

FLORIN DIACONESCU

GELU BARBU

IULIAN IONIȚĂ

TEHNOLOGIA TURNARII

LUCRĂRI PRACTICE

2002
Cuprins

pagina

Capitolul 1. Teoria solidificării metalelor

- 1.1. Determinarea fluidității metalelor și aliajelor de turnătorie
- 1.2. Determinarea contracției în stare solidă (contractia liniară).....
- 1.3. Determinarea volumului de retasură.....
- 1.4. Determinarea tensiunilor ce apar la răcirea pieselor turnate.....
- 1.5. Determinarea tendinței de formare a crăpăturilor în piesele turnate.....
- 1.6. Determinarea tendinței de deformare a pieselor turnate.....
- 1.7. Determinarea câmpului de temperatură în peretele forme de turnare.....
- 1.8. Studiul procesului de solidificare cu ajutorul modelului fizic.....
- 1.9. Influența configurației forme asupra izotermelor de solidificare.....
- 1.10. Studiul (cu ajutorul modelului fizic) variației vitezei de umplere a cavității forme în funcție de configurația canalului de alimentare, la turnarea indirectă ...
- 1.11. Modelarea fizică a distribuției aliajului lichid în alimentatoarele rețelei de turnare.....
- 1.12. Modelarea fizică a procesului de reținere a incluziunilor nemetalice într-un canal colector zimțat.....

Capitolul 2. Tehnologia formării

- 2.1. Colectarea, pregătirea și cântărirea materialului de analizat.....
- 2.2. Determinarea umidității nisipurilor și a amestecurilor de formare.....
- 2.3. Determinarea componentei levigabile.....
- 2.4. Analize granulometrice ale nisipurilor de turnătorie.....
- 2.5. Executarea epruvetelor pentru încercarea amestecurilor de formare.....
- 2.6. Determinarea permeabilității amestecurilor de formare crude și uscate.....
- 2.7. Determinarea proprietăților mecanice ale amestecurilor de formare.....
- 2.8. Determinarea rezistențelor mecanice ale amestecurilor de formare în stare crudă.....
- 2.9. Determinarea rezistenței dinamice și a indicelui de sfărâmare ale amestecurilor de formare.....
- 2.10. Determinarea gradului de îndesare și a durității superficiale a formelor și miezurilor.....
- 2.11. Determinarea rezistenței superficiale a suprafeței formelor și miezurilor....
- 2.12. Determinarea proprietăților plastice ale amestecurilor de formare.....
- 2.13. Formarea manuală în două rame cu model secționat și cutie de miez.....
- 2.14. Formarea manuală cu model neseționat.....
- 2.15. Formarea manuală în trei sau mai multe rame de formare.....
- 2.16. Formarea manuală în miezuri.....
- 2.17. Formarea manuală cu șabloane de rotație.....
- 2.18. Formarea manuală cu șabloane de translație.....
- 2.19. Formarea manuală cu model schelet.....
- 2.20. Formarea manuală cu utilizarea miezurilor pastilă.....
- 2.21. Formarea manuală cu model prevăzut cu părți demontabile.....
- 2.22. Executarea formelor coji cu modele fuzibile.....
- 2.23. Executarea formelor coji cu suprafață de separație din amestecuri termoreactive.....

2.24. Executarea formelor coji din amestec cu silicat de sodiu întărit cu dioxid de carbon.....

2.25.Executarea formelor cu ajutorul modelelor volatile.....

Capitolul 3. Procedee speciale de turnare

3.1. Tendința de formare a crăpăturilor la aliajele turnate în forme metalice

3.2. Contractia aliajelor turnate în forme metalice.....

3.3. Turnarea în forme metalice.....

3.4. Utilizarea vibrațiilor la turnarea aliajelor metalice.....

3.5. Turnarea în forme din aliaje de fontă sau oțel solidizate magnetic.....

3.6. Turnarea centrifugă.....

CAPITOLUL 1. TEORIA SOLIDIFICĂRII METALELOR

1.1. DETERMINAREA FLUIDITĂȚII METALELOR ȘI ALIAJELOR DE TURNĂTORIE

1. Considerații teoretice

Prin fluiditate înțelegem capacitatea de curgere a metalului sau a aliajului lichid și de umplere corectă a formei, cu redarea celor mai fine detalii ale configurației cavității propriu-zise. Ea prezintă importanță deosebită și sub alte aspecte decât acelea de a umple forma. O fluiditate ridicată ușurează ieșirea la suprafața băii metalice a aerului și gazelor antrenate de jetul de metal lichid la turnare obținându-se astfel piese lipsite de incluziuni gazoase (sufuri) sau incluziuni de zgură ori nisip erodat din pereții formei. Totodată, aliajele cu fluiditate ridicată se solidifică cu o structură compactă și o retasură concentrată (gol de solidificare), care poate fi ușor îndepărtată prin maselotare sau reumplere chiar în timpul solidificării. Aliajele cu fluiditate redusă au tendința de a forma structuri puțin dense (rare), cu retasuri dispersate în masa aliajului (pori), mai greu de îndepărtat cu mijloace obișnuite.

Fluiditatea definită în sensul de curgere ușoară și umplere corectă a formei, depinde de următorii factori:

- proprietățile intrinseci ale aliajului: viscozitate, tensiune superficială, conductivitate termică, căldură și greutate specifică a aliajului, interval de solidificare, căldură latentă de solidificare, grad de impurificare, tendință de oxidare, compoziția chimică;

- proprietățile formei de turnare: conductivitatea materialului formei, coeficientul de difuzivitate termică, calitatea suprafețelor în contact cu aliajul turnat, temperatura inițială a formei;

- tehnologia de turnare: dimensiunile și tipul rețelei de turnare, temperatura de supraîncălzire și cea de turnare, presiunea hidrostatică, eventual presiunea exterioară aplicată la turnare, (care determină viteza de umplere a formei).

a. *Influența proprietăților aliajului asupra fluidității.*

Dintre proprietățile mai sus enunțate, influența cea mai mare o are viscozitatea. Putem acționa asupra viscozității, pentru scăderea ei, atât prin ridicarea temperaturii de încălzire a aliajului topit, cât și prin modificarea compoziției sale chimice.

Ridicarea temperaturii este un mijloc relativ simplu de care turnătorul poate dispune întotdeauna, dar schimbarea compoziției chimice în scopul obținerii unei fluidități ridicate influențează în majoritatea cazurilor negativ structura și proprietățile mecanice astfel că obținerea unei piese bine turnate nu mai este posibilă în acest caz. Numai dacă proprietățile mecanice joacă un rol secundar și se toarnă piese cu pereți subțiri (2-10 mm) se poate acționa asupra compoziției chimice a aliajului pentru mărirea corespunzătoare a fluidității.

În general, pentru a asigura fluiditatea necesară, aliajul lichid se supraîncălzește cu 50-100°C deasupra liniei lichidus. În timpul transportului, la curgerea prin rețeaua de turnare și prin cavitățile formei, temperatura aliajului scade și viscozitatea lui crește micșorând fluiditatea. Aliajul nu-și pierde complet fluiditatea când temperatura lui coboară până la linia lichidus, ci păstrează proprietatea tehnologică de curgere și după apariția fazei solide, sub formă de cristale ce plutesc în masa lichidă, sau sub formă de cristale aderente la pereții formei. Fluiditatea dispare complet atunci când faza solidă ajunge să reprezinte un procent mai ridicat din greutatea aliajului (20% la oțeluri sau 30% la fonte), deci la o temperatură situată sub linia lichidus.

La un sistem de aliaje cu doi sau mai mulți componenți, definim linia temperaturilor de fluiditate nulă ori fluiditatea zero totalitatea punctelor de temperatură pentru care fluiditatea este nulă la fiecare aliaj din sistem. Această linie este cuprinsă între linia lichidus și solidus (Figura nr.1.1).

