

CAPITOLUL 3. PROCEDEE SPECIALE DE TURNARE

3.1. TENDINȚA DE FORMARE A CRĂPĂTURILOR LA ALIAJELE TURNATE ÎN FORME METALICE

1. Considerații teoretice și metode de determinare

Se poate considera că tensiunile interne mari sunt cauza producerii crăpăturilor; pe de altă parte tensiunile interne sunt direct proporționale cu valoarea modulului de elasticitate.

Din acest punct de vedere tendința cea mai mare de formare a crăpăturilor o au fontele albe și oțelurile (E între 19.000 și 21.200 daN/mm²), urmează fonta maleabilă (E între 16.100 și 18.000 daN/mm²) și fonta cu grafit nodular (E între 16600 și 17600 daN/mm²), iar în cazul fontei cenușii cu grafit lamelar (E între 5900 și 15600 daN/mm²), probabilitatea de apariție a crăpăturilor este minmă.

Modul de solidificare are o influență decisivă asupra tendinței de formare a crăpăturilor la aliajele turnate; după W. Patterson și S. Engler tendința de formare a crăpăturilor crește succesiv odată cu trecerea de la un tip de solidificare la altul în următoarea ordine:

- solidificare exogenă cu front de solidificare neted;
- solidificare exogenă cu front de solidificare rugos;
- solidificare endogenă cu crustă solidificată periferică;
- solidificare endogenă volumică;
- solidificare exogenă spongioasă.

Capacitatea de alimentare cu metal sau aliaj a frontului de solidificare prin filtrarea printre dendrite este favorizată de adăugarea de modifcatori, care produc finisarea grăunților și în paralel scad și sensibilitatea la apariția crăpăturilor.

Utilizarea unei forme de turnare cu difuzivitate termică ridicată și coeficient global de acumulare a căldurii mare, permite obținerea unei solidificări exogene cu front de solidificare neted prin micșorarea intervalului de solidificare și finisarea structurii.

Concluziile par a fi în contradicție cu realitatea industrială adică solidificarea succesivă favorizată de turnarea în forme metalice cu viteză mare de răcire este tipul de cristalizare cel mai puțin predispus formării crăpăturilor și totuși în cazul pieselor turnate în forme metalice, defectul cel mai frecvent îl constituie crăpăturile; explicația constă în rigiditatea extremă a formei metalice și în gradul înalt de frânare a contracției. Ideală deci ar fi o formă de turnare cu viteza de răcire a formei metalice cu circulație de apă, dar cu compresibilitatea formelor din amestec.

Tendința de formare a crăpăturilor se apreciază cu forme tehnologice specifice; cea mai utilizată este proba tip bucușă, cu suprafața interioară de formă tronconică obținută cu ajutorul unui miez metalic rigid. După turnarea probei, la solidificare, din cauza frânării contracției piesei de către miezul metalic, pe suprafața interioară a bucușei vor apărea fisuri plasate la o anumită înălțime față de baza probei sau respectiv la o grosime minimă a peretelui epruvetei.

Tendința de formare a crăpăturilor la cald se exprimă procentual prin raportul între lungimea celei mai mari fisuri apărute și perimetrul interior al secțiunii transversale respective. În Figura nr. 3.1 se prezintă o probă similară tip inel, la care de asemenea este utilizat un miez metalic pentru frânarea contracției și provocarea intenționată a crăpăturilor; tendința de apariție a crăpăturilor se exprimă prin lățimea, în mm, a

celel mai mari crăpături formate în inelul care s-a contractat frânat pe miezul central de oțel.

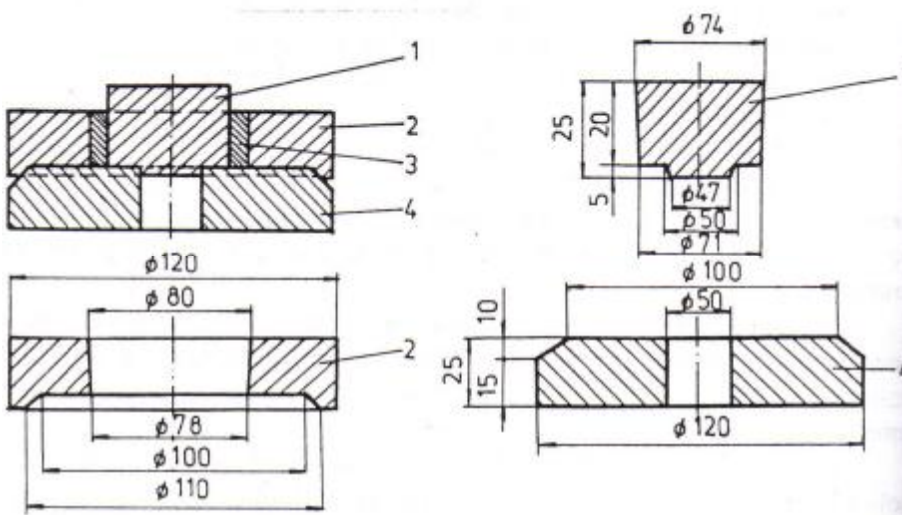


Figura nr.3.1. Determinarea tendinței de formare a crăpăturilor la cald la aliajele neferoase:1-miez metalic din oțel; 2-ramă inelară exterioară; 3-epruvetă inelară turnată; 4-placă de bază.

Determinarea rapidă a tendinței de formare a crăpăturilor la aliajele neferoase ca urmare a frânării contracției se poate face și cu proba tehnologică turnată în forma metalică din Figura nr. 3.2; ca indice al tendinței de apariție a crăpăturilor se consideră lungimile însumate ale epruvetelor rupte, în mm.

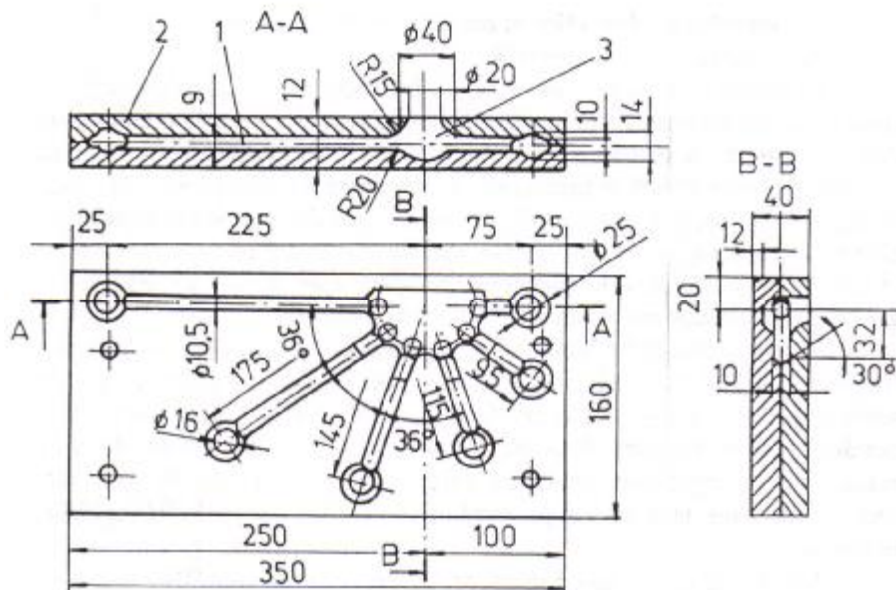


Figura nr. 3.2. Determinarea tendinței de apariție a crăpăturilor, în funcție de dimensiunea liniară a piesei respective, la aliajele neferoase: 1-cavitate propriu-zisă; 2-semiformă; 3-zonă alimentare

2. Modul de lucru

Se vor folosi: un aliaj de aluminiu; cochile pentru determinarea tendinței de formare a crăpăturilor conform Figurii nr. 3.1; cuptor pentru topit aliaj, creuzet, claște pentru manevrare creuzet; mănuși de protecție, platformă metalică pentru postul de turnare, foi de azbest pentru protecție.

Se vor turna 5 – 10 probe în cochilă fără preîncălzirea acesteia și 5 – 10 probe în cochila preîncălzită până la 80 – 100°C. Se va desena fiecare probă în parte indicându-se forma și dimensiunile crăpăturilor care apar. Se va preciza și temperatura de turnare la care sunt obținute probele.

3.2. CONTRACȚIA ALIAJELOR TURNATE ÎN FORME METALICE

1. Considerații teoretice și metode de determinare

A. Contractia volumetrică

La turnarea în forme metalice aliajul tinde să solidifice succesiv cu o zonă bifazică scăzută, astfel încât pe ansamblu, retasura concentrată va apărea mai dezvoltată ca la turnarea în forme din amestec; mărimea absolută a retasurii fontelor diferă la turnarea în forme metalice comparativ cu turnarea în forme din amestec în raportul, în care are loc, pentru aceeași compoziție chimică, trecerea de la structurile stabile de fonte cenușii la structurile metastabile de fonte albe (mărimea retasurii este direct proporțională cu gradul de grafitizare indirectă și cu mărimea dilatării inițiale).

Forma metalică influențează contracția și deci procesul de apariție al retasurii în două moduri și anume din punct de vedere termic (trecerea solidificării de la tipul volumic la cel succesiv și corespunzător mărirea ponderii macrostructurii față de microretasură) și din punct de vedere mecanic, prin rigiditatea mare pe care o are și prin aceasta prin modul specific în care lasă să se producă dilatarea inițială datorită grafitizării indirecte.

Analizând datele din Figura nr. 3.3 rezultă în primul rând influența deosebită a vitezei de răcire asupra mărimii intervalului de solidificare și în al doilea rând influența pe care o are mărimea acestui interval asupra formării zonei cu porozități din piesele turnate; compozițiile eutectice au în general, din cauza intervalului îngust de solidificare, o zonă restrânsă de microporozități (retasură dispersată) care este mai mică la turnarea în forme metalice comparativ cu turnarea în forme din amestec.

