,45	
VF 3	58,5	-	-	-	10	3,5	28	-	-	1,4-1,45	
VF4	74	16	4	4	-	3-4	80	-	0,5-1	1,3-1,4	
VF 5	22	-	-	-	34	-	60	33	0,5-1	1,3-1,4	
VF 6	90	-	5	-	-	5	-	-	-	1,3-1,4	

\* Se adaugă apă până la obținerea densității. Rețeta VF 4 pentru piese de mașini-unelte

Vopsele anhidrice pentru turnarea pieselor din fontă

Tabelul 4.25

Simbol	Componente refractare, în %				Liant, în %	Solvent + adaos, în %		Observație
	Grafit argintiu	Grafit negru	Șamotă sfărâmată	Cocs măcinat	Asfalt propanic	Ciclohexan	Stearat de aluminiu	
VF A 1	5	15	20	-	1,5-2	56,8	1,2	Procentele indicate se referă la greutate
VF A 2	3	-	-	30	1,5-2	63,7	1,3	
VF A 3	5-10	-	10	20-25	1,5-2	56,8	1,2	

Vopsele cu apă pentru turnarea pieselor din oțel

Tabelul 4.26

Simbol	Componente refractare, în %			Lianți, %					Solvent, %	Densitate a, kg/dm <sup>3</sup>
	Făină de cuarț	Magnezită măcinată	Făină de zircon	Dextrină	Leșie sulfică, $\gamma=1,28$	Melasă, $\gamma=1,9$	Silicat de sodiu	Bentonită	Apă	
VO 1	70,5	-	-	1,5	-	-	-	3	25	1,6-1,65
VO 2	70	-	-	-	-	10	-	3	17	1,6-1,65
VO 3	70	-	-	-	10	-	-	3	17	1,6-1,65
VO 4	-	64,5	-	-	-	10	-	4,5	21	1,5-1,55
VO 5	59	-	-	-	-	-	1,4	-	36,6	1,5-1,55
VO 6	-	-	88	Ulei în 5-10	5-10	-	-	2	27-30	1,85
VO 7	-	80	-	-	-	13	-	7	25-35	1,5-1,55
VO 8	-	-	66,2	0,66	Rășină 0,53	-	-	1,61	31	1,8

Vopsele anhidre pentru turnarea pieselor din oțel

Tabelul 4.27

Simbol	Componenta refractară, în %					Lianți, în %			Solvenți, în %		
	Făina de cuarț	Făina de șamotă	Făină de corindon	Făina de magnezită	Făina de zircon	Asfalt propanic	Acid boric	Silicat de sodiu	Ciclohexan	Stearat de aluminiu	White spirit
VOA 1	-	-	65-68	-	-	1	0-2	-	29	1	-
VOA 2	-	30-40	-	-	-	2	0-2	-	53-65	1	-
VOA 3	-	-	-	65	-	1	0-2	-	31	1	-
VOA 4	30-40	-	-	-	-	2	0-2	-	53-65	1	-
VOA 5	-	-	-	-	90	-	Ulei în fier 6-10	4-0	-	-	60-70

Vopsele cu apă pentru turnarea aliajelor neferoase

Tabelul 4.28

Simbol	Componente refractare, în %		Liant, în %				Solvent, în %	Observații
	Grafit	Talc	Dextrină	Melasă, $\gamma=1,9$	Acid boric	Bentonită	Apă	
VN 1	30	31	-	3	-	3	33	Pentru piese din bronz și alamă Pentru piese din aliaje de aluminiu Pentru piese din aliaje de magneziu
VN 2	-	61	-	-	-	4	35	
VN 3	-	67,7	1,4	-	3-4	-	27,5	

Simbol	Componente refractare, în %			Liant, în %		Solvent, în %	
	Talc	Grafit negru	Grafit argintiu	Asfalt propanic	Acid boric	Ciclohexan	Stearat de aluminiu
VAN 1	45-50	-	-	2	0-2	50-55	1,2
VAN 2	20	-	20	2	0-2	57	1,2
VAN 3	-	20	20	2	-	57	1,2

### 5.10. Simbolizarea ramelor de formare

Garnitura de rame de formare perechi se reprezintă indicându-se:

- simbolul RF;
- materialul din care este executată rama: fontă – f; oțel turnat Oț; tablă oțel – t<sub>o</sub>; aluminiu – Al;
- felul ramei: manevrare manuală – man.; manevrare mecanizată – mec pentru formarea fără rame – demontabilă.
- dimensiunile principale ale ramei în lumină: lungimea L, lățimea B (pentru ramele dreptunghiulare), diametrul d (pentru rame rotunde).
- înălțimea ramelor superioare și inferioare ca o sumă (H<sub>s</sub>+H<sub>i</sub>) sau înălțimea ramei superioară, medie și inferioară (H<sub>s</sub>+H<sub>m</sub>+H<sub>i</sub>)
- distanța între axele găurilor de centrare C;
- diametrul găurilor de centrare d.

Dimensiunile principale ale ramelor se exprimă în forma de reacția astfel:

- pentru rame dreptunghiulare 
$$\frac{L \cdot B \cdot (H_s + H_i)}{\varnothing d \cdot C}$$
- pentru rame rotunde 
$$\frac{\varnothing D \cdot (H_s + H_i)}{\varnothing d \cdot C}$$

Reprezentarea unei garnituri compuse din două rame din fontă manevrate manual are aspectul:

$$Rf f \text{ man. } \frac{L \cdot B \cdot (H_s + H_i)}{\varnothing d \cdot C}$$

Aceeași garnitură compusă din trei rame se va reprezenta:

$$Rf f \text{ man. } \frac{L \cdot B \cdot (H_s + H_m + H_i)}{\varnothing d \cdot C}$$

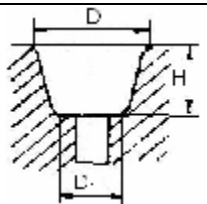
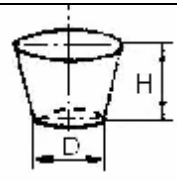
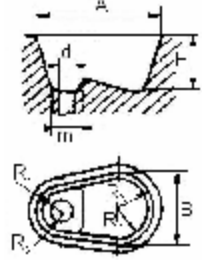
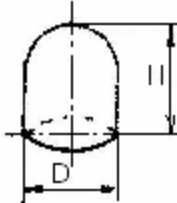
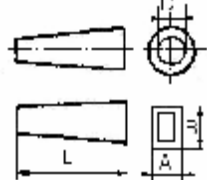
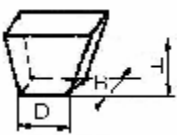
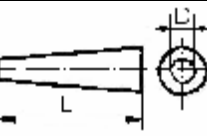
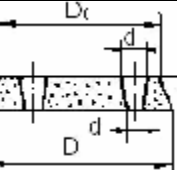
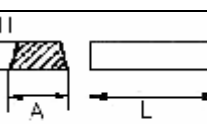
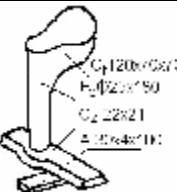
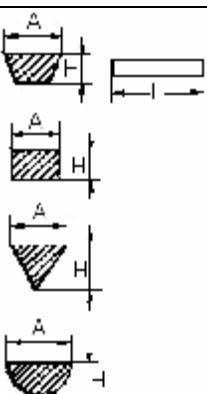

Dacă două rame sunt montate și nu se separă la formare fiind manevrate ca o singură ramă, înălțimea acestor rame se notează una după alta, separându-le

cu un punct: 
$$Rf f \text{ man. } \frac{L \cdot B \cdot (H_s \cdot H_m + H_i)}{\varnothing d \cdot C} \quad \text{sau}$$

$$Rf f \text{ man. } \frac{L \cdot B \cdot (H_s + H_m \cdot H_i)}{\varnothing d \cdot C}$$

Dimensiunile interioare ale ramelor de formare se aleg conform standardelor.  
 Simbolizarea rețelilor de turnare și a maselotelor

Tabelul 4.30

Poz.	Schița	Denumirea și simbolul	Poz.	Schița	Denumirea și simbolul
a			g		
b			h		
c			i		
d			j		
e			k		
f			l		

### 5.11. Întocmirea fișelor tehnologice și a planurilor de operații

Fișele tehnologice și planurile de operații fac parte din documentația tehnologică ce se întocmește în cadrul proiectării tehnologiei de turnare a unei piese.