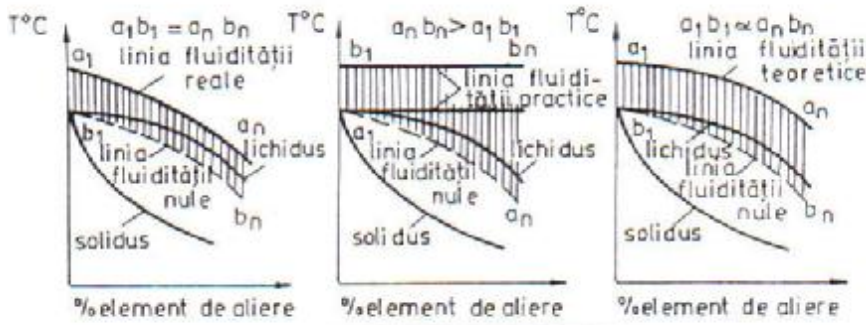
După modul de supraîncălzire a aliajelor în scopul obținerii unei fluidități cât mai bune pentru turnare, deosebim următoarele trei tipuri de fluidități: reală (a), practică (b) și teoretică (c), Figura nr.1.1.

Prin fluiditate reală se înțelege acea fluiditate care s-a determinat la o temperatură constantă deasupra fluidității nule și în acest caz se obțin diferite valori ale temperaturii de turnare, Figura nr.1.1a.

Prin fluiditate practică se înțelege acea fluiditate care se determină la o temperatură de turnare constantă, deci se pot obține diferite supraîncălziri deasupra temperaturii fluidității nule, Figura nr.1.1b.

Prin fluiditate teoretică se înțelege acea fluiditate care se obține prin supraîncălzirea aliajului cu același număr de grade deasupra liniei lichidus, Figura nr.1.1c.

În practică linia de fluiditate nulă este foarte greu de stabilit și de aceea de multe ori se folosește linia de fluiditate teoretică.



b c a
 Figura nr. 1.1. Fluiditatea aliajelor: a-reală; b-practică; c-teoretică.

În afară de temperatură, un alt factor cu o influență hotărâtoare asupra fluidității este intervalul de solidificare. Aliajul cu interval mare de solidificare are fluiditate mică, pe când cel cu interval mic de solidificare are o fluiditate ridicată. Cea mai mare fluiditate o au aliajele eutectice și metalele pure, Figura nr.1.2.

În cazul metalelor pure și aliajelor eutectice, care se solidifică la temperatură constantă, cristalele au aceleași dimensiuni în toate direcțiile (cristale echiaxiale), dar la aliajele care se solidifică într-un interval de temperatură, cristalele cresc de preferință într-o anumită direcție (cristale dendritice). În primul caz, faza solidă plutește sub formă de suspensii fără legătură în faza lichidă, iar dacă cristalele aderă la pereții formei, lasă la interior un canal cu pereții aproape netezi, Figura nr.1.3.a, în timp ce cristalele dendritice ajung ușor în contact unele cu altele, formând o fază solidă continuă, iar dacă aderă la pereți lasă în interior un canal cu pereți rușoși, cu unele cristale dezvoltate mult spre axul secțiunii piesei, frânând capacitatea de curgere, Figura nr. 1.3b.

Fluiditatea mai redusă a aliajelor cu interval mare de solidificare poate fi compensată la turnare printr-o supraîncălzire mai mare deasupra liniei lichidus.

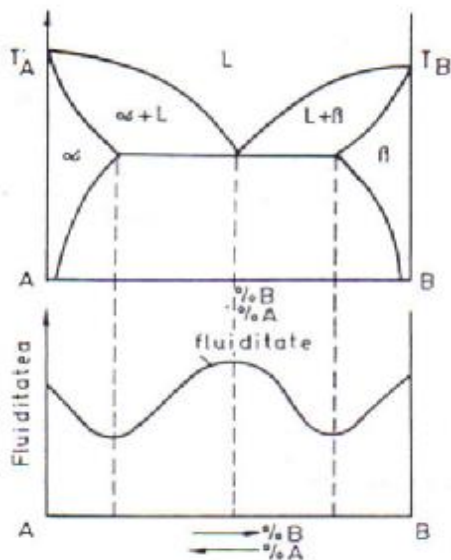


Figura nr.1.2. Fluiditatea aliajelor în funcție de intervalul de solidificare.

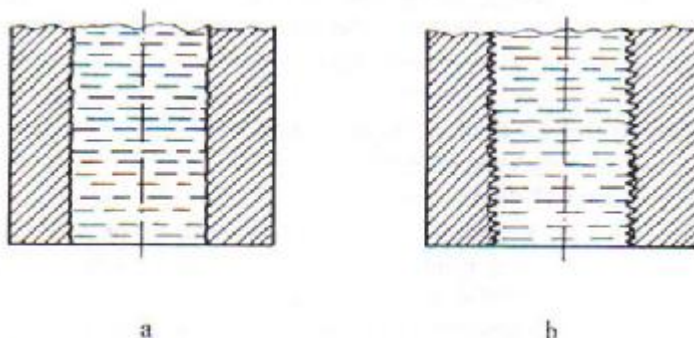


Figura nr.1.3. Influența formei cristalelor asupra fluidității: a-cristale echiaxiale; b-cristale dendritice

b. Influența materialului formei asupra fluidității.

În timpul curgerii prin canalele rețelei de turnare și prin cavitatea formei, aliajul lichid își micșorează temperatura și fluiditatea. Cedarea de căldură este proporțională cu coeficientul de transmitere a căldurii și cu diferența de temperatură între aliaj și formă, relația 1.1:

$$Q = \alpha \cdot S \cdot (T_m - T_f) \cdot t \quad (1.1)$$

în care: Q reprezintă cantitatea de căldură cedată în timpul t; α -coeficientul de transmitere a căldurii; S- suprafața de transmitere a căldurii; T_m -temperatura aliajului topit; t-timpul pentru cedarea cantității de căldură Q; T_f -temperatura de preîncălzire a formei.

Căldura cedată de aliaj determină o scădere a temperaturii (ΔT), care poate fi obținută din relația 1.2:

$$Q = m \cdot c_p \cdot \Delta T \quad (1.2)$$

în care: m este masa metalului care participă la cedarea căldurii; c_p -căldura specifică la presiune constantă pentru domeniul lichid; ΔT -scăderea temperaturii aliajului.

O parte din căldura primită de peretele formei servește la ridicarea temperaturii acestuia, deci la micșorarea diferenței $T_m - T_f$, iar o altă parte este transmisă prin peretele formei spre exterior. În cazul când conductivitatea termică a formei este mare (cazul formelor metalice), cantitatea de căldură transmisă prin pereți este mare, deci creșterea temperaturii peretelui este mică, diferența $T_m - T_f$ se menține mare, aliajul pierde multă căldură și fluiditatea lui scade repede.

De aceea, la turnarea în forme metalice, pentru a asigura o capacitate de curgere și umplere a formei acceptabile, formele se încălzesc înainte de turnare la 250-300°C, pentru a micșora diferența $T_m - T_f$, iar la interior se acoperă cu o vopsea refractară din materiale rău conducătoare de căldură. În cazul turnării în forme metalice a pieselor mici cu pereți subțiri se aplică metoda injectării aliajului în formă cu presiune mare (turnare sub presiune), pentru a asigura o viteză mare de umplere și o durată minimă de contact între aliajul lichid și pereții formei.

Formele din amestec de formare au o conductivitate termică mai redusă și cantitatea de căldură transmisă prin perete este mai redusă. Un aliaj cu aceeași temperatură inițială turnat în forme din amestec de formare are o capacitate de umplere (fluiditate) mai mare decât în cazul formelor metalice.