Porozitatea are o influență deosebită asupra caracteristicilor mecanice; se consideră că piesele cu o porozitate sub 0,5% pot fi acceptate ca satisfăcătoare, în timp ce la o porozitate mai mare de 1% piesele sunt considerate ca rebut din cauză că nu mai sunt asigurate caracteristicile prevăzute în normele tehnice.

În Figura nr. 3.4. se prezintă construcția formei metalice destinată turnării probei tehnologice de determinare rapidă a contracției volumice și a volumului retasurii concentrate; proba este cunoscută sub denumirea de epruvetă tip TATUR și este larg utilizată pentru determinarea rapidă și precisă a retasurii concentrate exprimată prin raportul procentual între înălțimea tronconului și adâncimea retasurii sau ca diferență între înălțime și adâncime.

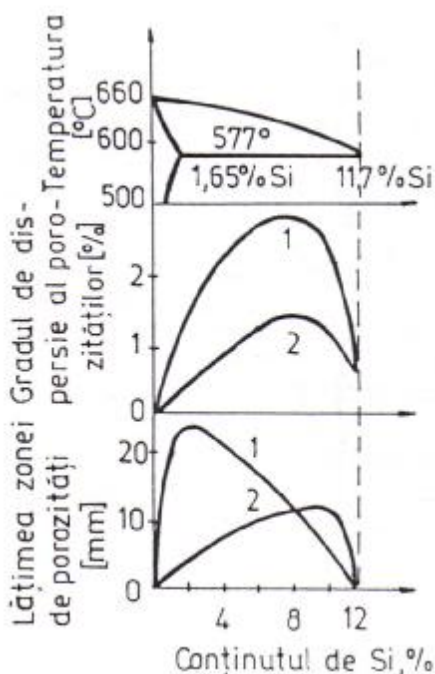


Figura nr.3.3. Influența vitezei de solidificare asupra mărimii volumului retasurii dispersate, la aliajele hipoeutectice din sistemul Al-Si: 1-turnarea în forme din amestec; 2-turnarea în forme metalice.

Referitor la conținutul gazos din aliaj în funcție de viteza de răcire se poate spune că acest conținut, în special în cazul hidrogenului și al aliajelor cu baza de aluminiu, este mai ridicat la turnarea în forme metalice, dar repartizat mult mai uniform și sub formă de microporozități. Cu alte cuvinte, viteza mărită de răcire conduce la scăderea timpului de formare și de creștere a bulelor, elimină zonele suprasaturate local cu hidrogen și prin aceasta scade probabilitatea de formare a suflurilor, respectiv conținutul critic de hidrogen peste care încep să apară suflurile este cu mult mai mare la turnarea în forme metalice.

B. Contractia liniară

În Figura nr. 3.5 se arată calitativ modificarea contractiei liniare în funcție de tipul diagramei de echilibru la aliajele cu componenții puri A și B.

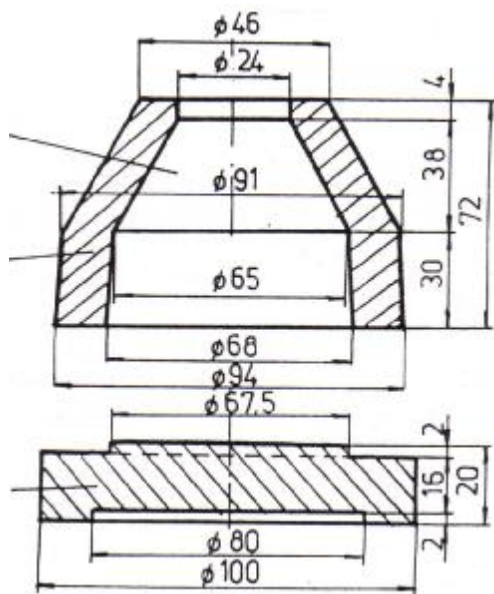


Figura nr.3.4. Forma pentru turnarea probei tehnologice de determinare a contractiei volumice: 1-formă; 2-suport; 3-cavitate propriu-zisă

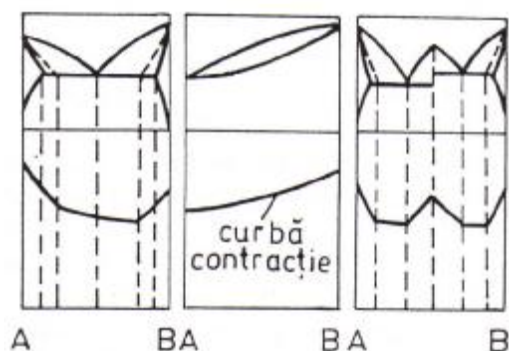


Figura nr.3.5. Reprezentarea calitativă a variației contractiei liniare în funcție de tipul diagramei de echilibru

La turnarea în formele metalice rigide frânarea mecanică a contractiei liniare a piesei este mult mai accentuată decât la formele din amestec compresibil; din această cauză ar trebui ca în final contractia totală a piesei să fie mai mică, cu existența binențeles a tensiunilor interne mari, ce apar datorită acestei frânări.

În realitate, peste fenomenul de frânare care micșorează contractia în cazul aliajelor feroase se suprapune fenomenul de schimbare a structurilor de la cenușii la cele albe ca urmare a vitezei mari de răcire, astfel că pe ansamblu întotdeauna la turnarea în formele metalice, contractiile aliajelor, atât cele libere cât și cele frânate, vor fi mai mari decât la turnarea în formele din amestec.

Dilatarea inițială poate mări sau micșora volumul de retasură pentru o aceeași fontă, în funcție de rigiditatea formei în care s-a realizat turnarea; pentru formele din amestec, nerigide, dilatarea inițială se face cu o mișcare relativă a crustei în exteriorul conturului inițial al piesei, respectiv prin mărirea cavității-amprentă din formă, deci retasura din axa termică a piesei se mărește.

La turnarea în forme metalice rigide, mărirea dilatării inițiale duce la creșterea relativă a volumului crustei solidificate, dar de data aceasta crusta neputându-se deplasa în exteriorul conturului inițial al piesei va înainta în interior și va produce dezlocuirea unei anumite cantități de aliaj lichid. Această cantitate de aliaj dezlocuită va umple parțial retasura din axa termică și prin aceasta volumul de retasură concentrată se va micșora.

Totodată însă forma metalică rigidă, care micșorează pe de o parte retasura, realizează și o răcire rapidă deci favorizează albirea, deci scade dilatarea inițială și prin aceasta mărește contractia totală și în final mărește retasura.

Se folosesc pentru determinări: cuptor pentru topit aliajul; aliaj lichid (cu baza de aluminiu); creuzete metalice, clește de manevrare, mănuși de piele pentru protecție, platou metalic (pentru realizarea postului de turnare); foi de azbest (pentru protecția dușumelii).

2. Modul de lucru

Pentru determinarea contracției volumice se vor turna 5-10 probe tehnologice, în cochile fără preîncălzire și 5-10 probe tehnologice în cochile preîncălzite până la temperatura de 80-100°C.

Probele se vor secționa longitudinal pentru măsurarea întinderii retasurii și pentru obținerea dimensiunilor respectivelor retasuri în vederea calculării volumului (se va aproxima volumul retasurii cu volumul conului circumscris retasurii).

În cazul cunoașterii precise a greutății specifice a aliajului turnat se poate determina volumul retasurilor, cântărind fiecare probă în parte (se va măsura $M_{reală}$ prin cântărire, se va calcula $M_{ipotetică}$ cu formula :

$$M_{ipotetică} = V_{cavității\ active\ a\ cochilei} \cdot \gamma_{aliaj} \quad (3.1)$$

Iar apoi făcând diferența dintre masa ipotetică și cea reală se va obține valoarea produsului:

$$V_{retasă} \cdot \gamma_{aliaj} = M_{ipotetică} - M_{reală} \quad (3.2)$$

determinându-se în final $V_{retasă}$.

Volumul retasurii se poate calcula și măsurând volumul de apă dislocuit prin imersarea probelor într-un vas cu apă pus în legătură cu un tub gradat pentru măsurarea volumelor de apă (în cazul retasurilor deschise).

Pentru primul mod de analiză a probelor, propus mai sus se vor calcula:

-întinderea retasurii (I_r), în %

$$I_r = hr/h \cdot 100, \% \quad (3.3)$$

în care hr este înălțimea retasurii, în mm; h -înălțimea retasurii, în mm;

-volumul retasurii (V_r), în dm^3 ;

-volumul probei tehnologice (V_p), în dm^3 ;

-ponderea retasurii raportată la volumul piesei (P_{rv}), în %

$$P_{ret} = V_r/V_p \cdot 100, \% \quad (3.4)$$

Rezultatele se vor introduce în tabelul următor:

Nr. crt.	Probe turnate în cochile fără preîncălzire	Probe turnate în cochile preîncălzite	I_r %	V_r dm^3	P_{ret} %

Se va întocmi o diagramă $P_{ret} = f(V_r)$.

3.3. TURNAREA ÎN FORME METALICE

1.Considerații teoretice

A.Rentabilitatea turnării în forme metalice

Folosirea formelor metalice la fabricarea pieselor turnate este limitată de prețul de cost ridicat al formei, de complexitatea construcției ei (în special când există cavități interioare), de dificultăți legate de controlul termic al operației și al formei. În schimb această metodă de turnare prezintă o serie de avantaje cum sunt: îmbunătățirea condițiilor de lucru, mărirea productivității, reducerea toleranțelor pentru prelucrare, îmbunătățirea caracteristicilor mecanice etc.

Folosirea formelor metalice este rentabilă atunci când se ating durabilitățile indicate în Tabelul nr. 3.1.