În funcție de caracterul producției și de felul proiectului, fișele tehnologice sunt de mai multe feluri și anume:

- fișe tehnologice simplificate pentru producția de unicate;
- fișe tehnologice rezumate pentru producția de serie mijlocie;
- fișe tehnologice amănunțite și planuri de operații pentru producția de serie mare și de masă.

Fișele tehnologice simplificate cuprind pe lângă datele tehnice generale principalele operații tehnologice necesare pentru obținerea piesei turnate fără a se intra în detalii. Indicațiile tehnologice sunt sumare rezumându-se numai la strictul necesar. În fișe sunt suprinsе și normele de timp necesar pentru efectuarea principalelor operații tehnologice. În acest sens se specifică numărul de muncitori care participă la operațiunea respectivă, categoria de încadrare acordată în funcție de complexitatea operațiunii, timpul de pregătire-încheiere ( $T_{pt}$ ) și timpul efectiv afectat operației respective, ( $T_{ef}$ ).

Fișele tehnologice nu sunt tipizate și de aceea forma lor diferă de la o întreprindere la alta în funcție de necesitățile tehnologice interne și de normele tehnologice adoptate. În principiu însă toate tipurile de fișe tehnologice existente conțin date generale și principalele operațiuni tehnologice însoțite de normele de timp aferente. În tabelul 4.31 este dat un model de fișă tehnologică care va servi drept model studenților pentru întocmirea documentației tehnologice în cadrul proiectului de an.

Pentru completarea rubricilor din fișa tehnologică se vor utiliza indicațiile tehnologice și simbolurile descrise anterior. În vederea normării operațiunilor tehnologice se va folosi un normativ republican iar studenții vor primi indicațiile necesare în cadrul orelor de proiect.

Fișele tehnologice rezumate cuprind pe lângă datele tehnice generale toate operațiile tehnologice necesare obținerii piesei turnate. Fișele tehnologice rezumate se întocmesc pentru fiecare grupă de operații din cadrul procesului tehnologic de turnare. Normele de timp pentru operațiunile respective se întocmesc consultând normative colective și se verifică periodic prin cronometrări.

Pentru proiectele tehnologice amănunțite se folosesc fișe tehnologice rezumate însoțite de planuri de operații care descriu în amănunțime fazele care compun operațiunile tehnologice. În tabelul 4.32 este dat un exemplu de plan de operații care va servi drept model pentru întocmirea proiectului. În acest plan de operații pe lângă datele tehnice generale trebuie trecute fazele operațiunii tehnologice, locul de muncă, indicațiile tehnologice simbolizate, utilajele tehnologice auxiliare și materialele folosite. În spațiul rezervat pentru schiță se va executa desenul explicativ pentru operația respectivă.



FIȘA TEHNOLOGICĂ										Pagina 1		
Societatea comercială	Denumirea piesei turnate		Număr desen	Număr fișă	Număr bucuți pe comandă	Înlocuit Verificat aprobat	Numele	Semnătura				
Garnitura de model	Md= Cmz= S=	Număr modele în formă	Perioada de control a modelelor .... formări		Materiialul modelului		Contrație	Clasa modelului				
Piesa turnată	Aliajul	Masa, kg brută netă	Tratament termic primar		Condiții de recepționare							
Rețea de turnare	Bazin de turnare	Picioarul de turnare	Colector de zgură	Alimentator	Răsufători maseleto	Filbe	Temperatura de turnare °C	Temperatură de umplere a formei, s	Clasa piesei turnate	Clasa piesei turnate		
Simbol												
Dimensiuni Bucăți												
Executarea formei	Procedeul de formare	Tipul și dimensiunile ramelor de formare	Amestec unic	Amestec de formare	Amestec de umplere model	Amestec de umplere	Vopsea formei	Temp. °C	Durata, h			
										Rețeta, simbol	Cantitatea, kg	
Executarea miezurilor	Numărul miezului											
	Numărul de miezurii în formă											
	Procedeul de executare											
	Amestec de miez	Rețeta										
		Cantitatea, kg										
	Unele auxiliare											
	Vopșire											
	Uscare		Temperatura, °C									
			Durata, h									
	Armătură miez		Număr bucăți									
		Materiial										
		Dimensiuni sau număr desen										

Nr. oper.	Denumirea operației	Locul de muncă	Mașina	S.D.V.-uri utilizate	Manoperă				Total manoperă
					Nr. Muncit.	Categ.	T <sub>ps</sub> min	T <sub>ss</sub> min	
1	Formare								
2	Miezuire								
3	Uscare forme și miezuri								
4	Montare miezuri, asamblare formă, îngreunare								
5	Turnare								
6	Dezbaterea piesei								
7	Dezbaterea miezurilor								
8	Detășare rețele, maselote								
9	Debavurare, curățire piesă								
10	Polizare, finisare								
	Control	CTC							

Societatea comercială	Denumirea operației		Numele	Semnătura
		Întocmit		
		Verificat		
		Aprobat		
Denumirea piesei	Schița			
Număr desen				
Bucăți pe comandă				
Mărimea lotului de fabricație				
Utilaj tehnologic de bază				
Nr. op.	Denumirea operației	Locul de muncă	Indicații tehnologice	Utilaje și materiale auxiliare

## 5.12. Întocmirea centralizatoarelor de materiale și de manoperă

Centralizatoarele de materiale și de manoperă fac parte integrantă din documentația tehnologică și servesc pentru întocmirea bonurilor de materiale și de manoperă. Aceste bonuri se întocmesc în cadrul compartimentului “programare, lansare și urmărire a fabricației” și sunt necesare în turnătorie pentru evidența materialelor și întocmirea fișelor de retribuire individuale sau colective.

La întocmirea centralizatoarelor de materiale se va ține seama de consumurile specifice de materiale sau de dimensiunile și procedeul tehnologic folosit pentru confecționarea garniturii de model. Centralizatorul de materiale se întocmește pentru o singură bucată piesă turnată sau pentru o singură garnitură de model. În centralizator se va specifica însă numărul de bucăți din comandă pentru ca să se poată elibera din magazie întreaga cantitate de materiale din comanda respectivă.

La întocmirea centralizatorului de manoperă este necesar să se țină seama că timpul de pregătire încheiere se împarte la numărul de bucăți din comandă sau de numărul de bucăți dintr-un lot de fabricație a cărui mărime se stabilește de proiectant în colaborare cu cadrele tehnice din turnătorie. Centralizatorul de manoperă se întocmește tot pentru o bucată, specificându-se și numărul de bucăți din comandă.

Centralizatoarele de materiale și de manoperă servesc și la întocmirea prețului de cost deci în mod normal trebuie întocmite în trei exemplare: unul pentru arhivă, și celelalte două pentru compartimentul preț de cost și compartimentul programare-lansare și urmărirea fabricației.

În tabelele 4.33 și 4.34 sunt reprezentate formularele pentru centralizatoare de materiale și de manoperă.

Centralizator de materiale

Tabelul 4.33

Denumirea piesei .....nr. desen..... bucăți.....

Nr.crt.	Denumirea materialului	Unitatea de măsură	Cantitatea	Preț unitar
1				
2				
3				

Centralizator de manoperă

Tabelul 4.34

Denumirea piesei .....nr. desen..... bucăți.....

Nr.crt.	Denumirea operației	Categoria	Timp unitar	Tarif
1				
2				
3				

### **Amestecuri pentru realizarea formelor și miezurilor**

Amestecurile de formare liate pe cale mecanică și la care caracterul dominant al legăturilor dintre granulele de nisip este de natură electrostatică, se obțin cu ajutorul argilei sau bentonitei care în prezența apei se transformă în pelicule cu proprietăți de liere. Amestecurile de formare crude sunt cele mai răspândite sisteme care asigură obținerea pieselor turnate pe linii mecanizate și automatizate în cele mai avantajoase condiții economice.