Frecarea aliajului lichid de pereții formei influențează curgerea, deoarece pereții ruгоși frânează acest proces. Dacă în contact cu aliajul lichid, în pereții formei se formează gaze, filmul de gaze creat reduce frecarea de pereți și aliajul își menține fluiditatea la un nivel optim. Un astfel de înveliș de gaze se formează la turnarea în forme crude, prin evaporarea umidității, iar în cazul amestecurilor de formare cu adaos de cărbune se formează gaze și prin distilarea cărbunelui.

Piesele de fontă și oțel cu pereți subțiri se pot turna în condiții mai bune de umplere în forme crude, atunci când fluiditatea permite aceasta.

c. Influența condițiilor de turnare asupra fluidității.

Fluiditatea este mai mare, cu cât supraîncălzirea aliajului deasupra liniei de fluiditate nulă, respectiv deasupra liniei lichidus, este mai mare și deci, viscozitatea este mai mică. De asemenea, cu cât viteza de umplere a formei este mai mare, cu atât pierderea de căldură prin pereții formei va fi mai mică și cu atât se menține mai ridicată temperatura aliajului și fluiditatea lui. Viteza de umplere este determinată de viteza liniară a lichidului în secțiunea de intrare a aliajului în cavitatea formei, precum și de secțiunea alimentatorului (ori alimentatorilor)

2. Metode de determinare

Aceste metode pot fi directe sau indirecte, primele fiind cele mai utilizate. Metodele directe se împart în trei grupe:

a. Metoda bazată pe încetarea curgerii aliajului datorită cristalizării într-un canal cu secțiune variabilă.

Mărimea fluidității se determină prin măsurarea dimensiunii liniare a secțiunii părții frontale solidificate a probei. Încetarea curgerii se datorește atât cristalizării cât și influenței tensiunii superficiale a aliajului în stare lichidă.

În cadrul acestei metode se folosește:

- proba tip pană, Figura nr.1.4 a, la care se măsoară grosimea părții ascuțite a penei;
- proba sferică, Figura nr.1.4 b, la care se măsoară orificiul format de sferă. Se folosește în cazul aliajelor cu tensiune superficială mare.

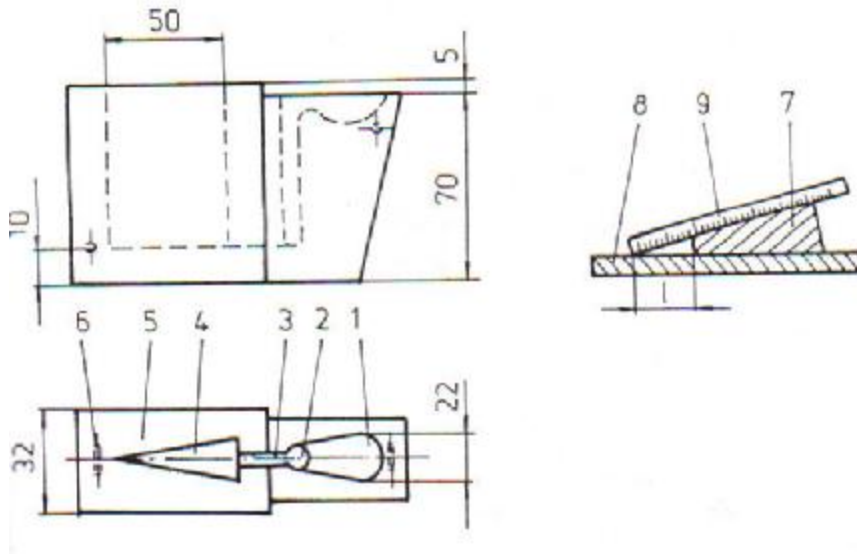


Figura nr.1.4a. Proba tip pană:
1-pâlnie; 2-picior; 3-alimentator tip fantă; 4-cavitatea propriu-zisă; 5-semiformă; 6-sistem închidere; 7-probă; 8-suport; 9-riglă.

b. Metoda bazată pe încetarea curgerii datorită cristalizării aliajului într-un canal de ieșire scurt și cu diametru mic.

Valoarea fluidității se determină după greutatea aliajului care a țâșnit de la începutul încercării și până la încetarea curgerii (obturarea canalului).

c. Metoda bazată pe curgerea aliajului într-un canal lung, cu secțiune constantă, datorită răcirii și cristalizării aliajului.

Valoarea fluidității se determină prin măsurarea lungimii probei solidificate. În cadrul acestei metode se folosesc:

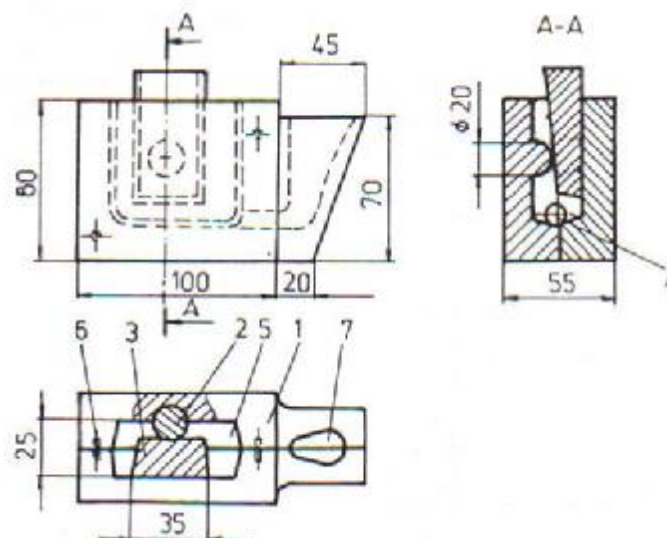


Figura nr.1.4b. Proba sferică:1-semiformă; 2-bilă; 3-pană; 4-alimentator; 5-cavitate propriu-zisă; 6-sistem închidere; 7-pâlnie turnare.

-proba spirală, Figura nr. 1.4 c. Se folosește pentru determinarea fluidității oțelurilor, fontelor și aliajelor neferoase ea fiind cea mai utilizată probă. Fluiditatea se determină prin măsurarea lungimii părții de spirală care s-a umplut cu aliaj. Spirala are lungimea de 1500 mm și secțiunea de formă trapezoidală (50 mm^2 pentru fontă, 70 mm^2 pentru oțel, $40\text{-}60 \text{ mm}^2$ pentru aliaje neferoase). Pentru a se ușura citirea lungimii probei turnate, pe modelul spiralei sunt prevăzute 30 proeminențe la distanța de 50 mm una de alta;

-proba dreaptă, Figura nr.1.4 d, se folosește pentru determinarea fluidității aliajelor neferoase ușoare. Proba are diametrul de 5 mm și lungimea de 500 mm;

-proba în formă de U (Nehendzi și Samarin), Figura nr.1.4 e. Proba în formă de U se toarnă într-o formă metalică și face parte din grupa probelor cu profil complicat. Proba are o porțiune inițială descendentă (verticală) cu diametrul de 9 mm, iar porțiunea finală (verticală) ascendentă cu 6 mm. Bazinul de turnare se execută din fontă sau amestec de miez, care asigură condiții mai bune de lucru. Temperatura formei metalice trebuie să fie aceeași la fiecare turnare. Proba în formă de U se folosește la determinarea fluidității oțelului și are avantajul unui consum redus de aliaj pentru probă;