Durabilitatea formelor metalice turnate din fontă Tabelul nr. 3.1

Felul aliajului turnat	Mărimea pieselor turnate	Numărul de turnări până la scoaterea din uz a formei metalice
Aliaje de aluminiu	Mici și medii	Peste 10000
Fontă cenușie	Mici	Peste 5000
	Medii	1000-5000
	Mari	100-500
Oțel carbon	Mici	400-600
	Medii	100-300
	mari	15-100

B. Construcția formelor metalice

În general formele metalice se execută din fontă cenușie cu următoarea compoziție chimică:

3,2-3,5%C; 2,0-2,5%Si; 0,5-0,7%Mn; 0,2-0,3%P; maxim 0,1%S.

Pastilele în care se găsesc suprafețele active ale formei metalice se pot turna din fontă refractară având compoziția chimică:

3,5-4,5%Si; 5-6%Al; 0,6-1%Cr; 0,5-0,9%Ni.

În ultimul timp au început să fie folosite forme metalice din aluminiu care pot fi de două feluri: cu pereți subțiri și răcire cu apă sau masive. Grosimea stratului anodizat este în general de 0,3-0,8 mm.

Determinarea grosimii pereților formelor metalice din fontă se face cu relația lui DUBININ:

$$d_2 = 13 + 0,6 d_1, \quad (3.5)$$

în care d_1 este grosimea pereților piesei turnate, în mm; d_2 – grosimea pereților formei metalice, în mm.

Formele metalice pot fi: cu suprafață de separație verticală (pentru piese mici, ușoare); cu suprafață de separație orizontală (pentru piese mici și grele); cu suprafețe de separație variate.

O tehnologie modernă este fabricarea formelor metalice din elemente standardizate. Aceste forme pot fi folosite la turnarea pieselor de formă relativ simplă cum sunt: paletele hidroturbinelor, nicovalele etc.

Pentru o formă sunt necesare numai două tipuri de elemente: piramida și tetraedrul, Figura nr. 3.6.



Figura nr.3.6. Elemente metalice tipizate

Dintr-un set de elemente se pot obține forme diferite. Neregularitățile suprafețelor interioare ale formei pot fi eliminate cu vopsele speciale.

Fixarea elementelor tipizate se poate face mecanic, Figura nr. 3.7a sau cu lianți (de exemplu 60% marșalită, 24% silicat de sodiu, 16% apă), Figura nr. 3.7b

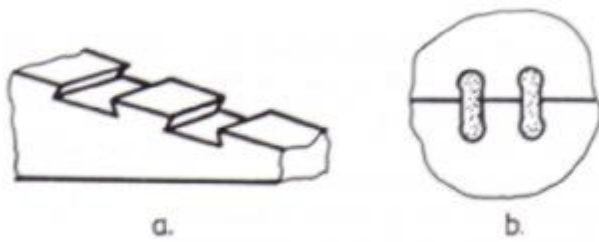


Figura nr. 3.7. Fixarea elementelor tipizate: a-mecanic (caneluri); b-cu lianți.

C. Tehnologia turnării în forme metalice

La construcția pieselor ce urmează a se turna în forme metalice trebuie respectate o serie de condiții (Tabelul nr. 3.2)

Caracteristicile constructive ale pieselor turnate în forme metalice Tabelul nr. 3.2

Denumirea caracteristicii	Valoarea la piesele turnate		
	mici	mijlocii	mari
Grosimea peretelui brut, mm -la piese fără miez -la piese cu miez de amestec	3 2,5	8 5	15-20 10-15
Razele de racordare interioară a colțurilor piesei, mm	$r = \frac{a+b}{5}$	$r = \frac{a+b}{4}$	$r = \frac{a+b}{3}$
Unghiul de înclinare a pereților interiori ai piesei, formați de mieyuri metalice sau de proeminențele formei metalice, în grade.	5	3	2

Cotele a și b reprezintă grosimea pereților alăturați al piesei turnate.

Înainte de întrebuițare formele metalice trebuie vopsite. O serie de rețete ieftine pentru vopsele și mase de protecție se prezintă în Tabelul nr.3.3. Aceste mase au rezistență suficientă, aderă bine la suprafața formei, au conductivitate termică scăzută și au o capacitate mică de generare a gazelor.

Proprietățile masei refractare sunt îmbunătățite prin folosirea unui substrat de 2-3 mm cu compoziția 2.

Pentru o mai bună adeziune între masa refractară și peretele formei se recomandă ca ultimul strat să fie rugos sau se adoptă una din soluțiile din Figura nr. 3.8.

Compoziții și caracteristici ale maselor de protecție Tabelul nr. 3.3

Nr. crt.	Șamotă 1-2mm	Șamotă 0,05mm	Argilă	Silicat de sodiu	Conductiv. Termică, W/m°C	Densitate kg/dm ³	Obs.
1	-	70	15	15	0,93-1,16	1,76	Cu substrat
2	-	68	12	20	-	-	-
3	40	30	22	8	0,93-1,16	1,76	Cu substrat
4	55	15	20	10	0,93-1,16	1,76	Cu substrat

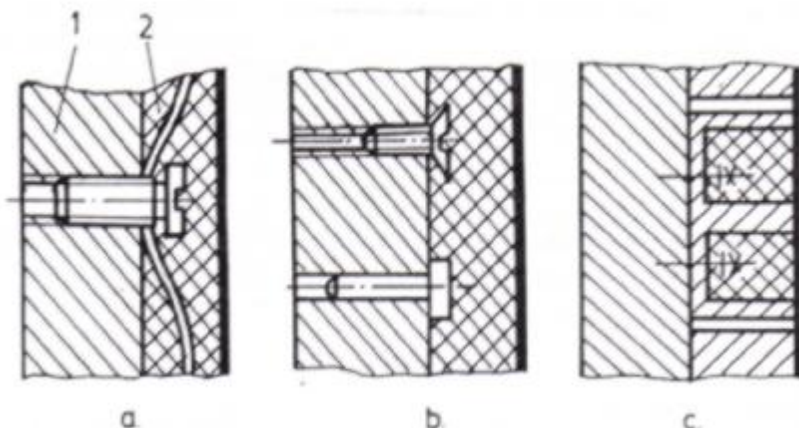


Figura nr.3.8. Diferite construcții ale pereților formei metalice pentru piese mari: a,b,c-variante; 1-formă metalică; 2- căptușeală refractară

D. Avantajele și dezavantajele turnării în forme metalice

Dintre numeroasele avantaje tehnico-economice ale turnării în forme metalice se pot enumera:

- excluderea operațiilor de formare, cu toate aspectele legate de acestea atât în ceea ce privește consumul de materiale și energie cât și forța de muncă, investiții, suprafață sau depozite;
- îmbunătățirea indicelui de scoatere a metalului ca urmare a micșorării consumului de aliaj lichid la rețeaua de turnare, maselote și adaosuri de prelucrare;
- utilizarea mai rațională a caracteristicilor intrinseci ale aliajelor ca urmare a finisării structurii prin mărirea vitezei de răcire și posibilitatea înlocuirii materialelor metalice deficitare turnate;
- scurtarea pe ansamblu a ciclului de fabricație și mărirea posibilităților de mecanizare și automatizare a proceselor.

Dintre dezavantajele care limitează extinderea procedurii se pot enumera:

- costul ridicat al formei metalice;
- efectele negative ale contracției aliajului și rezistența mare a formei care se opune acestei contracții; se impun deci atât anumite condiții la construcția piesei, cât și calități ale aliajului din care se realizează forma de turnare;
- durabilitatea redusă a formei metalice și S.D.V.-urilor în cazul când acestea au fost incorect proiectate, confecționate dintr-un material inadecvat condițiilor de exploatare sau când nu s-au respectat anumiți parametri tehnologici: temperaturi de preîncălzire și turnare, protecția termică, funcționarea necorespunzătoare a sistemului de răcire.

La turnarea în forme metalice au fost estimate următoarele creșteri ale indicatorilor tehnico-economici din turnătoriile care au folosit acest procedeu:

- mărirea productivității muncii de 4-5 ori;
- micșorarea rebuturilor cu 20-35%;
- micșorarea costului de producție cu 25-35%;
- micșorarea gradului de încărcare a mașinilor unelte pentru prelucrarea ulterioară a pieselor turnate de 1,5-2 ori;
- mărirea gradului de utilizare a suprafețelor sectoarelor de formare, preparare, dezbateră prin schimbarea specificului de producție de 4-12 ori.

Timpii tehnologici medii obținuți la turnarea unui reper de 150 kg din oțel sunt prezentați în Tabelul nr. 3.4.

Tabelul nr. 3.4

Timpi tehnologici medii la turnarea clasică și în forme metalice

Nr crt	Operația tehnologică	Durata, ore	
		Turnare clasică	Turnare în cochilii (forme metalice)
1	Formare, asamblare, turnare	6,0	0,5
2	Miezuire	5,0	5,0
3	Curățire	1,5	0,8
	total	12,5	6,3

E. Rețeaua de turnare la formele metalice

Specifică formelor metalice este construcția deosebită a piciorului rețelei de turnare și maselotei închise (Figura nr. 3.9) care precede intrarea aliajului lichid în cavitatea formei și care este corespondența canalului colector de zgură sau a canalului distribuitor de la rețelele confecționate din amestec de formare.

Diferența esențială între procesele de curgere care se produc la turnarea în forme confecționate din amestec și forme metalice este dată de conductivitatea termică mult mai mare a materialului formelor metalice și de completa impermeabilitate a peretelui formei metalice.