În tabelul 5.1 se prezintă unele rețete de amestecuri unice de formare, crude, realizate cu materii prime din România.

Turnarea pieselor cu configurație geometrică complexă și cu pereți groși, de la care se cere o precizie dimensională mai ridicată se face în forme și miezuri uscate (tabelele 5.2, 5.3 și 5.4) în afara cutiei de miez.

Lierea chimică la rece prin insuflare de gaz se realizează în marea majoritate a cazurilor cu amestecuri liate cu silicat de sodiu și întărite cu dioxid de carbon.

În tabelul 5.5 se prezintă câteva rețete care au o mai largă utilizare în turnătoriile din România.

Dintre procedeele de liere la rece în cutie sunt și cele ce utilizează amestecurile de formare de tipul celor din tabelul 5.6.

Amestecuri unice pentru forme crude

Tabelul 5.1

Compoziția și caracteristicile	Unitatea de măsură	Retetă, simboluri ur.					
		AFC-1	AFC-2	AFC-3	AFC-4	AFC-5	AFC-6
Nisip cuarțos	%	Văleni T.I., 87	Văleni T.I., 87	Aghires N05, 84,5	Aghires N05, 88,5	Aghires N 03, 94	Aghires N03, 100
Bentonită activată	%	V. Chioarului, 10	V. Chioarului, 12	Oarda Ciugud activ, 10	Orașul Nou, 7.8	V. Chioarului, 3	Orașul Nou, 4
Pudră de cărbune	%	Huilă 3	Huilă 4	Huilă 4,5	-	-	-
Dextrină albă	%	-	Etilenglicol 0,5	1	-	-	-
Metogel	%	-	-	-	3...5	-	-
Făină de lemn	%	-	-	-	-	-	2
Bitum granulat	%	-	-	-	-	-	-
Caracteristici:							
-umiditatea	%	3...3,5	3, 2...3,4	2, 8...3,5	5,5...6,5	2, 7...3,8	2
-permeabilitate	%	Minimum 65	Minimum 65	Minimum 150	80...110	Minimum 150	Minimum 200
-rezistența la compresiune la crud	N/cm <sup>2</sup>	10...14	Minimum 17	10...15	9...10	40...60	80...90
-indicele de sfărâmare	%	73...83	Maximum 83	50...75	Minimum 70	-	-
-argilă vie (activă)	%	Minimum 7	Minimum 8	7	6	-	-
-penden prin calcinare	%	3...4	3,5...4,5	4...5,5	3...5	2,5...3,5	4...5,5
Indicații pentru utilizare		Piese mici din fontă cenușie, maleabilă și neferoase. Formare la presiune medie <40N/cm <sup>2</sup>	Piese mici și mijlocii complexe din fontă cenușie și maleabilă și neferoase. Formare la presiuni înalte 300 N/cm <sup>2</sup>	Piese mijlocii din fontă cu pereți mai groși din fontă cenușie, maleabilă și neferoase.	Piese mari cu pereți subțiri din fontă cenușie. De exemplu căzi de baie	Piese cu pereți subțiri din oțel	Piese din fontă cenușie, fontă cu grafit nodular și neferoase, formate la presiuni înalte

Amestecuri de model pentru turnarea în forme uscate

Tabelul 5.2

Simbolul amestecului	Piese turnate; masa	Compoziția amestecului, %				Compoziția amestecului proaspăt, %						Caracteristici tehnologice				Frația de bază a nisipului
		Amestec întocit	Amestec proaspăt	Conținutul de apă	Nisip cuarțos	Lește sulfice	Dextrina	Bentonita	Afte	Permeabilitate	La compresiune (crud)	La tracțiune (uscăt)	La forfecare			
AFU-1	Fc; Fgn <10t	46	46	8	85	-	-	12	Rumeguș 3	60...100	77,5	> 10	-	0,3/0,16		
AFU-2	Fc; Fgn < 10t	64	30	5...6	95	5	-	-	-	?80	3...4	-	-	0,3/0,16		
AFU-3	Ot; <5t	55	38	7	90,5	0,5	-	9	-	?80	?6	> 10	-	0,3/0,16		
AFU-4	Ot; <5t	30	65	5	92,5	-	-	-	Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> , 7,5	?100	1,5...2	-	-	0,4/0,2		
AFU-5	Ot; piese complicate	-	100	6	76,2	FeO 0,2	Ulei în 2,2	3,6	Făină cuarț 11,8	?80	> 10	-	25	0,4/0,2		
AFU-6	Ot și Fc; Piese mari și foarte mari	-	100	4...6	cromit 100	4...6	-	-	-	?100	2,5	-	25...45	-		
AFU-7		-	100	~2,25	zircon 95,6	-	-	3,47	Metgel 0,91	>80	3...4	-	-	-		
AFU-8	Bronzuri alame, orice masă	56	38	6	89	-	-	11	-	30...50	4...6	8...12	-	0,2/0,1		
AFU-9	Aliaje ușoare, orice masă	64	30	6	91,5	0,5	-	8	-	30...50	3...5	8...12	-	0,16/0,06		
AFU-10	Fc și Ot și 5t	94...92	6...8	5...5,5	85	1	Praf de cărbune 4	10	Apă 5...5,5	100...150	8...12	-	12	0,3/0,16		

Amestecuri de miez pentru turnarea pieselor din fontă și oțel

Tabelul 5.3

Simbolul amestecului	Clasa miezului	Componenta granulară, %				Liași sintetici, în % din componenta granulară						Caracteristicile amestecului					
		Amestec folosit	Nisp cuarțos	Bentonită	Ulei de în	Dextrină	Silicat de sodiu	Leșie sulfurică	Smoală de gudron de lemn	% din componenta granulară	Granulația medie a nisipului	Permeabilitatea	Componenta levigabilă, %	Umiditatea, %	Rezistența la compresune la crud N/cm <sup>2</sup>		
AMU-1*	I	-	100	-	1,5...1,8	-	-	-	-	-	-	-	M(50)02	120	0,5	2...3	0,3...0,6
AMU-2	I	-	100	-	1,2...1,8	1...2	-	-	-	-	-	-	M(50)03	100	0,5	2...3	1,2...2
AMU-3	I, II	-	100	-	2...2,5	-	-	3...4	-	-	-	-	M(50)02	100	0,5	2,5...3,5	1,5...2
AMU-4	I, II	-	98,4	1,6	1...2,5	0,5...1,4	-	-	-	-	-	-	M(50)03	100	2	2...3	1,5...3
AMU-5	II, III	-	97	3,0	-	-	5...7	-	-	-	-	-	M(50)03	90	4...5	3...4,5	1,5...3
AMU-6	II, III	-	96...97	3...4	-	Metgel 3	-	-	-	-	-	-	M(50)03	90	4...6	3...4,5	1,5...3
AMU-7	III	-	96...97	3...4	-	-	-	2,5...3,5	2...4	-	-	-	M(50)03	90	4...7	3...4,5	1,5...3
AMU-8	III	-	90	Max. 10	-	-	7,5	-	-	-	-	-	M(50)04	70	-	3,5...4,5	1,5...2,5
AMU-9	IV	0-40	56-91	4...9	-	-	-	1,3...3	3	-	-	-	M(50)04	70	8...10	4...4,5	1,0...2
AMU-10	V	20-60	35-72	5...8	-	-	-	2...3	-	-	-	-	M(50)04	70	10...14	5...7	4...7

\* Miezurile executate din amestec AMU-1 se usucă pe suport.