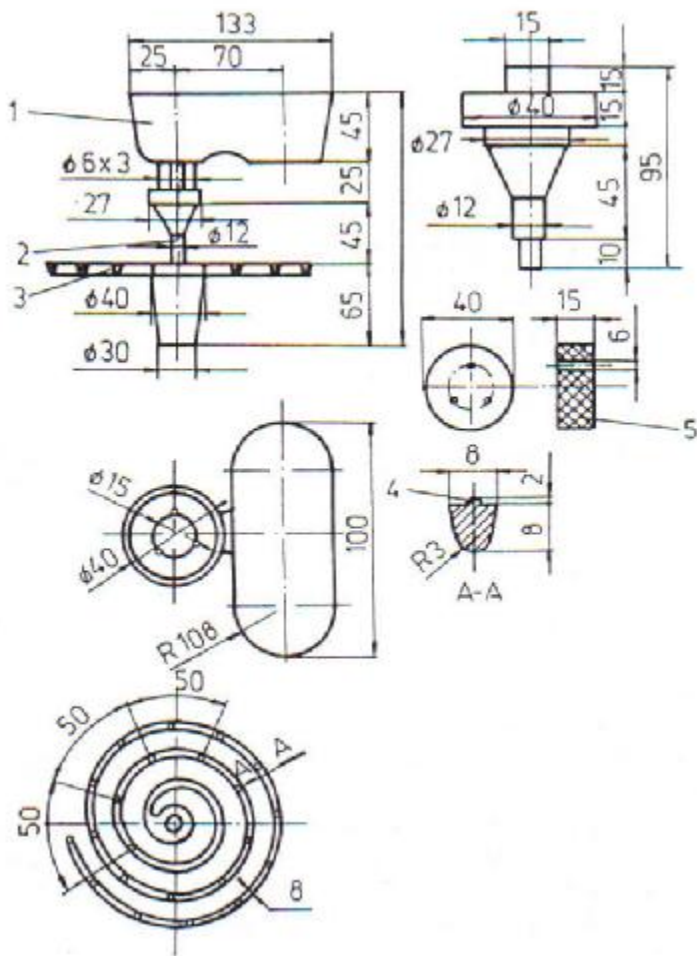
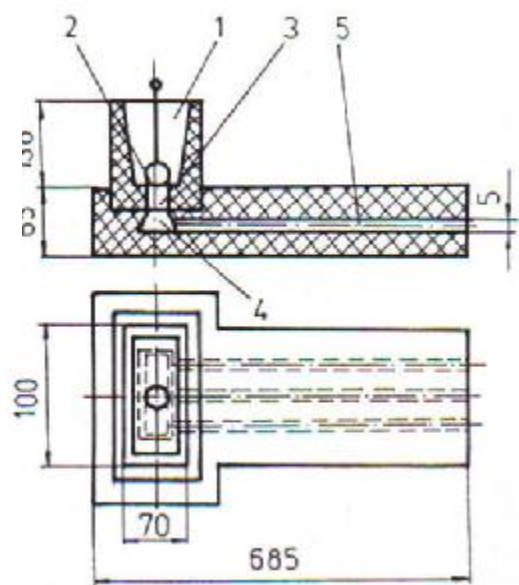


Figura nr.1.4c. Proba spirală: 1-pîlnie; 2-picior; 3-canal spiral; 4-proeminențe; 5-filtru.

Figura nr.1.4d. Proba dreaptă: 1-pîlnie; 2-dop de obturare; 3-orificiu pîlnie; 4-alimentator; 5-cavitate propriu-zisă



-proba harfă, Figura nr. 1.4 f. Metoda se bazează pe umplerea concomitentă a mai multor canale de diametre diferite, iar fluiditatea se determină numai pentru un interval limitat al temperaturii de turnare, căruia îi corespunde un diametru determinat al piciorului sau înălțimea diferită a probei.

Spre deosebire de celelalte probe, la turnarea probei harfă presiunea metalostatică nu rămâne constantă în timpul turnării, ci se micșorează pe măsura ridicării nivelului aliajului în canalele verticale. Înălțimea la care se ridică aliajul turnat este determinată de înălțimea piciorului, care nu trebuie să fie prea mare.

Pentru a se obține o gradație dorită a înălțimii la care se ridică aliajul în canale, în funcție de natura aliajului se alege diametrul corespunzător al piciorului: 25 mm pentru oțel, 20 mm pentru fontă și 16,5 mm pentru plumb.

Cu ajutorul probei harfă se pot determina corelațiile dintre fluiditate și grosimea piesei turnate precum și variația structurii în funcție de viteza de răcire.

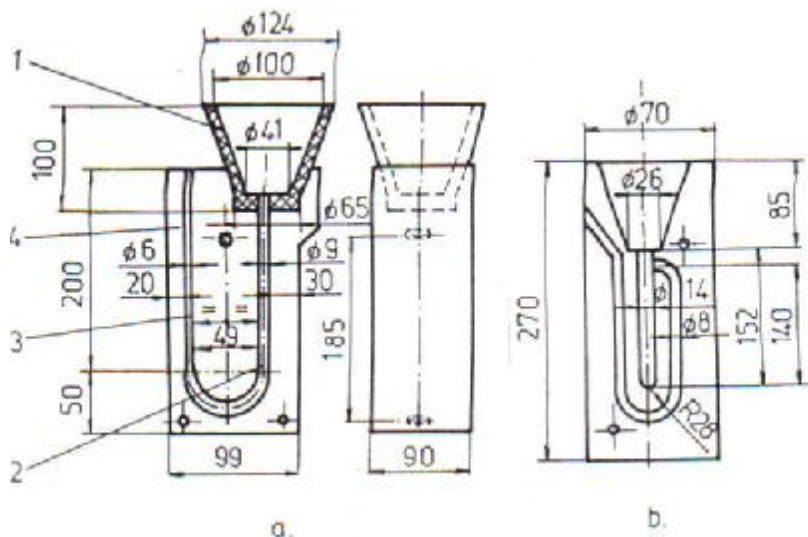


Figura nr.1.4e. Proba în formă de U cu tendință de spumare: a-mică (1-pâlnie; 2-canal descendent; 3-canal ascendent; 4-semiformă); b-mare

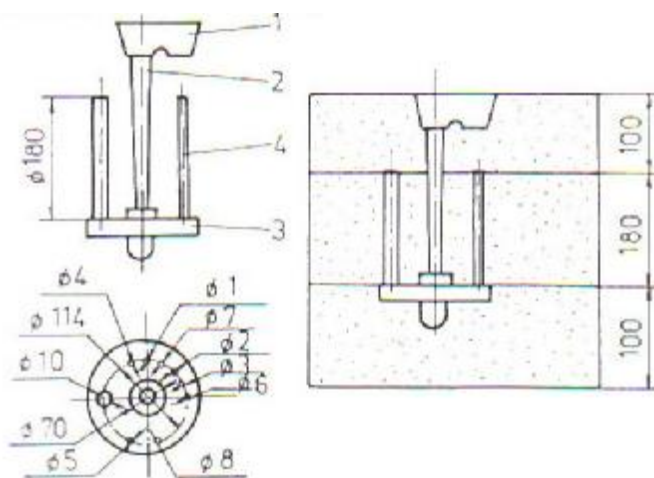


Figura nr.1.4f. Proba harfă: a-probă (1-pâlnie; 2-picior; 3-distribuitor; 4-probă); b-formă asamblată.

3. Modul de lucru.

Pentru determinarea fluidității se vor realiza diverse probe, la turnare respectându-se următoarele reguli:

- turnarea să se realizeze de la aceeași înălțime;
- etanșitatea formelor să fie perfectă;
- temperatura de turnare să se măsoare cu exactitate (cu termocplu de imersie);
- se se asigure reținerea zgurei;
- să se măsoare temperatura de preîncălzire a formelor (cu termocuple de contact);
- să se cunoască natura aliajului turnat.

1.2.DETERMINAREA CONTRACȚIEI ÎN STARE SOLIDĂ (CONTRACTIA LINIARĂ)

1.Considerații teoretice

Contractia de volum în stare solidă începe la temperatura eutectică și se termină la temperatura ambiantă.