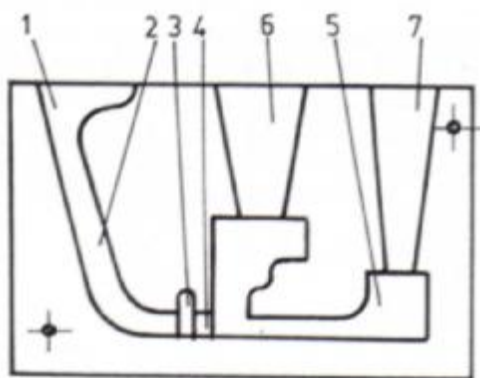
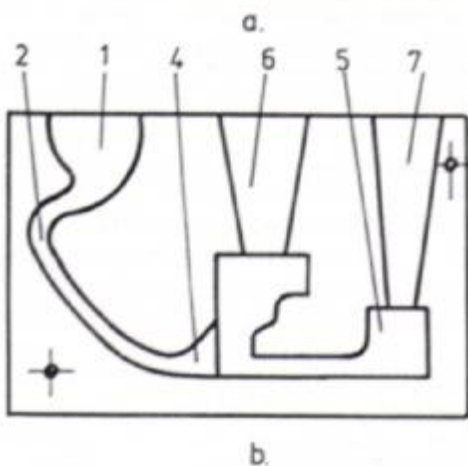


Figura nr3.9. Rețele de turnare specifice formelor metalice: a-aliaje cu contracție mare; b-aliaje cu contracție mică; 1-pâlnie; 2-piciorul pâlniei; 3-maselotă închisă laterală; 4-alimentator în fantă; 5-piesă turnată; 6-maselotă deschisă de secțiune ovală; 7-răsuflătoare.



Evident că una și aceeași piesă poate fi turnată utilizând mai multe tipuri de rețele de turnare, Figura 3.10; fiecare dintre acestea au anumite avantaje și dezavantaje, în final fiind adoptate acele soluții care necesită un consum minim de aliaj și conduc la obținerea de piese de calitate.

Dezavantajul curgerii turbionare și în special al formării picăturilor, stropilor și punctelor dure se elimină prin metoda cunoscută a înclinării formei la turnare, conform căreia la începutul turnării se înclină forma spre partea pâlniei de turnare și pe măsura umplerii cu aliaj lichid este adusă treptat spre poziția normală. Prin înclinare, înălțimea de turnare inițială este menținută cât mai mică și abia spre sfârșitul turnării se mărește presiunea statică a metalului.

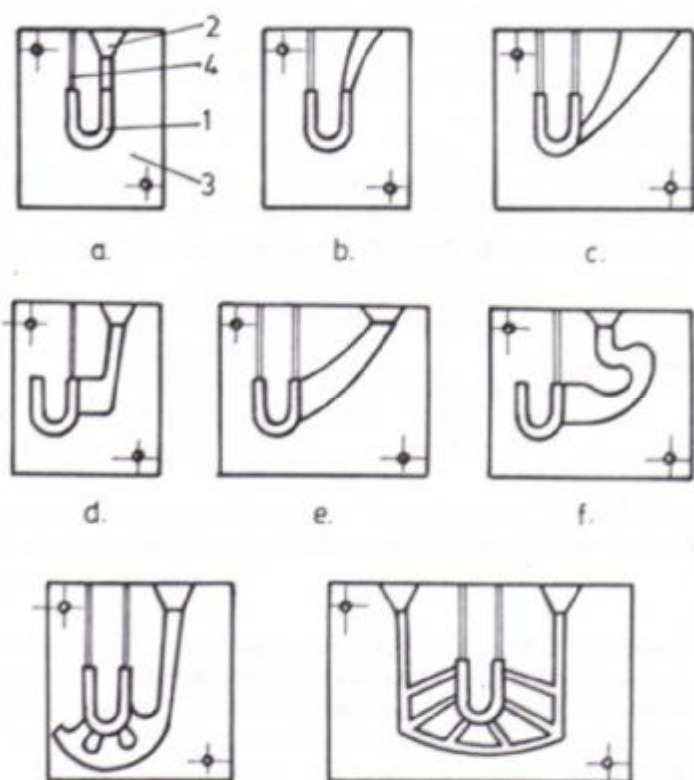


Figura nr.3.10. Posibilități de realizare a rețelei de turnare, la turnarea unei piese de tip clopot, din aliaj neferos, în formă metalică: a...h-variante; 1-cavitate propriu-zisă; 2-pâlnie; 3-semiformă; 4-canal aerisire.

De reținut că la formele din amestec de formare bascularea este dificil de realizat, pe când la turnarea în forme metalice, specificul utilajului și S.D.V.-urilor permite de cele mai multe ori efectuarea cu ușurință a acestei operații suplimentare.

Pentru calculul secțiunii alimentatorului se va utiliza următoarea relație:

$$S_A = \frac{0,2257 \cdot M}{\eta \cdot t \cdot \sqrt{H \rho}}, \quad (\text{m}^2) \quad (3.6)$$

în care M este masa piesei turnate, în kg; ρ -densitatea aliajului, kg/m^3 ; t-timpul de turnare, în s; H-înălțimea efectivă a piciorului rețelei, în m; η -coeficientul total de pierdere a vitezei prin frecare și schimbare a direcției jetului.

După A.M. Petricenko, viteza de umplere a formei metalice nu trebuie să fie inferioară valorii de 0,05 m/s pentru formele cu suprafață de separație orizontală și 0,02 m/s pentru formele cu suprafață de separație verticală.

Timpul optim de turnare se calculează cu ajutorul unei formule empirice de tipul:

$$t_{optim} = (0,5 \dots 0,8) \sqrt{M}, \quad (\text{s}) \quad (3.7)$$

după Schwarz-Junghans:

$$t_{optim} = (1,2 \dots 1,3) \sqrt{M}, \quad (\text{s}) \quad (3.8)$$

după Teillet:

$$t_{optim} = 1,7 \sqrt[3]{XM}, \quad (\text{s}) \quad (3.9)$$

în care X este grosimea medie a peretelui piesei turnate, luată în calcul, în mm.

2.Modul de lucru și aprecierea rezultatelor

Se vor turna două probe pentru determinarea rezistenței la rupere și a microstructurii la turnarea pieselor în formă metalică și respectiv la turnarea în amestec clasic. Se va face schița formei metalice folosite. Se vor compara rezultatele obținute.

3.4. UTILIZAREA VIBRAȚIILOR LA TURNAREA ALIAJELOR METALICE

1. Considerații teoretice

Obținerea pieselor prin turnare este relativ simplă dar prezintă un dezavantaj important: aliajele turnate se caracterizează printr-un grad destul de mare de neuniformitate chimică și structurală, care influențează defavorabil proprietățile de exploatare ale produselor.

Principalele efecte favorabile ale oscilațiilor mecanice sunt următoarele:

- finisarea structurii și deci îmbunătățirea multor proprietăți care depind de acestea;
- micșorarea conținutului de gaze prin stimularea proceselor de degazare;
- reducerea segregării prin întreruperea căilor de deplasare a lichidului îmbogățit în elemente care segregă;
- realizarea unei compactități ridicate a aliajelor turnate prin reducerea volumului de microretasuri;
- mărirea capacității de curgere a aliajelor în spații înguste ale formelor.

Parametrii procesului de vibrare sunt frecvența, amplitudinea, timpul de vibrare și modul de vibrare, care pot fi optimizați funcție de condițiile specifice ce apar la turnare.

A. Procese fizice care au loc la vibrarea aliajelor turnate

Acțiunea forțelor de impuls. Agitarea aliajului sub acțiunea vibrațiilor duce la apariția unor forțe de forfecare în dendritele formate la limita de separație lichid-solid.

Aplicând oscilații armonice forțate (centrul de greutate deplasându-se după o lege sinusoidală) unui aliaj de masă m , accelerația j își schimbă semnul la fiecare semiperioadă de oscilație, ducând la apariția în aliajul lichid a două forțe de inerție alternante J_1 și J_2 egale ca mărime, dar de semn contrar.

$$J_1 = -m(-a\omega^2 \sin \varphi) = mj \quad (3.10)$$

$$J_2 = -m(a\omega^2 \sin \varphi) = -mj, \quad (3.11) \text{ în care } a \text{ este amplitudinea; } \omega \text{-pulsatia ; } \varphi \text{-faza.}$$

Luând în considerare și forța $G=mg$, greutatea efectivă G_{ef} se va modifica în timp conform relației:

$$G_{ef} = m(g \pm j) = m(g \pm a\omega^2 \sin \varphi). \quad (3.12)$$

În cazul când $j=j_{max}=g$ forța care acționează în aliajul lichid în prima semiperioadă este maximă rezultând următoarea corelație optimă între amplitudine și frecvență, (Figura nr. 3.11), în care f este frecvența oscilației:

$$g = a(2\pi f)^2, \quad (3.13)$$

Transferul macroscopic de masă. Dacă se montează în partea inferioară a cavității formei o tijă vibratoare, a cărei suprafață frontală vine în contact direct cu aliajul lichid, circulația topiturii apare dacă $j > g$.

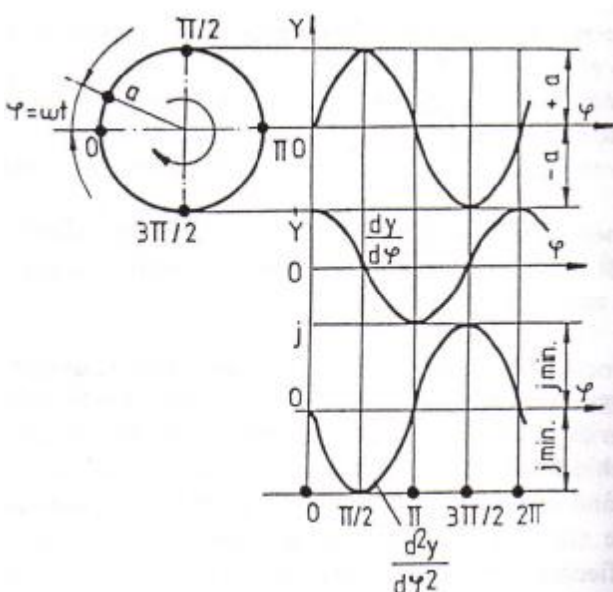


Figura nr. 3.11. Reprezentarea grafică a corelației amplitudine-frecvență la turnarea în câmp vibrator.