Tabelul 5.4

Amestecuri de miez pentru turnarea pieselor din metale neferoase

Simbolul	Clasa miezului	Componente granulare, %				Liați sintetici, în % din componenta granulară				Rumeguș de lemn, % din componenta granulară	Caracteristicile amestecului					
		Amestec folosit	Nisip cuarțos	Nisip argilos	Bentonită	Ulei de în	Dextrină	Smoală de gudron de lemn	Leșe sulfică		Granulația medie a nisipului	Componenta levabilă, %	Umiditatea, %	Permeabilitatea La crud	Rezistența la compresune la crud, N/cm <sup>2</sup>	
AMU-10*	I	-	100	-	-	1,5	-	-	-	-	-	M(50)03 M(50)02	0,5	2...3	120	0,3...0,4
AMU-11	I	-	100	-	-	1,5	1,0	-	-	-	-	M(50)03 M(50)02	0,5	2...3	110	1,2...2
AMU-12	II, III	-	92...97	-	3...4	-	-	2...4	2,5...3,5	-	-	M(50)03 M(50)02	3...6	3...4,5	80	1,0...2
AMU-13	IV	0...40	-	60...100	-	-	-	3	2...3	3	-	M(50)03 M(50)02	6...8	4...5,5	70	2...3,5
AMU-14	V	20...50	-	50...80	-	-	-	3	3	3	-	M(50)03 M(50)02	8...12	5...6	60	3...5

\* Miezurile executate din amestec AMU-10 se usucă pe suport.

Amestecuri pentru forme și miezuri cu silicat de sodiu, cu întărire prin suflare de CO<sub>2</sub> Tabelul 5.5

Simbolul amestecului	Destinația amestecului	Componenții amestecului, %							Caracteristicile amestecului			
		Nisip cuarțos	Silicat de sodiu, m=2,2...2,6	Melasă	Pudră de cărbune	Viscozitez	Depozim	Umiditatea %	Rezistența la compresie la crud, N/cm <sup>2</sup>	Rezistența la forfecare după suflare cu CO <sub>2</sub> , N/cm <sup>2</sup>	Timpul de suflare, s	
ASS-1	Piese mici și mijlocii din oțel	M(50)02 93...94	5,5...6,5	0,5...0,6	-	-	-	?4	0,3...0,5	?30	10...20	
ASS-2	Piese mari turnate din oțel	M(50)03 93...94	5...6	0,5...1,0	-	-	-	?4	0,3...0,5	?30	10...20	
ASS-3	Piese mici și mijlocii, fontă	M(50)02 92	5...6,5	-	4...5	-	-	?4	0,3...0,5	?30	10...20	
ASS-4	Miezuri exterioare sau puțin solicitate termic	M(50)03 100	-	-	-	4,5...5,0	-	Permeabilitate 100	Suflat cu CO <sub>2</sub> 110	?50	10...20	
ASS-5	Miezuri foarte solicitate termic	M(50)03 100	-	-	-	4,5...5,0	1,0	Permeabilitate ?100	Suflat cu CO <sub>2</sub> 110	?50	10...20	
ASS-6	Piese din bronz	M(50)02 94	4,5	dextrină 0,3...0,5	gudron 1...1,2	-	-	?4	0,3...0,5			
ASS-7	Piese din aliaje ușoare	M(50)02 97	3	-	-	-	-	0,3...0,4	0,20...0,4	?25	10...20	

Amestecuri autointăritoare granulare și lichide

Tabelul 5.6

Simbolul amestecului	Destinația amestecului	Componenții amestecului, %					Caracteristicile amestecului				
		Nisip cuarțos	Liant	Întăritor	Apă	Permeabilitate	Rezistența la compresune după 1 h, N/cm <sup>2</sup>	Rezistența la compresune, N/cm <sup>2</sup>	Rezistența la compresune, N/cm <sup>2</sup>	Rezistența la compresune, N/cm <sup>2</sup>	Umiditatea, %
AAG-1	Piese mijlocii și mari fontă	M(50)03 100	Ciment Portland, 6,0	Melasă 3,5	4,5	?200	2,0	24...70	-	5...6	
AAG-2	Forme și miezuri lingotiere	M(50)03 92,0	Ciment Portland, 8,0	CaCl <sub>2</sub> 0,5	6,0	?150	3,0	130	2,0	După 12h 1...1,5	
AAG-3	Piese mijlocii din fontă și oțel	M(50)03 98,0	Bentonită, 2,0	Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> 5,5...6,5	FeSi 75 1,0...1,8	?100	-	200	-	-	
AAG-4	Miezuri importante la piese din fontă	M(50)03 100	Plastolinol 3...4 (în % volumice)	-	0,5 în vol.	?200	-	-	140	-	
AAG-5	Miezuri importante pentru piese din fontă sau oțel	M(50)02 100	Ureilit FR 2,5	Acid fenol sulfonic 0,5	-	-	-	500	180	-	
AAG-6	Miezuri importante pentru piese din fontă sau oțel	M(50)02 96,2...94,5	Rășină furanică NII 4923 a M.I. Chimice 3...4	Întăritor FS NII 4922 M.I. Chimice 0,8...1,5	-	?70	După întărire 30...50	-	-	-	
AAG-7	Miezuri importante pentru piese din fontă	M(50)02 100	Fenolit R-1 2,5	Întăritor ABS NI 5119/73 1,0	-	?70	Rezisten- ta la înco- votare 100	500	-	-	
AAL-8	Lingotiere	M(50)04 100	Ciment Portland 3...5	Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> 6...6,5 Detergent sulfonic	2...3	După 3 h 250	8...9	40...45	-	-	

## CAPITOLUL VI

### Turnarea aliajelor în forme

Una din cele mai importante operații din procesul de fabricație a pieselor turnate este umplerea formelor cu metal lichid sau turnarea. Metalele și aliajele, elaborate în cuptoare metalurgice, se toarnă în forme prin intermediul unor recipiente metalice căptușite cu materiale refractare, denumite oale.

Oalele de turnare pot fi golite în trei moduri:

- prin ciocul oalei ;
- prin sifon și ciocul oalei;
- prin orificiul de fund al oalei.

#### 6.1. Oale de turnare

Din punctul de vedere al formei se deosebesc oale cilindrice (ușor conice) și oale tambur.

Oalele care se golesc prin cioc pot fi transportate manual sau mecanic.

Oalele transportate manual, la rândul lor, pot fi oale de mână (linguri) sau oale de furcă, așa cum se arată în figura 6.1.

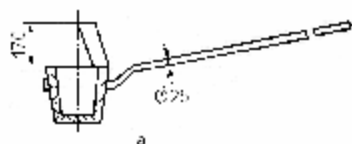
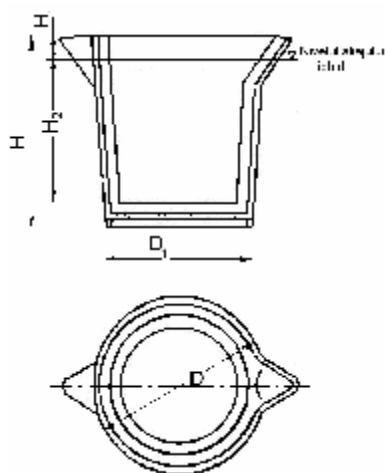


Fig.6.1. Diverse tipuri de oale transportate manual

6.2 și în tabelul 6.1.



Dimensiunile principale ale oalelor transportate manual sunt prezentate în figura

Oalele cu capacitate mai mare de 70 kg, se prevede că se transportă mecanic, în figura 6.3 se prezintă oalele transportate mecanic cu golire pe cioc. Aceste oale, folosite în general la turnarea fontelor și aliajelor neferoase și numai în cazuri speciale la turnarea oțelului, se construiesc până la capacități de 50 t metal lichid.

Fig.6.2. Oală transportată manual cu golire prin cioc

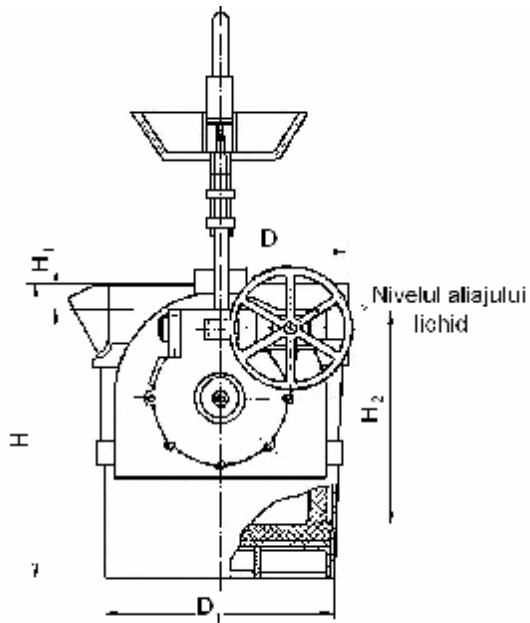


Fig.6.3. Oală transportată mecanic cu golire prin cioc

Pentru separarea zgurii, la sistemul turnării prin cioc se folosesc pereți despărțitori care dau posibilitatea scurgerii metalului prin sifon. În figura 6.4 se prezintă o oală transportată mecanic, cu golire prin sifon și cioc.