Ea reprezintă micșorarea dimensiunilor volumice sau liniare (contractia liniară) ale pieselor turnate, prin răcirea până la temperatura ambiantă. Cunoașterea contractiei liniare a aliajului este de mare importanță practică, căci toate dimensiunile modelului folosit la executarea formei trebuie să fie mai mari decât cele ale piesei turnate, cu valoarea corespunzătoare a contractiei. Contractia liniară are influență nu numai asupra dimensiunilor corecte ale pieselor turnate, dar și asupra formării tensiunilor interne și deci asupra tendinței de formare a crăpăturilor la cald și la rece.

Pentru metalele pure și aliajele eutectice, efectul maxim al contractiei se manifestă începând cu temperatura de solidificare, respectiv, temperatura eutectică.

În cazul aliajelor cu interval de solidificare, contractia liniară începe la temperaturi aflate între lichidus și solidus în zona bifazică, din momentul când faza solidă începe să fie preponderentă față de lichidul rămas și când se formează un schelet de cristale suficient de rezistent față de presiunea metalului.

Contractia aliajelor este de două feluri: liberă și frânată.

Contractia liniară liberă este contractia care are loc în cazul răcirii uniforme (omogene) a aliajului, fără nici o piedică în calea contractiei.

Contractia liniară frânată este contractia care are loc în condițiile acțiunii unor factori interni (grosimea neuniformă a pereților, eliminarea gazelor, tensiuni interne etc.) și factori externi (pereții formei, miezurile, răcitori etc.).

Teoretic contractia liniară se exprimă cu relația:

$$\varepsilon_s = \alpha_s \cdot (T_s - T_0) \cdot 100 \quad (\%) \quad (1.3)$$

în care: α_s este coeficientul de contracție în stare solidă ($^{\circ}\text{C}^{-1}$); T_s -temperatura de solidificare ($^{\circ}\text{C}$); T_0 -temperatura mediului ambiant ($^{\circ}\text{C}$).

Practic contractia liniară teoretică diferă de cea reală tocmai datorită influenței exercitate de factorii interni și externi susmenționați asupra contractiei, de unde apare și diferența între noțiunile de "contractia aliajelor" în general și "contractia pieselor turnate".

În mod uzual, se spune că avem contractia liberă când valoarea acesteia se apropie de cea a aliajului pur, iar când diferă mult avem contracție frânată. În cazul aliajelor fier-carbon, relația contractiei în stare solidă se compune din următorii termeni:

$$\varepsilon_s = \varepsilon_i + \varepsilon_{ap} - \varepsilon_{\gamma \rightarrow \alpha} + \varepsilon_{pp} \quad (1.4)$$

în care: ε_i este dilatarea inițială (apare numai în cazul fontelor datorită procesului de grafitizare și se ia cu semnul minus); ε_{ap} -contractia anteperlitică (are loc între temperatura de solidificare și temperatura de transformare perlitică); $\varepsilon_{\gamma \rightarrow \alpha}$ -dilatarea perlitică (are loc la temperatura de transformare perlitică și se ia cu semnul minus); ε_{pp} -contractia postperlitică (are loc sub temperatura de transformare perlitică).

În cazul oțelurilor și fontelor albe, termenul ε_i este zero. În Figura nr. 1.5 este reprezentată forma curbei de contracție liniară în funcție de timp.

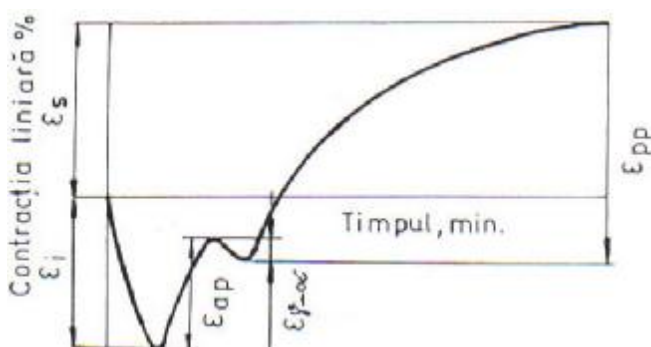


Figura nr.1.5. Curba de variație a dimensiunilor liniare, înregistrată prin metoda dinamică, la turnarea unei probe din fontă cenușie, în cazul contracției liniare libere în timp.

Valoarea contracției liniare se determină în mod practic cu relația:

$$\varepsilon_l = \frac{l_f - l_p}{l_f} \cdot 100 \quad (1.5)$$

în care: l_f este lungimea cavității formei (aproximativ lungimea modelului); l_p -lungimea piesei turnate după răcire.

În atelierele pentru confecționarea garniturilor de model, măsurătorile se fac direct cu ajutorul unui metru special, numit ”metru de contracție”, specific pentru aliajele ce trebuie turnate în piese. Relația dintre metrul de contracție și metrul normal este:

$$\frac{1m.contractie}{1m.normal} = \frac{100}{100 - \varepsilon_l} \quad (1.6)$$

în care: ε_l este contracția aliajului dat în condiții determinate de turnare.

Prin urmare, lungimea unei dimensiuni pe model se calculează cu relația:

$$l_m = l_p \cdot \frac{100}{100 - \varepsilon_l} \quad (1.7)$$

în care l_m -lungimea modelului; l_p -lungimea piesei turnate.

Literatura de specialitate recomandă valoarea contracției liniare pentru fonta cenușie de circa 1%, iar pentru oțel și fonte maleabile o contracție dublă de 1,8-2,0%. Pentru materialele metalice neferoase valoarea medie a contracției este de 2,25%.

În Tabelul nr. 1.1 sunt prezentate valorile recomandate pentru coeficientul de contracție al principalelor aliaje care se toarnă în piese, în funcție de mărimea acestora. Valorile minime corespund contracției frâmate, iar cele maxime contracției liniare, deoarece o eroare de numai 0,5% la stabilirea coeficientului de contracție pentru o piesă turnată cu lungimea de 1 m, conduce la o abatere de la lungime, în final cu 5mm. În practică valorile din Tabelul 1.1 se corectează de la caz la caz în funcție de experiența acumulată. Trebuie să se aibă în vedere că orice calcul pentru stabilirea contracției nu poate să țină cont de toate influențele. De aceea în producția de serie se impune ca după lotul de probă să se verifice dimensiunile piesei, aducându-se corecțiile necesare modelului.

2. Metode de determinare

a. Determinarea statică

În acest caz se disting două variante:

- metoda contracției libere (cu probe fără flanșe), Figura nr. 1.6;
- metoda contracției frâmate (cu probe cu flanșe la capete), Figura nr. 1.7

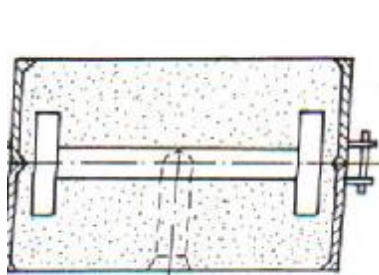


Figura nr.1.6. Modelul probei (a) și scoaba (b) fără flanșe.