Cristalele aflate în fluidul care se deplasează vor ciocni ramurile dendritelor în consolă, apărând un efort de rupere τ_r , dat de relația:

$$\tau_r = \frac{1}{2} \rho_c w^2 \quad (3.14)$$

în care ρ_c este densitatea cristalelor iar w - viteza fluidului.

Fenomene de cavitație. Sub acțiunea oscilațiilor mecanice aliajul se deplasează într-un regim de curgere caracterizat de criteriul Reynolds, în expresia căruia intervin amplitudinea și frecvența de vibrație.

Cavitația apare atunci când viteza relativă dintre fluid și cristal este mai mare decât o viteză critică. Pe de altă parte, la viteze mari de deplasare a aliajului lichid, procesul de cavitație se poate produce și în afara limitelor cristalelor. În urma distrugerii bulei de cavitație, gazele din interiorul acesteia se comprimă aproape adiabatic. Implozia care se produce este însoțită de o creștere importantă a presiunii locale, care poate avea ca efect sfărâmarea cristalelor în curs de creștere.

Mărirea gradului de subrăcire. Vibrarea aliajului lichid duce la creșterea coeficientului de schimb de căldură prin convecție, determinând mărirea valorii criteriului Biot și în consecință creșterea intensității transferului termic.

În timpul vibrării, transferul de căldură de la aliaj la crusta solidificată se intensifică și ca urmare a fragmentării cristalelor de pe suprafața frontului de solidificare.

Sub influența oscilațiilor mecanice crește gradul de subrăcire îmbunătățindu-se condițiile de apariție și dezvoltare a fazei solide.

Schimbarile condițiilor de echilibru solid-lichid. Vibrațiile influențează tensiunea superficială interfațială (solid-lichid) în sensul reducerii acesteia, conducând la micșorarea razei minime a nucleelor la care acestea nu se mai retopesc ci urmează un proces de dezvoltare.

Efectul favorabil al vibrațiilor asupra apariției fazei solide se datorează proceselor de aglomerare a germenilor subcritici și de activare a suprafețelor de nucleere eterogenă.

B. Efecte tehnologice

Omogenizarea și finisarea structurii de solidificare. Datorită vibrațiilor dendritele în curs de solidificare se rup, iar fragmentele rezultate sunt împrăștiate de curenții naturali de convecție sau de mișcarea provocată de vibrație în toată masa aliajului.

Se creează astfel condiții defavorabile de dezvoltare a zonei macrostructurale columnare, obținându-se un număr mare de cristale cu dimensiuni mici.

Mărirea compactității materialelor turnate. Obținerea unui material compact este asigurată dacă viteza de pătrundere a aliajului în canalele capilare ale zonei bifazice este egală cu viteza de contracție. Creșterea compactității se datorează pe de o parte fragmentării zonei bifazice, iar pe de altă parte favorizării procesului de pătrundere a fazei lichide în cavitățile create ca urmare a contracției.

Degazarea aliajelor. Pentru a se constitui în aliaj sub forma unor separări distincte de rază r , gazele trebuie să aibă o presiune egală sau mai mare decât presiunea totală p_t dată de relația:

$$p_t = p_{at} + \rho gh + \frac{2\sigma}{r}, \quad (3.15)$$

în care p_{at} este presiunea atmosferică; ρgh -presiunea metalostatică; $2\sigma/r$ -presiunea determinată de tensiunea superficială.

Sub acțiunea vibrațiilor are loc o micșorare a tensiunii superficiale și a viscozității concomitent cu o creștere prin unire a volumului bulelor, ceea ce înseamnă că se creează condiții favorabile de formare, dar și de ridicare a separărilor de gaze.

Micșorarea tensiunilor interne. Tensiunile termice sunt cele mai periculoase, atât datorită valorilor ridicate pe care le au, dar și datorită dificultăților de prevenire a formării lor.

Oscilațiile mecanice micșorează diferențele de temperatură pe secțiunea pereților piesei turnate, conducând astfel la reducerea tendinței de apariție a tensiunilor interne.

Reducerea segregării. Vibrațiile reduc fenomenele de macrosegregare prin mărirea vitezei de solidificare, dar mai ales prin fragmentarea canalelor capilare din zona bifazică.

De asemenea, producând o amestecare turbulentă a aliajului, oscilațiile distrug straturile limită dintre faza solidă și lichidă, ceea ce determină o diminuare a intensității proceselor de microsegregare.

Creșterea capacității de curgere a aliajelor. Oscilațiile mecanice, prin efectul lor de micșorare a viscozității și tensiunii superficiale, dar și prin efectele dinamice pe care le generează, conduc la o creștere însemnată a fluidității aliajelor, cu toate că în condiții de vibrație transferul de căldură se intensifică.

2. Modul de lucru

Vibrarea se poate realiza prin acționarea asupra formei de turnare sau asupra aliajului, direct, după cum se poate observa din Figura nr. 3.12.

Vibrațiile se pot realiza utilizând vibratoare mecanice, electrice, hidraulice și pneumatice, generatori de ultrasunete, cât și prin acțiunea câmpurilor magnetice.

Vibratoarele mecanice cu element de acționare în translație (mecanism cu excentric și culisă) se utilizează în practică la frecvențe sub 30 Hz și forțe de valori mijlocii, sub 700N; cu mase excentrice în rotație se utilizează la forțe mari, între 400 și 20.000N la frecvențe sub 60Hz. Vibratoarele mecanice au dezavantajul cel mai mare legat de reglarea dificilă a frecvenței și amplitudinii vibrațiilor, construcție mecanică complicată, randament global scăzut.

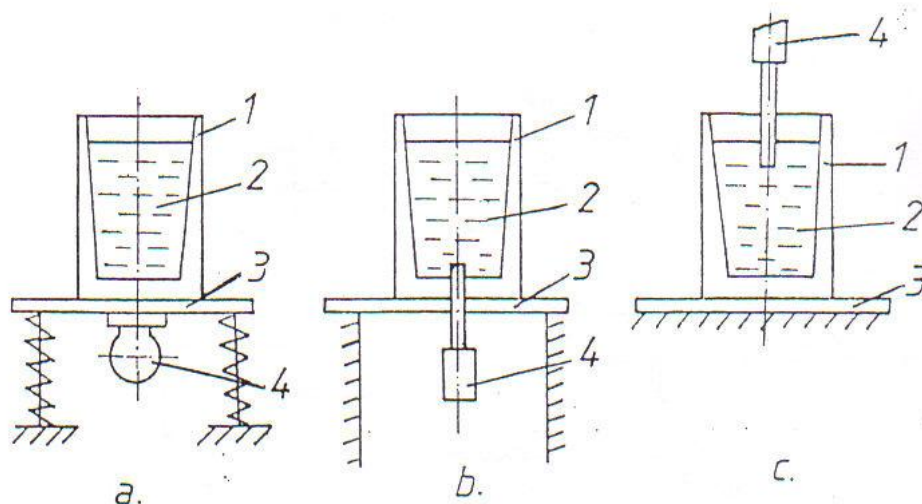


Figura nr. 3.12. Schema vibrării aliajului lichid: a-masa vibratoare; b-aplicarea vibrațiilor direct asupra aliajului pe la partea de jos a acestuia; c-idem pe la partea de sus; 1-formă; 2-aliaj topit; 3-placă; 4-vibrator.

Schema instalației experimentale a unei asemenea instalații ce utilizează un vibrator electrodinamic este prezentată în Figura nr. 3.13.

Schema vibratorului electrodinamic este prezentată în Figura nr.3.14. Bobina mobilă (4), înfășurată în jurul unui cilindru din material antimagnetic, este alimentată de la un osciloscop electronic prin intermediul unui amplificator de putere. Ea se poate deplasa în câmpul magnetic radial format din carcasă și miezul (3) datorită alimentării în curent continuu a înfășurării fixe (2). Partea superioară (8), cuplajul vibratorului ca și masa vibratorului se execută din aluminiu și folosesc la fixarea formei sau a unei tije vibratoare. Ea se reazemă și este centrată în întrefier pe un arc de suspensie care permite doar mișcări axiale, împiedicând deplasarea laterală sau rotirea bobinei.

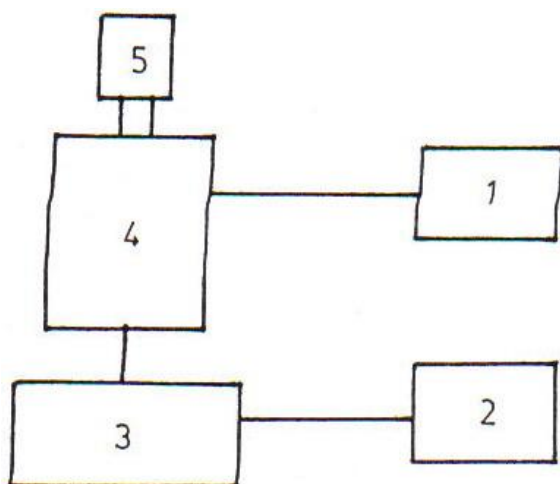


Figura nr.3.13. Schema instalației: 1-sursă de curent continuu; 2-generator de frecvență; 3-amplificator; 4-vibrator; 5-formă..