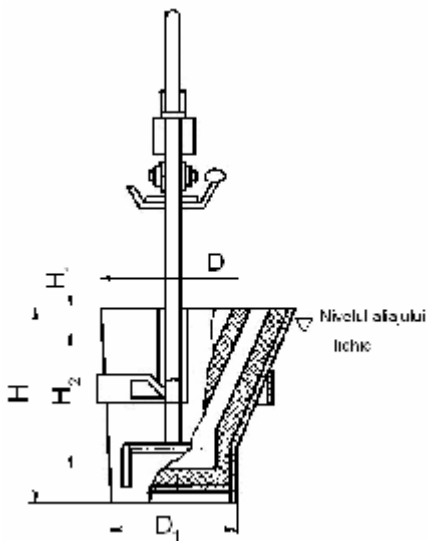


Fig. 6.4. Oală transportată mecanic tip tambur, cu turnare prin cioc

Pentru a reduce pierderile de căldură prin radiație, în practica turnătorilor, se folosesc oale tip tambur la care golirea se face prin cioc la bascularea tamburului în jurul axei de simetrie. În figura 6.5 se prezintă o oală transportată mecanic, tip tambur, cu turnarea prin cioc.

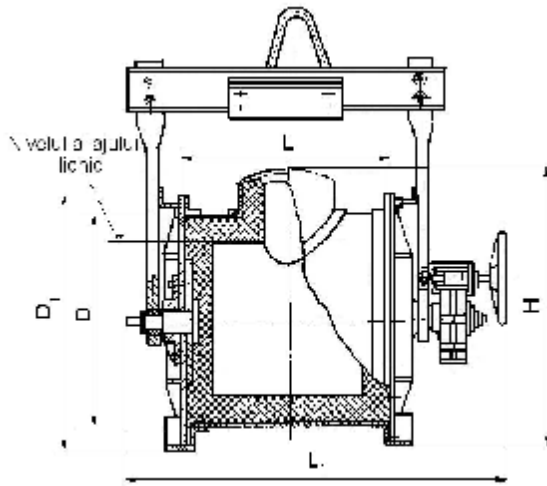


Fig.6.5. Oală transportată mecanic, tip tambur, cu turnare prin cioc

Dimensiunile oalelor transportate manual, cu golire pe cioc Tabelul 6.1

Simbolul oalei	Capacitatea, kg	Dimensiuni, mm					Grosimile, mm				Masa aprox., kg	
		D	D <sub>1</sub>	H	H <sub>1</sub>	H <sub>2</sub>	Tablei		Căptușelii		Căptușeală	Oală goală
							Laterală	De fund	Laterală	De fund		
MC 0,006	6	140	105	150	25	110	2	2	8	12	1	7
MC 0,01	10	165	125	195	30	145	2	2	10	15	2	8,25
MC 0,016	16	180	135	240	40	178	2	2	12	17	3	10
MC 0,02	20	205	160	250	45	180	3	3	14	20	3,5	18
MC 0,03	30	225	180	280	50	202	3	3	16	22	7,5	25
MC 0,05	50	260	210	340	60	240	3	3	18	24	9	30

La turnarea oțelului se folosesc în principal, pentru o bună și obligatorie separare a zgurii, oale transportate mecanic cu golire prin orificiul de fund care este închis și deschis de un dop manevrat dinafara oalei printr-un sistem de pârghii. În figura 6.6 este prezentată o oală de turnare transportată mecanic cu golire prin orificiul de fund.

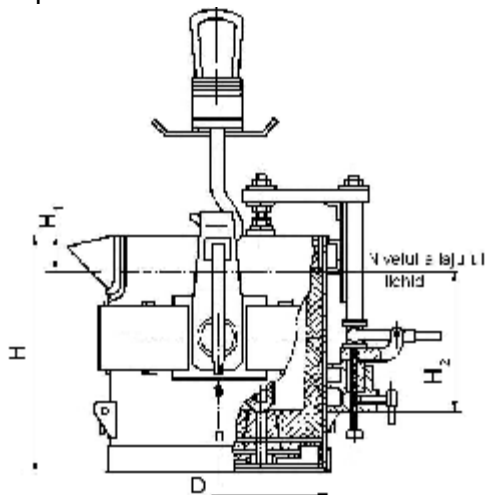


Fig.6.6. Oală transportată mecanic cu golire prin orificiul de fund

## 6.2. Condiții de turnare

După descărcarea metalelor din cuptoarele în care au fost elaborate, temperatura lor scade sensibil datorită contactului cu oala mai rece ca și din cauza timpului consumat cu transportul oalei, din momentul descărcării până la locul de turnare.

Viteza de turnare este diferită funcție de modalitatea de turnare, pe cioc sau prin orificiul de fund.

În tabelul 6.2 se prezintă vitezele de curgere a fontei lichide din diferite oale de turnare prin cioc.

Viteza de curgere a fontei din oalele de turnare prin cioc Tabelul 6.2

Tipul oalei	Capacitatea oalei, kg	Viteza de curgere, kg/s		
		Răsturnarea oalei cu viteză mică	Răsturnarea oalei cu viteză medie	Răsturnarea oalei cu viteză mare
De mână	10...20	2,0...2,5	2,5...3,5	3,5...5,0
Cu furcă	30...100	3,0...4,0	4,0...5,5	5,5...7,0
De macara	300...3000	6,0...6,5	6,5...8,5	8,5...10,5
De macara	Peste 3000	15...30	30...50	50...100

În cazul turnării din oale cu orificii și dop, vitezele de curgere sunt substanțial mai mari, acest mod de turnare fiind specific oțelului. În tabelul 6.3 se dau vitezele de turnare ale oțelului lichid, din oale cu orificii și dop, în funcție de capacitatea oalei, nivelul lichidului în oală și dimensiunile dopului și orificiului.

Pentru stabilirea diametrului orificiului de turnare se folosește relația debitului:

$$D = \frac{M}{t} = \mu S_0 \rho \sqrt{2gH_m},$$

Unde D este debitul, în kg/s; M-masa oțelului turnat în formă, în kg; t-durata turnării, în s;  $\mu$ -coeficient (pentru oțel 0,77...0,80);  $\rho$ -densitatea aliajului, în kg/m<sup>3</sup>; S<sub>0</sub>-suprafața secțiunii orificiului de turnare, în m<sup>2</sup>; H<sub>m</sub>-înălțimea oțelului în oală, în m.

În practică diametrul orificiului de turnare variază între 25 și 75 mm.

Viteza de curgere a oțelului din oalele de turnare în funcție de dimensiunile dopului și orificiului Tabelul 6.3

Capacitatea oalei, t	Nivelul oțelului lichid în oală, mm	Diametrul dopului oalei, mm						
		25	30	35	40	45	50	55
		Secțiunea orificiului, cm <sup>2</sup>						
		4,91	7,07	9,62	12,56	15,90	19,63	23,75
		Viteza de curgere, în kg/s						
5...10	1200	16,4	23,7	32,1	42,2	53,3	65,8	79,9
	1600	19,0	27,5	37,1	48,7	61,6	76,0	92,2
15...20	1800	-	-	39,3	51,8	65,2	80,5	97,7
	2000	-	-	41,4	54,4	68,7	84,8	103,0
25...35	2200	-	-	-	57,5	72,6	89,5	108,5
	2400	-	-	-	59,8	75,5	93,0	113,0
	2600	-	-	-	62,0	78,3	96,7	117,0

Temperaturile de turnare ale aliajelor de turnătorie. Temperaturile optime de turnare pentru un aliaj de turnătorie sunt funcție de grosimea de perete a piesei ce se toarnă și uneori în general de mărimea piesei.