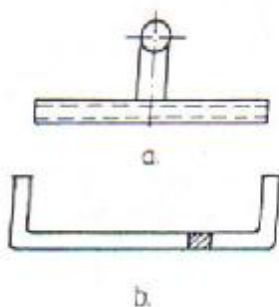


Figura nr.1.7. Formă din amestec de nisip pentru proba cu flanșe

Tabelul nr. 1.1
 Constrația liniară a aliajelor de turnătorie

Aliajul turnat	Mărimea pieselor	Constrația liniară
Fontă feritică	Mici	0,75-1,00
Fontă maleabilă și perlitică	Mici	1,5-1,75
Fontă cenușie	Mici	0,80-1,20
	Mijlocii	0,60-1,00
	Mari	0,20-0,80
Fontă feritică	Mici	0,50-1,00
Fontă nodulară și perlitică	Mici	0,75-1,10
Fontă albă	diferite	1,20-1,80
Oțel carbon	Mici	1,80-2,20
	Mijlocii	1,40-1,18
	Mari	1,60-2,00
Oțel manganos (12-14%Mn)	diferite	2,20-2,60
Bronz cu staniu	Mici	1,40-1,60
	Mijlocii	1,00-1,40
	Mari	0,80-1,20
Bronz cu aluminiu	Mici	1,50-3,00
	Mijlocii	1,20-1,60
	Mari	1,00-1,50
Aliaje de cupru	Mici	1,50-2,00
	Mijlocii	1,00-1,50
	Mari	0,80-1,20
Aliaje de magneziu	diferite	1,20-1,40
Aliaje de zinc	diferite	1,20-1,80
Silumin	diferite	1,00-1,20
Alamă	diferite	1,00-1,80

b. Determinarea dinamică

Pentru această determinare se folosește aparatul din Figura nr. 1.8, care se bazează pe principiul deplasării libere a unui capăt al probei, deplasare care se înregistrează prin citire la un cadran comparator de precizie 0,01mm.

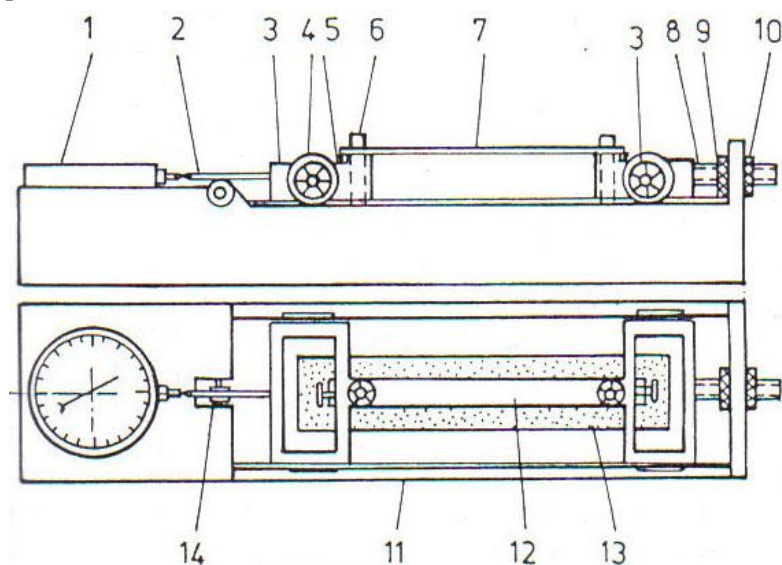


Figura nr. 1.8. Aparat pentru determinarea dinamică a constrației liniare libere:

1-comparator; 2-tijă; 3- cărucioare; 4-roată; 5-șurub prindere; 6-bolțuri; 7-riglă de control; 8-tijă filetată; 9-piuliță de reglare; 10-piuliță fixare; 11-cutie aluminiu; 12-probă turnată; 13-ramă de formare; 14-suport tijă comparator.

Aparatul se compune din cutia de aluminiu (11), pe care se fixează la un capăt comparatorul (1) cu diviziuni de 0,01 mm. În cutia (11) se așează rama de formare (13) în care se va turna proba (12) cu dimensiunile 20x20/22x300 mm. Deasupra ramei de turnare se găsesc două cărucioare (3), unul mobil și altul fix. Cel mobil (3a) vine în contact prin tija (2) cu axul palpator al comparatorului (1), în timp ce celălalt cărucior (3b) este fixat de peretele cutiei (11) cu ajutorul tejei filetate (8) și al piulițelor de reglare și fixare (9)

și (10). În fiecare din aceste cărucioare se așază bolțurile (6) care intră în formă pe o adâncime de 13-15mm. Distanța dintre centrele bolțurilor este de 200 mm și se fixează cu ajutorul riglei de control (7), care se introduce pe capetele superioare ale bolțurilor (6) cu o precizie de 0,1 mm. Înainte de scoaterea riglei de control de pe bolțuri, aparatul se pune în poziție inițială cu tija comparatorului încărcat cu 5-6 rotații. În această poziție se fixează căruciorul (3b) cu piulițele (9) și (10). Căruciorul (3a) pentru a nu fi împins înapoi de resortul comparatorului, se fixează cu două cuie înfipte în forma de turnare (13), cuie care în momentul formării crustei solidificate de aliaj, se îndepărtează pentru a elimina fenomenul de contracție frânată.

Aparatul pentru determinarea dinamică a contracției libere (Figura nr.1.8) trebuie să stea permanent în poziție orizontală. Practic aparatul începe înregistrarea fenomenului de contracție, în momentul în care crusta solidificată nu mai este zgâriată de un vârf metalic.

3.Modul de lucru

Contracția aliajului se va determina la nivelul laboratorului atât prin metoda statică (liberă și frânată) cât și prin metoda dinamică.

În cazul metodei statice se va proceda în felul următor:

-se vor executa forme din amestec de formare pentru probele din Figurile nr. 1.6 și 1.7;

-se măsoară lungimile cavităților propriu-zise ale formelor, dintre fălcile scoabei și respectiv dintre flanșe;

-se toarnă probele mosurând în prealabil temperaturile de turnare;

-se dezbat probele turnate (după solidificare și răcire) și se curăță;

-se măsoară lungimile probelor solidificate.

În cazul metodei dinamice se lucrează în felul următor:

-se execută forma pentru obținerea probei cu secțiune trapezoidală (20x20/22x300 mm) din amestec de formare;

-după instalarea formei în aparat, în cutia (11), Figura nr. 1.8, se fixează cărucioarele (3a și b), și comparatorul (1) încărcat cu 5-6 rotații;

-se toarnă în formă aliajul și după formarea crustei solidificate, se scot cuiele ce fixează căruciorul (3a), pentru înregistrarea în continuare a contracției libere;

-se citesc diviziunile de pe cadranul comparatorului de patru ori pe minut până la răcirea completă a probei.

Rezultatele obținute vor fi înregistrate sub formă tabelară și, în măsura numărului de experiențe efectuate, se vor trasa grafice reprezentative pentru variația contracției în timp (ori funcție de natura aliajului turnat).

1.3. DETERMINAREA VOLUMULUI DE RETASURĂ

1. Considerații teoretice

Retasura reprezintă o grupă concentrată de cavități (sau o singură cavitate) în corpul piesei turnate, care se formează ca rezultat al micșorării volumului aliajului la răcire în stare lichidă și în timpul solidificării. Retasura este deci una din consecințele directe ale contracției.

Astfel, contracția în stare lichidă și în intervalul de solidificare duce la formarea retasurii și la fixarea ei într-un anumit loc, pe când contracția în stare solidă dă retasurii dimensiunile definitive. S-a constatat că volumul retasurii depinde de următorii factori:

-natura aliajului (compoziția chimică, conținutul de gaze, existența procesului de grafitizare, proprietățile termofizice etc);

-natura formei (compresibilitatea pereților formei, dilatarea formei, rezistența etc);

-geometria piesei turnate (rigiditatea piesei turnate, rigiditatea pereților piesei, grosimea pereților piesei etc);

-condițiile de turnare (temperatura de turnare, locul de alimentare a piesei etc).

Din punct de vedere al dimensiunilor, formei și poziției, retasurile se clasifică astfel:

-macroretasură - deschisă -superioară principală
-laterală principală
-închisă -principală
-secundară

-microretasură -zonală
-dispersată.