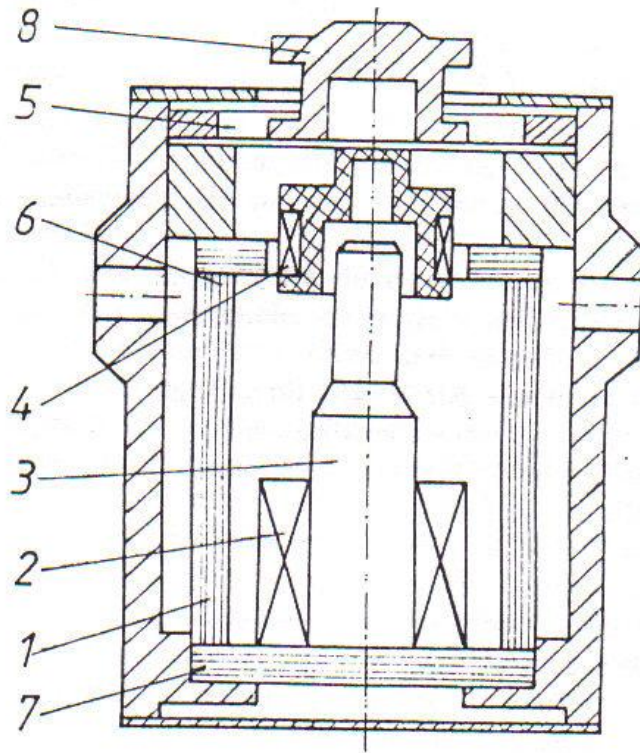


Figura nr.3.14. Schema vibratorului electrodinamic: 1-tole I; 2-bobină fixă; 3-miez; 4-bobină mobilă; 5-arc; 6-tole II; 7-tole III; 8-cuplaj.

Pentru a se studia efectul vibrațiilor asupra aliajelor turnate, se vor efectua turnări cu aliaj de aluminiu, atât în regim dinamic cât și static, urmând a se determina forma și dimensiunile retasurilor, rezistența de rupere la tracțiune, cât și structura metalografică a probelor.

3.5. TURNAREA ÎN FORME DIN ALICE DE FONTĂ SAU OȚEL SOLIDIZATE MAGNETIC

1. Considerații teoretice

Procedeul de confecționare a formelor din alice de fontă urmată de solidizarea în câmp magnetic și de turnarea și solidificarea aliajului sub influența forțelor electromagnetice se înscrie între realizările recente ale turnătoriilor de reducere a lucrului mecanic necesar pentru formare și dezbatere.

Procedeul a apărut după anul 1970 conducând la o eficiență economică ce schimbă radical condițiile de muncă din turnătorie.

Procesul tehnologic este următorul:

- a-confecționarea unui model volatil din polistiren;
- b-umplerea ramei de formare cu alice din fontă sau din oțel;
- c-solidizarea alicelor prin introducerea formei într-un câmp magnetic;
- d-turnarea aliajului în formă;
- e-solidificarea aliajului în câmp magnetic;
- f-dezbaterea formei și curățirea pieselor;
- g-demagnetizarea alicelor în vederea refolosirii.

Avantajele procedeului sunt:

1-reducerea consumului de manoperă pentru formare și a lucrului mecanic pentru îndesarea materialului în formă;

2-îmbunătățirea condițiilor de muncă din turnătorie prin reducerea substanțială a cantităților de gaze și praf;

3-reducerea procentului de rebut din cauza suflurilor, deoarece formele nu degajă gaze și în plus au permeabilitatea foarte ridicată;

4-reducerea procentului de rebut din cauza crăpăturilor, deoarece imediat după solidificarea pieselor se întrerupe câmpul magnetic, deci piesele se pot contracta liber;

5-îmbunătățirea calității pieselor turnate ca urmare a vitezei mai mari de răcire decât la formele temporare;

6-ușurarea muncii la dezbaterea și curățirea pieselor turnate;

7-economii de materii prime, deoarece nu sunt necesari lianți, iar alicele se recirculă;

8-permite mecanizarea și automatizarea procesului.

Inconveniente procedeului sunt:

1-necesită cheltuieli suplimentare pentru confecționarea modelelor din polistiren și sunt necesare atâtea modele câte piese se toarnă;

2-este aplicabil la turnarea pieselor de serie;

3-nu se pot turna piese cu pereți subțiri.

A. Materiale pentru confecționarea formelor prin solidizare pe cale magnetică

Materialele indicate pentru confecționarea formelor pe solidizate magnetic sunt alicele din fontă și din oțel. Materialele magnetice sub formă de praf nu sunt bune, pe de o parte pentru că nu asigură permeabilitatea necesară formei, iar pe de altă parte din cauza oxidării prea rapide.

Alicele din oțel trebuie să aibă sub 0,04%C, mărimea granulelor fiind cuprinsă între 0,1-0,6 mm. Părțile fine, sub 0,063 mm, nu vor depăși 1%.

Alicele turnate trebuie să aibă formă sferică sau ovală, pentru a asigura obținerea de forme cu permeabilitate la gaze ridicată.

B. Utilaje necesare pentru confecționarea formelor din alice solidizate în câmp magnetic

Ramele de formare sunt de fapt niște cutii cu fund, pentru a preveni pierderea de alice.

Materialul din care trebuie să se confecționeze ramele de formare nu trebuie să deformeze liniile câmpului magnetic. Pentru aceasta fundul cutiei și pereții laterali cu direcția fluxului magnetic trebuie să fie confecționați din materiale nemagnetice. Pereții îndreptați către polii electromagnetului se execută din material feromagnetic. Dacă nu se respectă aceste condiții se mărește consumul de energie electrică necesară pentru crearea câmpului magnetic.

Pe de altă parte, rezistența mecanică a formei solidizată magnetic este mai mare lângă pereții realizați din materiale feromagnetice.

Masa vibratoare pe care se așază cutia de formare și se umple cu alice, trebuie să realizeze vibrarea alicelor pentru ca acestea să curgă mai ușor și să copieze cât mai corect toată configurația modelului de polistiren.

Echipamentul electric cuprinde două părți și anume:

- instalația pentru magnetizarea alicelor;
- instalația pentru demagnetizarea alicelor.

C. Confecționarea formelor din alice solidizate magnetice

Într-o cutie de formare umplută cu alice și fără model din polistiren, repartizarea inducției magnetice se poate considera uniformă. Situația se va schimba în cazul când intervine și modelul din polistiren.

Dacă se folosește un model din polistiren sub forma unei plăci dreptunghiulare, așezată perpendicular pe direcția fluxului magnetic, la partea din mijloc a plăcii, la suprafața de separație model-alice din oțel, valoarea inducției magnetice scade cu mai mult de două ori decât la forma fără model. În același timp, mărimea inducției magnetice la muchiile modelului paralele cu liniile de forță se mărește de circa 1,5 ori. Ca urmare a acestor situații, presiunea exercitată de alice asupra modelului din polistiren diferă de la o parte la alta a formei. Dacă inducția este prea mică într-o anumită parte a formei, aceasta se poate deforma sub greutatea aliajului lichid, provocând abateri dimensionale ale pieselor turnate. Acest inconvenient se poate remedia prin mărirea inducției magnetice. Totuși la depășirea unei anumite valori critice a inducției magnetice, alicele de la suprafața cavității formei sunt deplasate de liniile de forță, producându-se astuparea respectivelor forme și evident rebutarea pieselor.

Prevenirea defectelor cauzate de astuparea formelor este posibilă pe mai multe căi, după cum urmează:

- prin așezarea modelului în formă cu dimensiunea mai mare în lungul orientării câmpului magnetic, ceea ce asigură rezistență suficientă în toate părțile formei la o inducție minimă a câmpului magnetic;
- așezarea modelului cu cavități în așa fel în formă, încât axa cavității să fie paralelă cu orientarea câmpului magnetic;
- alegerea corectă a valorii inducției pentru fiecare configurație de piesă.

Gradul de tasare prin vibrații depinde de forma și mărimea alicelor. Durata minimă de tasare la amplitudinea maximă de 0,75 mm și la frecvența de 50 Hz este de 20-30 s la toate categoriile de alice. Prin creșterea diametrului alicelor se reduce timpul de tasare.

Alicele sferice turnate se tasează mai bine decât cele tăiate din sârmă.

Rețeaua de turnare în sifon este cea mai indicată în cazul modelelor din polistiren. Devierea liniilor de forță de către rețea este neglijabilă. În cazul când sunt necesare maselote, turnarea aliajului se face prin maselotă.

Viteza de răcire a pieselor este mare, specifică formelor metalice, din această cauză la turnarea pieselor din fontă cenușie pot să apară straturi albe care împiedică sau îngreunează prelucrarea pieselor pe mașini unelte.

Defectul este însă mai mic decât la formele clasice metalice, deoarece aerul din porii formelor micșorează viteza de răcire, iar pe de altă parte piesele se extrag din formă imediat după solidificare și pot fi răcite în continuare cu viteza dorită.

Suprafața modelului din polistiren se poate acoperi cu chituri pe bază de rășini vinil-aromatice sau alți polimeri similari care conțin hidrocarburi etilenice; în acest fel crește netezimea suprafeței modelului și corespunzător calitatea piesei turnate. La diametre mai mari de 0,5 mm se constată urme ale alicelor pe suprafața piesei turnate, iar la diametre mai mici de 0,1 mm se micșorează cu consecințele cunoscute, permeabilitatea.

Curgerea aliajului se face prin cădere liberă, dar din cauza permeabilității pereților acestor forme, umplerea cavității din formă se poate face și cu ajutorul unei depresiuni sau o presiune mecanică, pentru creșterea calității pieselor turnate și evitarea apariției defectelor de turnare datorate gazeificării modelului.

2. Modul de lucru

Schema instalației este prezentată în Figura nr. 3.15.