În tabelul 6.4 se dau temperaturile de turnare recomandate pentru fontele cenușii. Fontele cu grafit nodular se vor turna la 1340...1400°C, cu excepția pieselor din Fgn cu pereți subțiri care se vor turna la 1370...1470°C (temperaturi măsurate cu termocuplu de imersie).

Temperaturile de turnare a fontelor cenușii

Tabelul 6.4

Caracterizarea pieselor turnate	Grosimea pereților, mm	Calitatea fontei turnate	Temperatura de turnare, °C	
			maximum	minimum
Piese foarte subțiri (segmenti, rezistențe pentru reostate etc.)	2...4	3,4...3,6%C 2,8...3,2%Si	Nu se fixează	1450
Piese subțiri cu suprafețe mari (radiatoare, vase de bucătărie, vane etc.)	4...10	3,4...3,6%C 2,5...3,0%C	Nu se fixează	1330
Piese cu suprafețe foarte curate după prelucrare	8...15 20...100	Fc 150 Fc200; Fc250 Fc 300	Nu se fixează	1340 1310
Piese cu configurația complicată, care trebuie să aibă suprafețe curate după prelucrare	6...10 10...20 >20	Fc 150 Fc 200 Fc 200	Nu se fixează	1350 1340 1310
Lingotiere	100...150 160...250	3,3...3,6%C 1,3...1,8%Si	1240 1220	1210 1180
Piese masive	> 100	-	1220	1180

Pentru turnarea oțelului temperaturile necesare umplerii corecte a formelor sunt mai ridicate, așa cum se arată în tabelul 6.5, valorile indicate fiind dependente de grosimea pereților ca și de compoziția lor.

Temperaturile de turnare a oțelului

Tabelul 6.5

Caracterizarea pieselor turnate	Grosimea pereților, mm	Calitatea oțelului	Masa piesei kg	Temperatura de turnare °C
Piese cu pereți subțiri	6...20	0,3...0,4%C	<100	1435...1410
Idem	12...25	0,2...0,4%C	<500	1430...1505
Idem	20...30	0,2...0,4%C	<3000	1425...1405
Piese cu grosimi medii	30...75	0,2...0,4%C	<5000	1420...1400
Piese cu grosimi mari	75...150	0,2...0,4%C	5000...25000	1415...1400
Piese masive	150...500	0,2...0,4%C	>5000	1410...1395
Piese diverse	-	Manganos	-	1380...1360
Idem	-	Bogat aliat cu Ni-Cr	-	1435...1410
Idem	-	Oțel de construcție cu Ni-Cr	-	1420...1400



Aliajele neferoase destinate turnării sunt foarte numeroase, de unde și o mare plajă de temperaturi de turnare, în tabelul 6.6 se dau temperaturile de turnare pentru aliajele neferoase reprezentative în funcție de grosimea de perete a pieselor.

Temperaturile de turnare a metalelor și aliajelor neferoase Tabelul 6.6

Metalul sau aliajul		Compoziția chimică	Temperatura de turnare °C		
Simbol	Denumire		Grosimea pereților, mm		
			<12	13...36	>36
ATSi 12	Silumin	11...13,5%Si; 0,2...0,7%Cu; rest Al	700	670	650
ATCu 8	Aluminiu-cupru	7...9% Cu, rest Al	730	710	690
BzAl 9T	Bronz cu aluminiu	9%Al; 3%Fe; rest Cu	1250	1200	1150
Am T 59	Alamă	60% Cu; 40% Zn	1100	1050	1020
CuO	Cupru	99% Cu	1250	1200	1180
-	Cupru-nichel	80% Cu; 20% Ni	1380	1340	1300
-	Monel	1...5% Si; 1% Mn; 2...5% Fe; 66% Ni; rest Cu	1560	1530	1500
-	Bronz roșu	85% Cu; 5% Sn; 5% Zn; 5% Pb	1200	1160	1120

Temperaturile de turnare trebuie măsurate înainte de începerea operației de umplere a formelor cu pirometre de imersie sau pirometre optice, în cazul utilizării pirometrelor optice cu dispariție de filament (mai ieftine, însă mai puțin exacte) este necesar să se aducă temperaturii aparente măsurate o corecție.

CAPITOLUL VII

**FONTE UTILIZATE ÎN TURNĂTORII**

1. Fonte de înaltă puritate

Sunt cuprinse în SR 12592 și se pot clasifica după destinație în:

-fonte de înaltă puritate destinate elaborării fontelor cu grafit nodular feritice, simbol FIP;

-fonte de înaltă puritate cu conținut de mangan ridicat, destinate elaborării fontelor cu grafit nodular perlitice și fontelor maleabile, simbol FIPMn.

Notarea fontelor de înaltă puritate se face indicând marca fontei, urmată de cifre care precizează clasa de calitate corespunzătoare conținuturilor de mangan, fosfor și sulf și numărul prezentului standard.

Exemplu de notare:

Fonta de înaltă puritate cu 0,3% siliciu, maximum 0,1% mangan, maximum 0,03% fosfor și 0,02% sulf se notează *FIP-2-12 SR 12592*

Fonta de înaltă puritate cu 0,3% siliciu, maximum 0,25% mangan, maximum 0,08% fosfor și 0,02% sulf se notează *FIP Mn-2-232 SR 12592*

După conținutul de siliciu, fontele de înaltă puritate se clasifică în mărci, conform tabelelor 7.1 și 7.2.

Tabelul 7.1

Compoziția chimică a fontelor de înaltă puritate destinate elaborării fontelor cu grafit nodular feritice

Marca fontei	C, %	Si, %	Mn, %	Clasa de precizie				
				1		2		3
				P, max. %		S, max. %		
FIP-1	3,0	max, 0,2	0,1	0,03	0,05	0,015	0,02	-
FIP-2	...	0,21-0,5		0,03	0,05	0,015	0,02	-
FIP-3	4,5	0,51-0,9		0,03	0,05	0,015	0,02	-
FIP-4		0,91-1,8		-	0,05	-	-	0,026

Conținuturile maxime admisibile ale elementelor însoțitoare trebuie să fie de: 0,05%Ni; 0,03%Mo; 0,03%Cu; 0,03%Ti; 0,05%Al; 0,01%Zr; 0,04%Cr; 0,01%Sn; 0,02%As; 0,04%V; 0,002%Te; 0,002%Pb; 0,001%Sb; 0,002%Bi; 0,002%B.

Tabelul 7.2

Compoziția chimică a fontelor de înaltă puritate, destinate fontelor cu grafit nodular perlitice și fontelor maleabile

marca fontei	C, %	Si, %	Clasa de calitate										
			1				2				3		
			Mn, %				P, max. %				S, max. %		
FIP-Mn-1	3,0 ...	max. 0,2	max. 0,20	-	-	-	0,03	0,05	0,08	0,1	0,015	0,02	0,025
FIP-Mn-2		0,21-0,5	max. 0,20	max. 0,25	-	-	0,03	0,05	0,08	0,1	0,015	0,02	0,025
FIP-Mn-3		0,51-0,9	max. 0,20	max. 0,25	-	-	0,03	0,05	0,08	0,1	0,015	0,02	0,025
FIP-Mn-4		0,91-1,8	-	-	0,3-0,4	max. 0,6	0,03	0,05	0,08	0,1	0,015	0,02	0,025

Conținuturile maxime admisibile ale elementelor însoțitoare trebuie să fie:  
-pentru mărcile FIP Mn-1, FIP Mn-2, FIP Mn-3  
0,05%Ti; 0,03%Al; 0,01%Sb; 0,01%Zr; 0,02%Cr; 0,02%Sn; 0,02%As; 0,05%V; 0,002%Te; 0,02%Pb; =,002%Bi; =,002%B.  
-pentru marca FIP Mn-4  
0,1%Cr; 0,07%Ti; 0,05%As; 0,08%Sn; 0,05%Al.

## 2. Fonte brute

Fonta brută este un aliaj de fier și carbon cu un conținut de carbon mai mare de 2% și conținuturi de alte elemente mai mici sau egale limitelor indicate în tabelul 7.3. Sunt cuprinse în SR EN 10001 din iulie 1990.