Microretasurile sunt specifice aliajelor cu interval mare de solidificare, mecanismul de formare fiind prezentat în Figura nr.1.9. Cristalele dendritice cu axele lor orientate arbitrar, închid între ele, la creșterea lor, porțiuni izolate de lichid încă nesolidificat din centrul peretelui. La solidificarea acestor porțiuni izolate de lichid se formează microretasurile.

Microretasurile sunt defecte importante ale pieselor turnate, care conduc la o scădere pronunțată a rezistenței și în special a alungirii și stricțiunii, precum și la pierderea etanșeității. La aliajele la care o parte din retasură apare sub formă de microretasuri, retasura concentrată apare corespunzător mai redusă. În Figura nr.1.10 este arătată corelația între volumul total al retasurii, repartiția acestuia sub formă de retasuri concentrate și microretasuri pe diagrama de echilibru a aliajelor.

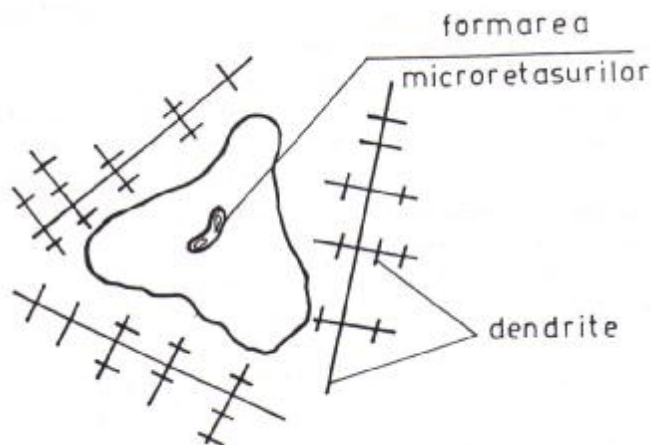


Figura nr.1.9. Formarea microretasurilor

Aliajele cu interval mare de solidificare au o retasură totală mai mare. Explicația constă în faptul că la aceeași supraîncălzire ΔT , metalele pure și aliajele eutectice se răcesc în stare lichidă cu ΔT până la solidificarea completă, în timp ce aliajele ce se solidifică într-un interval de temperatură se răcesc în stare lichidă cu ΔT până la linia lichidus (începerea solidificării), iar aliajul nesolidificat continuă să se răcească până la linia solidus, care se găsește la o temperatură mult mai joasă. În medie, lichidul se răcește în acest caz cu:

$$\Delta T = \frac{T_{solidus} - T_{lichidus}}{2} \quad (1.8)$$

Corespunzător acestei răcirii mai mari scade volumul lichidului și crește retasura. În același timp, retasura apare în cea mai mare parte sub formă de microretasuri. Aliajele eutectice și metalele pure au retasura totală mai mică, iar retasura acestora apare ca retasură concentrată.

Teoretic volumul retasurii se poate calcula cu ajutorul formulei lui I.A. Nehendzi – N.G.Ghirșovici:

$$V_{ret} = [\alpha_l \cdot (\theta_{mt} - \theta_t) + \varepsilon_s - 1,5 \cdot \alpha_s \cdot (\theta_s - \theta_{ms})] \cdot \left(1 - \frac{m \cdot \sqrt{t}}{2 \cdot R}\right) \quad (1.9)$$

în care: V_{ret} este volumul relativ al retasurii; α_l -coeficientul de contracție volumică în stare lichidă a aliajului; θ_{mt} -temperatura medie a aliajului la sfârșitul turnării, în °C; θ_l -temperatura lichidus, în °C; ε_s -contractia la solidificare; α_s -coeficientul contracției liniare în stare solidă a aliajului; θ_s -temperatura solidus, în °C; θ_{ms} -temperatura medie a piesei solide în momentul terminării solidificării, în °C; m-constanta de solidificare; t-durata turnării; R-grosimea medie a piesei turnate.

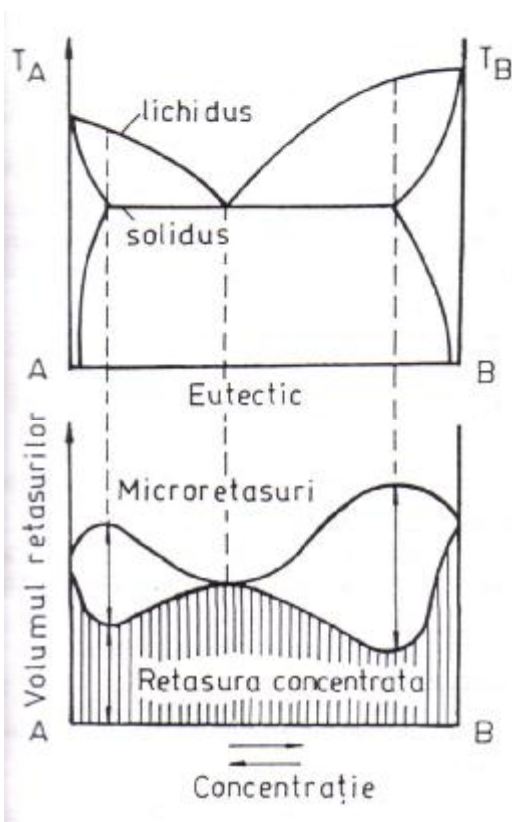


Figura nr. 1.10. Corelația dintre diagrama de echilibru și formarea retasurilor concentrate și a microretasurilor

Expresia $\frac{m \cdot \sqrt{t}}{2R}$ reprezintă cantitatea de metal solidificată în timpul umplerii. Formula anterioară

(1.9) servește la interpretarea fenomenului de formare a retasurii, însă nu poate servi la un calcul precis al volumului retasurii, din cauza necunoașterii unora dintre termeni. Rezultă că volumul retasurii este cu atât mai mare, cu cât greutatea (deci volumul) piesei este mai mare, contracția la solidificare și temperatura de supraîncălzire sunt mai mari.

Pentru condițiile obișnuite de obținere a pieselor turnate din majoritatea aliajelor, expresia $\frac{m \cdot \sqrt{t}}{2R}$ poate fi neglijată, iar primul și ultimul termen al ecuației astfel obținute au o importanță secundară, astfel încât formula volumului retasurii devine:

$$V_{ret} = \varepsilon_s + \frac{3}{4} \alpha_k \quad (1.10)$$

Pentru fonte, datorită procesului de grafitizare, ε_s și α_k pot fi pozitive sau negative. În cazul fontelor cenușii, în funcție de cantitatea de grafit care cristalizează în timpul solidificării direct din faza lichidă, volumul retasurii poate avea valori între limite foarte largi. El se poate calcula pornind de la variația de volum cauzată de grafitizare.

Cantitatea totală de grafit, care se separă în perioada solidificării este de:

$$C_t - C_{E'S'} = C_t - 1,98 + 0,15 \text{ Si} \quad (1.11)$$

$C_{E'S'} = 1,98 - 0,15 \text{ Si}$ este conținutul de carbon din austenita suprasaturată din sistemul stabil, la temperatura eutectică.

Întrucât prin separarea a 1% grafit, volumul se mărește cu 2%, mărirea totală a volumului aliajului în timpul procesului cristalizării eutectice după diagrama stabilă va fi:

$$\Delta V = 2(C_t - 1,98 + 0,15 \text{ Si}) \quad (1.12)$$

însemnând cu – partea de grafit care se separă direct din faza lichidă a aliajului turnat, se poate determina volumul retasurii:

$$V_r = \varepsilon_s - 2\beta(C_t + 0,15 \text{ Si} - 1,98) + \frac{3}{4} \varepsilon_{dil} + 2(1 - \beta) \cdot (C_t - 1,98 + 0,15 \text{ Si}) \quad (1.13)$$

unde ε_s este contracția volumică medie a aliajului în perioada solidificării, %; ε_{dil} - dilatarea inițială a masei metalice de bază în timpul solidificării (fără a lua în considerare grafitizarea), %.