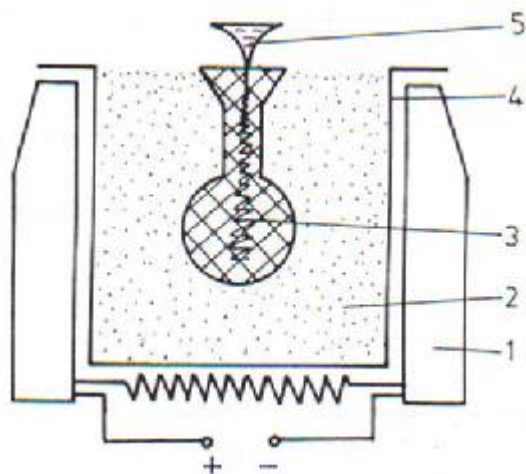


Figura nr.3.15. Instalația de turnare în câmp electromagnetic:
1-electromagnet; 2-alice; 3-model polistiren;
4-ramă specială cu fund; 5-aliaj lichid.

6.Modul de lucru

Se vor turna o serie de piese simple, la care se va urmări calitatea suprafeței și structura, în comparație cu aceleași piese turnate în amestec clasic. Se pot efectua și determinări ale timpului de solidificare.

3.6. TURNAREA CENTRIFUGA

1. Considerații teoretice

Turnarea centrifugă reprezintă un procedeu special de turnare prin faptul că forma împreună cu metalul se află în mișcare de rotație atât în timpul umplerii cât și în timpul solidificării. Mișcarea de rotație generează forța centrifugă care este îndreptată în direcție radială față de axa de rotație și are expresia:

$$F_c = m\omega^2 r, \quad (3.16)$$

în care m este masa unei particule din lichid, ω - accelerația unghiulară și r raza de rotație (distanța de la axa de rotație până la centrul de greutate al particulei).

La turnarea centrifugă, forța centrifugă trebuie să fie de câteva ori mai mare decât forța de gravitație.

Coeficientul de gravitație sau gradul de supraîncărcare arată de câte ori este mai mare forța centrifugă decât forța de gravitație.

$$\text{Raportul } K_g = \frac{F_c}{G} = \frac{m\omega^2 r}{mg} = \frac{\omega^2 r}{g} \quad (3.17)$$

se numește coeficient de gravitație sau grad de supraîncărcare și arată de câte ori este mai mare forța centrifugă decât forța de gravitație.

În practică se folosesc diferite metode de turnare centrifugă, clasificate după următoarele criterii:

a. după poziția axei de rotație:

- turnare centrifugă pe mașini cu axă verticală de rotație;
- turnare centrifugă pe mașini cu axă verticală de rotație;
- turnare centrifugă pe mașini cu axă înclinată de rotație;
- turnare centrifugă pe mașini cu unghi variabil de înclinare al axei.

b. după materialul formei:

- turnare centrifugă în forme metalice fără strat protector;
- turnare centrifugă în forme metalice cu strat protector;
- turnare centrifugă în forme din amestec de formare;
- turnare centrifugă în forme combinate;
- turnare centrifugă în forme ceramice;
- turnare centrifugă în forme din grafit;

c. după materialul piesei:

- turnare centrifugă a pieselor din metale feroase;
- turnare centrifugă a pieselor din metale neferoase;
- turnare centrifugă a pieselor din bimetale;
- turnare centrifugă a pieselor din două straturi, unul metalic și altul nemetalic.

d. după viteza de rotație:

- turnare centrifugă pe mașini cu viteză constantă de rotație;
- turnare centrifugă pe mașini cu viteză variabilă de rotație;

După poziția piesei față de axa de rotație există două cazuri:

- centrul de greutate al piesei se află pe axa de rotație;
- centrul de greutate al piesei se află lateral față de axa de rotație.

Prin turnare centrifugă se pot obține piese cu configurație cilindrică, corpuri de revoluție cu suprafață exterioară profilată și suprafață interioară cilindrică, corpuri de revoluție cu suprafețe interioare și exterioare fasonate, corpuri asimetrice.

Turnarea centrifugă oferă așadar posibilitatea obținerii unor piese turnate în condiții avantajoase, dintre care se pot aminti:

- posibilitatea obținerii unor piese dense (compacte) fără incluziuni de zgură sau sufluri;
- realizarea unei structuri fine;
- reducerea adaosurilor de prelucrare la exteriorul pieselor;
- reducerea consumului specific de metal cu 40-60%, datorită lipsei rețelei de turnare și a maselotelor;
- posibilitatea turnării pieselor bimetalice;
- productivitate ridicată.

Cu toate aceste avantaje, turnarea centrifugă prezintă și unele dezavantaje care limitează răspândirea acestui procedeu și anume:

- întreținerea utilajelor este complicată;

- necesitatea măsurilor suplimentare de protecția muncii;
- neuniformitatea compoziției chimice și a structurii pieselor turnate în unele cazuri;
- aparitia crăpăturilor longitudinale în cazul folosirii unor viteze de rotație neadecvate;
- creșterea adaosurilor de prelucrare la suprafețele interioare

A.Turnarea centrifugă pe mașini cu axa verticală de rotație

Prin turnare centrifugă pe mașini cu axa verticală de rotație se pot obține piese cilindrice cave ca bușe de înălțime redusă, inele, coroane (Figura nr. 3.16) piese cilindrice pline, când axa piesei coincide cu axa de rotație a formei și piese fasonate (Figura nr. 3.17) când axa pieselor se află în afara axei de rotație a formei.

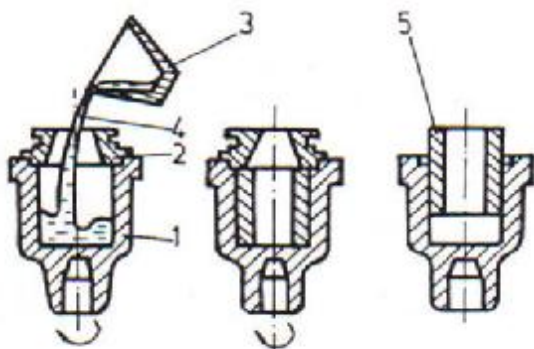


Figura nr.3.16. Turnarea centrifugă a pieselor cilindrice cave pe mașini cu axă verticală: 1-forma; 2-capac; 3-odală de turnare; 4-jetul de aliaj lichid; 5-piesă turnată.

Configurația exterioară a piesei este realizată de profilul cavității formei, iar configurația golului interior este dată de forma suprafeței libere a aliajului lichid centrifugat.

Pentru determinarea suprafeței libere a aliajului turnat centrifugal se pot utiliza ecuațiile hidrostatiicii. Ecuația suprafeței (Euler) are forma:

$$Xdx + Ydy + Zdz = 0 \quad (3.18)$$

în care X , Y și Z sunt proiecțiile pe axa ordonatelor a accelerațiilor care acționează asupra particulei de lichid analizat.

În cazul axei verticale de rotație (Figura nr.3.18) punctul M de pe suprafața liberă este supus acțiunii accelerației:

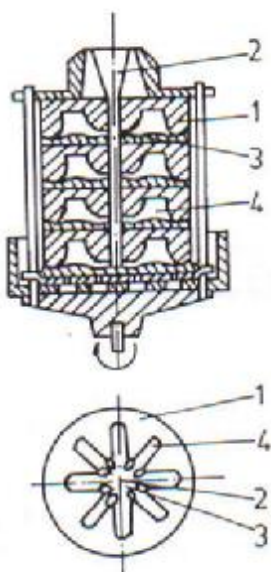


Figura nr.3.17. Turnarea centrifugă a pieselor fasonate pe mașini cu axă verticală de rotație: 1-formă; 2-pâlnie de turnare; 3-alimentator radial; 4-cavitata formei.

$$X = -\omega^2 x \quad (3.19)$$

$$Z = -g \quad (3.20)$$

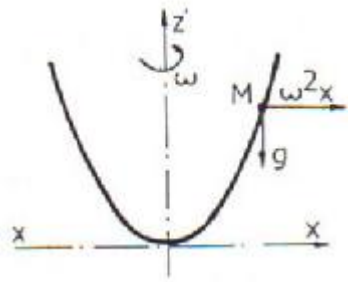


Figura nr.3.18. Schema pentru determinarea formei suprafeței libere a aliajului la turnarea centrifugă cu axă verticală de rotație.

La o rotație uniformă accelerația tangențială este perpendiculară pe suprafața desenului, deci $Y=0$.

Introducând relațiile (3.19) și (3.20) în ecuația (3.18) se obține:

$$\omega^2 x dx - g dz = 0 \quad (3.21)$$

iar după integrare:

$$\frac{\omega^2 x^2}{2} - gz + C = 0 \quad (3.22)$$

de unde se obține ecuația curbei

$$Z = \frac{\omega^2 x^2}{2g} + C \quad (3.23)$$

Dacă curba trece prin origine $C=0$ și adoptând $x=r$ se obține

$$Z = \frac{\omega^2 r^2}{2g} \quad (3.24)$$

Deoarece ecuația (3.24) este a unei parabole, rezultă că suprafața liberă a lichidului reprezintă un paraboloid de rotație în jurul axei z-z.

Mașinile de turnare centrifugă cu axă verticală de rotație trebuie să aibă mai multe turații de lucru sau să fie prevăzute cu instalații care dau posibilitatea reglării continue. Alegerea vitezei de rotație este o problemă foarte importantă deoarece de aceasta depinde neomogenitatea chimică și structurală a pieselor, apariția crăpăturilor longitudinale precum și comportarea mașinii în exploatare. Viteza critică de rotație se calculează cu relația:

$$\omega_{cr} = \sqrt{\frac{gh}{\Delta S(R - S_m)}} \quad (3.25)$$

în care h este înălțimea piesei; ΔS -diferența admisă pentru grosimea peretelui; R -raza exterioară a piesei; S_m -grosimea medie a peretelui piesei; g -accelerația gravitațională.