Conținuturi limită în elementele de aliere ale fontelor brute Tabelul 7.3

Nr.crt.	Element	conținut limită
1	Mangan	≤30,0%
2	siliciu	≤ 8,0%
3	fosfor	≤ 3,0%
4	crom	≤10,0%
5	alte elemente, în total	≤10,0%

Fonta este destinată a fi în continuare transformată, în stare lichidă, în oțel sau fonta turnată. Sunt clasificate în diferite clase în funcție de compoziția lor chimică, tabelul 7.4.

Tabelul 7.4

Clasificarea și denumirea fontelor brute în funcție de compoziția lor chimică

Nr. crt.	Clase de fonte brute			%C <sub>total</sub>	%Si	%Mn	%P	%S, max	Alte elemente
	Denumire		Simbolizare						
1.1	fonta de afinare	cu conținut scăzut de fosfor	Pig - P2	3,3-4,8	≤1,0	0,4-6,0 (0,5-1,5)	≤0,25	0,06	
1.2		cu conținut ridicat de fosfor	Pig - P20	3,0-4,5			≤1,5		
2.1	Nealiate	Fontă de turnătorie	Pig - P1Si	3,3-4,5	1,0-4,0 (1,5-3,5)	0,4-1,5	≤0,12	0,06	
2.2			Pig - P3Si				≤0,12-0,5		
2.3			Pig - P6Si				>0,5-1,0 (>0,5-0,7)		
2.4			Pig - P1 2Si	>1,0-1,4					
2.5			Pig - P1 7Si	>1,4-2,0					
3.1			cu grafit nodular	Pig - Nod			3,5-4,6		
3.2	cu grafit nodular și mangan ridicat	Pig - Nod Mn		≤4,0	>0,1-0,4				
3.3	cu carbon scăzut	Pig - LC		≤3,0	>0,4-1,5	≤0,30	0,06		
4.0	alte fonte nealiate	Pig - SPU							
5.1	Aliate	fontă Spiegel	Pig - Mn	4,0-6,5	max 1,5	>6,0-30,0	≤0,30 (≤0,20)	0,05	
5.2		alte fonte aliate	Pig - SPA						

## 3. Fontă cenușie

Prezentul standard internațional, SR ISO 185, stabilește clasificarea fontelor cenușii, clasificare ce cuprinde șase mărci în funcție de caracteristicile de rezistență, determinate pe epruvete prelucrate din probe turnate separat.

Caracteristicile de rezistență pentru mărcile de fontă cenușie determinate pe epruvete prelucrate din probe turnate separat sunt cuprinse în tabelul 7.5.

Tabelul 7.5

Caracteristicile de rezistență determinate pe epruvete prelucrate din probe turnate separat

Nr.crt	Marca	Rezistența la tracțiune, min $R_m$ , $N/mm^2$
1	100	100
2	150	150
3	200	200
4	250	250
5	300	300
6	350	350

În scopul acceptării, fonta cenușie de marcă n trebuie să aibă o rezistență la tracțiune cuprinsă între n și (n+1)  $N/mm^2$

#### 4. Fontă cu grafir nodular

Fonta cu grafir sferoidal sau nodular, SR ISO 1083, este un aliaj pe bază de fier și carbon, ultimul element fiind prezent, în principal sub formă de particule de grafir nodular. Proprietățile mecanice determinate pe epruvete prelevate din probe turnate separat sunt prezentate în tabelul 7.6.

Proprietăți mecanice determinate pe epruvete prelevate din probe turnate separat

Tabelul 7.6

Marca	Rezistența la tracțiune minimă $R_m$ , $N/mm^2$	Limita de curgere convențională $R_{p0.2}$ , $N/mm^2$	Alungirea la rupere, min. A, %	Informativ	
				Duritate Brinell HBS	Constituent predominant în structură
900-2	900	600	2	280-360	bainită sau martensită de revenire
800-2	800	480	2	245-330	perlită sau structură de revenire
700-2	700	420	2	225-305	perlită
600-3	600	370	3	190-270	perlită + ferită
500-7	500	320	7	170-230	ferită + perlită
450-10	450	310	10	160-210	ferită
400-15	400	250	15	130-180	ferită
400-18	400	250	18	130-180	ferită
350-22	350	220	22	max. 150	ferită

#### 5. Fonta cu grafir nodular cu structură bainitică turnată în piese

Fonta cu grafir nodular cu structură bainitică, SR 13169, este fonta al cărei grafir se prezintă sub formă nodulară, iar masa metalică este compusă din ferită bainitică și austenită remanentă, în anumite cazuri putând să apară și martensită.

Structura bainitică se obține prin aplicarea unui tratament termic de călire cu transformare izotermă, în domeniul bainitic.

Notarea fontelor cu grafir nodular cu structură bainitică se face indicând

simbolul fontei cu grafit nodular (Fgn) urmat de litera B (de la bainită), valoarea rezistenței minime de rupere la tracțiune ( $N/mm^2$ ), separate printr-o linie oblică de numărul prezentului standard

Exemplu: Fonta cu grafit nodular bainitică, turnată în piese, cu rezistență la tracțiune de  $800 N/mm^2$ , se notează:

*Fgn B 800/SR 13169*

Caracteristicile mecanice ale mărcilor de fontă cu grafit nodular cu structură bainitică sunt prezentate în tabelul 7.7.

Caracteristicile mecanice ale mărcilor de fontă cu grafit nodular cu structură bainitică  
Tabelul 7.7

Marca fontei	Rezistența la rupere min. $R_m, N/mm^2$	Limită de curgere convențională, min $R_{p0,2}, N/mm^2$	Alungire la rupere, A %	Duritate Brinell HB	Energie de rupere min. J
Fgn B 800	800	50	10	260-320	100
Fgn B 900	900	600	8	280-340	90
Fgn B 1000	1000	700	5	300-380	80
Fgn B 1100	1100	820	3	360-420	70
Fgn B 1200	1200	850	2	380-450	50
Fgn B 1400	1400	1000	-	450-550	-

Compoziția chimică se stabilește în funcție de grosimea de perete, gradul de aliere, călibilitatea necesară și caracteristicile mecanice prescrise și este informativă, tabelul 7.8.

Compoziția chimică  
Tabelul 7.8

Element chimic	Conținut, %	Abateri limită, %
Carbon	3,4-3,6	$\pm 0,2$
siliciu	2,2-2,6	$\pm 0,2$
mangan	max. 0,4	+0,05
fosfor	max. 0,05	acord între părți
sulf	max. 0,02	acord între părți
magneziu	0,03-0,06	acord între părți
nichel	max. 2,0	+0,01
cupru	max. 0,8	+0,05
molibden	max. 0,3	+0,05

## 6. Fontă austenitică

Fontele austenitice, SR ISO 2892, sunt fonte înalt aliate, în care, prin adaosul unor elemente de aliere, masa metalică de bază se menține austenitică la temperatura ambiantă și în care carbonul este prezent în mare parte fie sub formă de grafit lamelar, fie sub formă de grafit nodular. În mărcile cu un conținut ridicat de crom, carbonul se prezintă deseori sub formă de carburi.

Fiecare marcă cu o microstructură de grafit lamelar, se simbolizează prin litera L, iar cele cu o microstructură de grafit sferoidal sau nodular prin litera S. În fiecare caz, litera inițială este urmată de simboluri chimice și de cifre

despărțite prin spații egale, care indică elementele de aliere și conținuturile medii aproximative ale acestora:

L – NiCuCr 15 6 3

S – NiSiCr 20 5 2

Compoziția chimică și caracteristicile mecanice sunt prezentate în tabelele 7.9 și 7.10.