Mașina de turnare centrifugă cu axa verticală de rotație și cu viteză variabilă este prezentată în Figura nr. 3.19.

Acționând pârghia (6) spre dreapta, furca (5) determină deplasarea axială a rolei de fricțiune (4) până la periferia discului (4) obținându-se viteza maximă de rotație. Prin deplasarea spre stânga a pârghiei (6) se obține o viteză de rotație a axei (8) din ce în ce mai mică.

B. Turnarea centrifugă pe mașini cu axă orizontală de rotație

Prin turnare centrifugă pe mașini cu axă orizontală de rotație se pot obține piese cilindrice cave de tipul bușelor de lungime mare și tuburilor de diferite diametre și cu lungimi care variază între 1.000 și 10.000 mm, flanșelor, coliviilor de rulmenți etc.

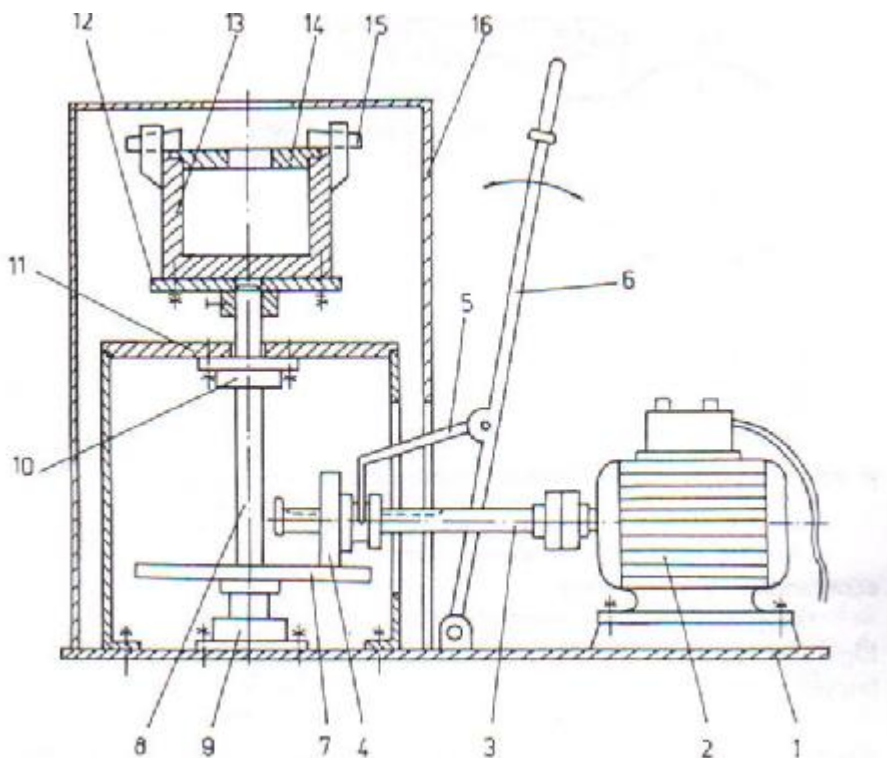


Figura nr. 3.19. Mașina de turnare centrifugă cu axă verticală de rotație și cu viteză variabilă: 1-placă de bază; 2-electromotor de acționare; 3-arbore de antrenare; 4-rolă de fricțiune glisantă; 5-furcă; 6-pârghie; 7-disc; 8-axă verticală; 9-lagăr inferior; 10-lagăr superior; 11-carcasă; 12-flanșă; 13-forma metalică; 14-capac; 15-pene transversale pentru asigurarea capacului; 16-carcasă de protecție.

Ca și la turnarea centrifugă pe mașini cu axă verticală de rotație, profilul exterior al pieselor turnate este determinat de configurația interioară a formei.

Golul interior al piesei este de formă cilindrică fiind determinat de configurația suprafeței libere (Figura.nr. 3.20).

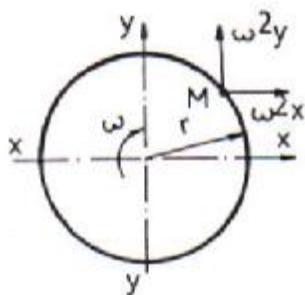


Figura nr. 3.20. Schemă pentru determinarea formei suprafeței libere a aliajului la turnarea centrifugă cu axă orizontală de rotație.

După introducerea în ecuația (3.18) a accelerației:

$$Y = \omega^2 y \quad (3.26)$$

$$X = \omega^2 x \quad (3.27)$$

și integrarea acestora se obține:

$$y^2 + x^2 = C \quad (3.28)$$

Această ecuație corespunde formei unui cilindru a cărui axă se confundă cu axa de rotație.

Mașina de turnare centrifugă cu axă orizontală de rotație prezentată în Figura nr. 3.21, are viteză constantă de rotație și se folosește la turnarea bușelor cu diametrul de 200...250 mm și lungimea de max. 300 mm.

Aliajul lichid se toarnă cu ajutorul unei oale în jgheabul (1) care îl dirijează în interiorul formei (2), acoperită și partea frontală cu un capac. Datorită mișcării de rotație, aliajul lichid se distribuie uniform pe suprafața interioară a formei (2) pe o grosime care depinde de diametrul orificiului executat în capac. Surplusul de metal care trece de marginile orificiului din capac se scurge în afara formei și în acest fel se realizează dozarea aliajului lichid.

În partea posterioară forma (2) este prinsă cu șuruburi de capătul axului orizontal (6), pus în mișcare de rotație de roțile de curea (5). Axul tubular (6) se sprijină pe lagărele (7) și (10) și coaxial cu acesta este instalată tija împingătorului. Forma este acoperită cu o apărătoare care împiedică împrôscarea accidentală cu aliaj lichid.

După solidificarea aliajului în forma (2), se întrerupe rotația, se extrage jgheabul (1) și după scoaterea capacului se pune în funcțiune cilindru pneumatic (10) astfel ca împingătorul (12) să extragă piesa.

Între turnări, forma (2) se poate răci prin stropire cu apă ca să ajungă la o temperatură convenabilă atât pentru obținerea unei anumite structuri, cât și pentru realizarea unei durabilități corespunzătoare.

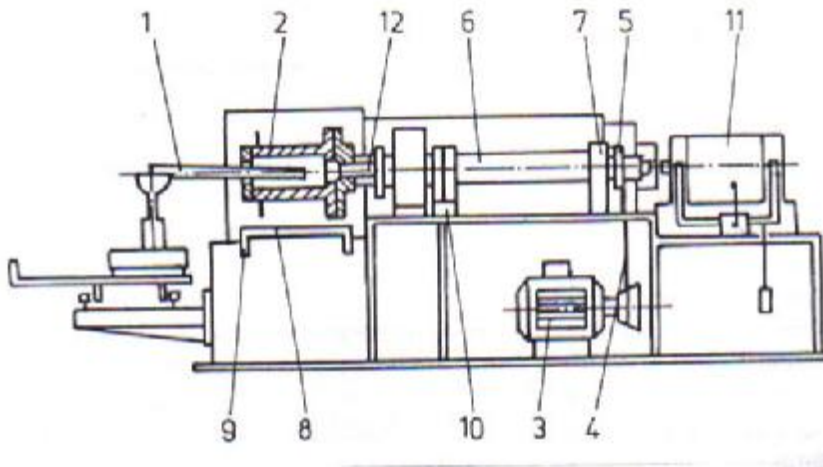


Figura nr. 3.21. Mașină de turnare centrifugă cu axă orizontală de rotație: 1-jgheab de turnare; 2-formă metalică; 3-motor de antrenare; 4-curea de transmisie; 5-roți de curea; 6-ax de antrenare; 7-lagăr; 8-țeavă pentru răcire cu apă; 9-țeavă de alimentare; 10-lagăr; 11-sistem de extragere a piesei (cilindru pneumatic); 12-împingător.

În cazul mașinilor cu axă orizontală de rotație, viteza de rotație se poate calcula din condiția ca după stabilizarea mișcării o particulă de lichid de la partea superioară să fie în echilibru sub acțiunea forței centrifuge și gravitaționale.

Turația critică se poate determina cu relația:

$$n_{cr} = \frac{30}{\sqrt{r}} \quad (3.29)$$

în care r este raza interioară a suprafeței libere a aliajului, în m.

În practică este necesară o turație mult mai mare pentru a se obține o grosime uniformă a peretelui piesei astfel că se aplică o corecție conform relației:

$$n_p = k_1 n_{cr} \quad (3.30)$$

în care n_p este turația practică; n_{cr} -turația critică; k_1 -coeficient ce depinde de natura aliajului și care are următoarele valori: $k_1=5$ pentru oțel; $k_1=5,8$ pentru fontă; $k_1=6,4$ pentru bronz și $k_1=8,6$ pentru aluminiu.

2. Modul de lucru

Procesul tehnologic de realizare a unei piese turnate centrifugal cuprinde următoarele etape:

- elaborarea aliajului;
- pregătirea formei în vederea turnării (curățire, aplicarea vopselei refractare în interior, preîncălzirea);
- montarea capacului formei;
- închiderea apărătorii de protecție;
- poziționarea jgheabului;
- turnarea aliajului concomitent cu începerea mișcării de rotație;
- solidificarea aliajului în formă sub influența forței centrifuge;
- oprirea mișcării de rotație;
- extragerea piesei cu ajutorul împingătorului acționat de cilindru pneumatic.

După răcirea piesei se vor determina dimensiunile realizate, se va aprecia diferența de grosime a pereților și se va corela cu viteza de rotație a formei. De asemenea se va analiza macrostructura piesei prin desenarea casurii și se va aprecia calitatea suprafeței exterioare și interioare a piesei.