Compoziția chimică și caracteristicile mecanice ale fontelor austenitice cu grafit lamelar  
Tabelul 7.9

Marca	Compoziția chimică, %						Caracteristici mecanice
	C, max.	Si	Mn	Ni	Cr	Cu	Rezistența la tracțiune, min. R <sub>m</sub> , N/mm <sup>2</sup>
L – Ni Mn 13 7	3,0	1,5-3,0	6,0-7,0	12,0-14,0	max. 0,2	max. 0,5	140
L – Ni Cu Cr 15 6 2	3,0	1,0-2,8	0,5-1,5	13,5-17,5	1,0-2,5	5,5-7,5	170
L – Ni Cu Cr 15 6 3	3,0	1,0-2,8	0,5-1,5	13,5-17,5	2,5-3,5	5,5-7,5	190
L – Ni Cr 20 2	3,0	1,0-2,8	0,5-1,5	18,0-22,0	1,0-2,5	max. 0,5	170
L – Ni Cr 20 3	3,0	1,0-2,8	0,5-1,5	18,0-22,0	2,5-3,5	max. 0,5	190
L – Ni Si Cr 20 5 3	2,5	4,5-5,5	0,5-1,5	18,0-22,0	1,5-4,5	max. 0,5	190
L – Ni Cr 30 3	2,5	1,0-2,0	0,5-1,5	28,0-32,0	2,5-3,5	max. 0,5	190
L – Ni Si Cr 30 5 5	2,5	5,0-6,0	0,5-1,5	29,0-32,0	4,5-5,5	max. 0,5	170
L – Ni 35	2,4	1,0-2,0	0,5-1,5	34,0-36,0	max. 0,2	max. 0,5	120

Compoziția chimică și caracteristicile mecanice ale fontelor austenitice cu grafit nodular  
Tabelul 7.10

Marca	Compoziția chimică, %					Caracteristici mecanice
	C, max.	Si	Mn	Ni	Cr	Rezistența la tracțiune, min. R <sub>m</sub> , N/mm <sup>2</sup>
S – Ni Mn 13 7	3,0	2,0-3,0	6,0-7,0	12,0-14,0	max. 0,2	390
S – Ni Cr 20 2	3,0	1,5-3,0	0,5-1,5	18,0-22,0	1,0-2,5	370
S – Ni Cr 20 3	3,0	1,5-3,0	0,5-1,5	18,0-22,0	2,5-3,5	390
S – Ni Si Cr 20 5 2	3,0	4,5-5,5	0,5-1,5	18,0-22,0	1,0-2,5	370
S – Ni 22	3,0	1,0-3,0	1,5-2,5	21,0-24,0	max. 0,5	370
S – Ni Mn 23 4	2,6	1,5-2,5	4,0-4,5	22,0-24,0	max. 0,2	440
S – Ni Cr 30 1	2,6	1,5-3,0	0,5-1,5	28,0-32,0	1,0-1,5	370
S – Ni Cr 30 3	2,6	1,5-3,0	0,5-1,5	28,0-32,0	2,5-3,5	370
S – Ni Si Cr 30 5 5	2,6	5,0-6,9	0,5-1,5	28,0-32,0	4,5-5,5	390
S – Ni 35	2,4	1,5-3,0	0,5-1,5	34,0-36,0	max. 0,2	370
S – Ni Cr 35 3	2,4	1,5-3,0	0,5-1,5	34,0-36,0	2,0-3,0	370

## 7. Fontă maleabilă

Fonta maleabilă, SR ISO 5922, este un aliaj fier carbon, care se supune unui tratament termic și care se solidifică în stare brută de turnare cu o structură lipsită de grafit, ceea ce înseamnă că tot carbonul se prezintă în stare combinată în principal sub formă de cementită (Fe<sub>3</sub>C).

Se disting două grupe de fontă maleabilă, diferențiate prin compoziția chimică, temperatura și durata ciclului de recoacere, prin atmosfera de recoacere și prin caracteristicile și microstructura care se obțin:

- fonta maleabilă cu inimă albă;
- fontă maleabilă cu inimă neagră și fonta maleabilă perlitică.

Tipurile de fontă maleabilă se notează astfel:

- W pentru fonta maleabilă cu inimă albă;
- B pentru fonta maleabilă cu inimă neagră;
- P pentru fonta maleabilă perlitică.

Această literă este urmată de un interval și de două cifre care indică rezistența minimă la tracțiune în  $N/mm^2$ , împărțită la 10; urmează o cratimă și două cifre care indică alungirea minimă.

Exemplu de notare: fonta maleabilă cu inimă albă, cu o rezistență minimă la tracțiune de  $400 N/mm^2$  și o alungire minimă de 5%:

*W 40 – 05.*

Modul de elaborare a fontei maleabile, compoziția și tratamentul termic sunt la alegerea producătorului.

Caracteristicile mecanice determinate pe epruvetele din fontă maleabilă trebuie să corespundă valorilor prezentate în tabelele 7.11 și 7.12.

Caracteristicile mecanice ale fontei maleabile cu inimă albă Tabelul 7.11

Notare	Diametru epruvetă, mm	Rezistența la tracțiune, $R_m$ , $N/mm^2$ , min.	Limita de curgere convențională, $R_{p0.2}$ , $N/mm^2$ , min.	Alungire la rupere %, min.	Duritate Brinell HB max.
W 35-04	9	340	-	5	230
	12	350	-	4	
	15	360	-	3	
W 38-12	9	320	170	15	200
	12	380	200	12	
	15	400	210	8	
W 40-05	9	360	200	8	220
	12	400	220	5	
	15	420	230	4	
W 45-07	9	400	230	10	220
	12	450	260	7	
	15	480	280	4	

Caracteristicile mecanice ale fontei maleabile cu inimă neagră și fontei maleabile perlitice Tabelul 7.12

Notare		Diametru epruvetă, mm	Rezistența la tracțiune, $R_m$ , $N/mm^2$ , min.	Limita de curgere convențională, $R_{p0.2}$ , $N/mm^2$ , min.	Alungire la rupere %, min.	Duritate Brinell HB max.
A	B					
B 30-06		12 sau 15	300	-	6	max. 150
	B 32-12	12 sau 15	320	190	12	max. 150
B 35-10		12 sau 15	350	200	10	max. 150
P 45-06		12 sau 15	450	270	6	150...200
	P 50-05	12 sau 15	500	300	5	160...220
P 55-04		12 sau 15	550	340	4	180...230
	P 60-03	12 sau 15	600	390	3	200...250
P 65-02		12 sau 15	650	430	2	210...260
P 70-02		12 sau 15	700	530	2	240...290
P 80-01		12 sau 15	800	600	1	270...310

## Bibliografie

1. Albița Gh., Rădulescu C. - Bazele proceselor de turnare, București, Editura Tehnică, 1970;
2. Axenov P.N. - Tehnologia formării, (traducere din limba rusă), București, Editura Tehnică, 1953;
3. Briscan D. - Bazele teoretice ale turnării, București, Editura Didactică și Pedagogică, 1966;
4. Buzilă, S. - Tehnologia formării, București, Editura Didactică și Pedagogică 1967;
5. Buzilă S. - Proiectarea și executarea formelor, București, Editura didactică și Pedagogică 1976.
6. Diaconescu Fl. - Proiectarea garniturilor de model și a formelor temporare pentru turnătorie, Iași, Rotaprint Institutul Politehnic, 1980;
7. Drăgulin M. - Cartea modelierului, București, Editura Tehnică, 1964;
8. Drăgulin M. ș.a.- Muncitorii turnători și calitatea pieselor turnate, București, Editura tehnică, 1973;
9. Drosu M. ș.a. - Turnătorie. București, Editura Didactică și Pedagogică, 1968;
10. Lalu D. - Manualul modelorului, București, Editura Didactică și Pedagogică 1977;
11. Rădulescu C., Vulcan S. - Cartea turnătorului. București, Editura Tehnică, 1963;
12. Rădulescu C., Albița Gh.- Rețele de turnare, București, Editura Tehnică, 1976
13. Skarbinski M. - Construcția pieselor turnate și proiectarea formelor (traducere din limba polonă), București, Editura Tehnică, 1967;
14. Ștefănescu Cl., Ștefănescu D.M. - Îndreptar pentru turnători, București, Editura Tehnică, 1972;
15. Ștefănescu Cl. ș.a. – Îndrumătorul proiectantului de tehnologii în turnătorii, vol.1, București, Editura Tehnică, 1985;
16. Ștefănescu Cl. ș.a. – Îndrumătorul proiectantului de tehnologii în turnătorii, vol.2, București, Editura Tehnică, 1986;
17. Vulcu V. ș.a. - Proiectarea și construcția garniturilor de model pentru turnătorie, București, Ed.Tehnică, 1971.