Dilatarea inițială la sfârșitul solidificării, ținând seama de grafitizare va fi:

$$\varepsilon_{dil-g} = \varepsilon_{dil} + \frac{2}{3} (1 - \beta)(C_t + 0,15 \text{ Si} - 1,98), \quad \% \quad (1.14)$$

în care β se ia pentru fontele cenușii între 0,9 și 1,0 iar pentru fontele cu grafit nodular, între 0 și 0,5.

Factorii care determină formarea retasurii sunt numeroși și din această cauză determinarea prin calcul a volumului de retasură se face foarte greu. Determinarea volumului retasurii este necesară pentru a aprecia corect masa aliajului necesar pentru alimentarea suplimentară a piesei.

Pentru proiectarea procesului tehnologic este important să se determine nu numai volumul, dar și dimensiunile gabaritice și configurația retasurii.

Retasura principală este cea mai favorabilă, aceasta putând fi scoasă în afara piesei prin utilizarea de maselote. Retasura dispersată, care se obține de obicei când diferitele părți ale piesei se solidifică independent și nu pot fi alimentate cu metal, este cea mai defavorabilă.

Înlăturarea retasurilor din piesa turnată poate fi făcută prin:

- modificarea constructivă a piesei;
- maselotare;
- aplicarea de răcitori în nodurile termice și maselotare.

Deoarece determinarea prin calcul este dificilă, volumul retasurii se determină de cele mai multe ori prin metode practice.

2. Metode de determinare

Pentru determinarea retasurii se folosesc două metode:

- metoda indirectă;
- metoda directă.

Metoda indirectă se bazează pe compararea greutateii specifice relative a piesei turnate și cea absolută a aliajului din care se toarnă piesa. Această metodă se folosește pentru determinarea volumului total al retasurii, fie ea concentrată sau dispersată, sub formă de pori (macro și microretasuri, sufluri).

Metoda directă se bazează pe măsurarea cavității retasurii prin umplerea acesteia cu apă, benzină, ceară etc. Această metodă se folosește în cazul retasurilor concentrate, deschise.

În Figura nr. 1.11 sunt reprezentate două epruvete conice folosite pentru determinarea volumului retasurii. Cea mai utilizată este epruveta din Figura nr.1.11 a, cunoscută sub denumirea de probă conică, care folosește pentru determinarea volumului total al retasurii metoda indirectă. În acest caz baza conului,

bombată, conduce la formarea unui gol de solidificare interior (închis), care poate fi determinat cu ajutorul greutății specifice aparente și reale a aliajului solidificat. În Figura nr.1.11b se prezintă proba conică utilizată pentru determinarea directă a retasurii.

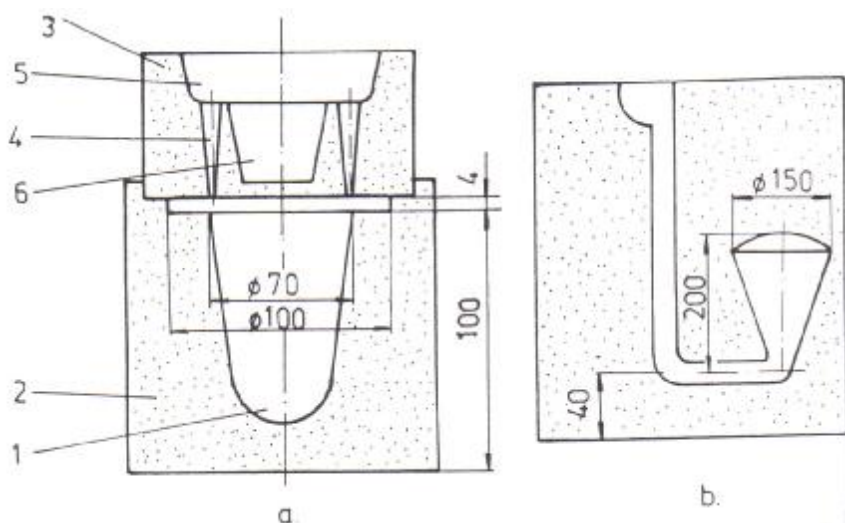


Figura nr. 1.11. Probe pentru determinarea volumului de retasură: a-indirectă; b-directă; 1-cavitate propriuzisă; 2-formă; 3-miez alimentare; 4-picioare turnare; 5-bazin; 6-buzunar deversare.

Volumul de retasură se determină cu ajutorul relației:

$$V_{ret} = \frac{V_{real} - V_{ideal}}{V_{real}} \cdot 100, \quad (\%) \quad (1.15)$$

în care V_{real} este volumul real al epruvetei determinat prin diferența dintre greutatea conului cântărit în aer și greutatea conului cântărit în apă, în cm^3 , considerând greutatea specifică a apei egală cu 1; V_{ideal} -este raportul dintre greutatea conului cântărit în aer și greutatea lui specifică, în cm^3 .

Pentru determinarea greutății specifice se iau probe din vârful conului, unde aliajul este cel mai compact. Dimensiunile probelor pentru determinarea greutății specifice sunt 10×10 mm. Cu cât probele sunt mai mici, cu atât este mai mică posibilitatea existenței unor defecte (incluziuni, mici goluri) care denaturează valoarea greutății specifice. Greutatea specifică este media a trei determinări. Probele trebuie să fie prelevate din locurile cele mai compacte și nu trebuie să prezinte defecte (incluziuni, crăpături, fisuri, sufluri). Greutatea specifică se determină cu ajutorul unei balanțe, la care unul din talere este înlocuit cu un plutitor, ca la balanța Mohr-Westphal. Pentru aliajele cunoscute, greutatea specifică se poate lua din tabele.

Pentru fonte, greutatea specifică se ia ținând cont de conținutul de grafit. Valoarea acestui conținut se apreciază pornind de la conținutul total de carbon, dat de analiza chimică și de structură (la structura perlitică, circa 0,8% din totalul conținutului de carbon se găsește sub formă legată).

3.Modul de lucru

Se va determina volumul retasurii unui aliaj de aluminiu și siliciu folosind o probă conică pentru metoda indirectă, Figura nr. 1.11 a.

Se va lucra practic în felul următor:

- se execută forma;
- se vor turna minimum trei probe la temperaturi de turnare diferite;
- se vor dezbrata probele, îndepărtându-se rețelele de turnare;
- se vor cântări probele în aer și apă;
- se taie probe (minim trei) din vârful conului pentru determinarea greutății specifice;
- se determină greutatea specifică prin cântărire în aer și apă;
- se calculează volumul retasurii.

Datele experimentale obținute vor fi interpretate funcție de condițiile desfășurării lor.

1.4. DETERMINAREA TENSIUNILOR CE APAR LA RĂCIREA PIESELOR TURNATE

1. Considerații teoretice

La răcirea pieselor turnate, ca urmare a procesului de contracție în pereții pieselor pot să apară tensiuni.

În funcție de durata de existență, tensiunile din pereții pieselor turnate pot fi de două tipuri:

-*tensiuni temporare*, care determină deformații elastice, care după răcirea piesei și uniformizarea temperaturilor se anulează complet;

-*tensiuni remanente*, care determină deformații plastice în peretele piesei turnate și care după uniformizarea temperaturilor nu pot fi îndepărtate.

În funcție de cauzele care provoacă apariția tensiunilor interne acestea pot fi:

-*tensiuni termice*, care apar datorită valorilor diferite ale contracției la un moment dat, în diferite zone ale piesei ca urmare a grosimilor diferite de perete;

-*tensiuni mecanice*, care apar ca urmare a frânării procesului de contracție de către materialul de formare sau elemente ale rețelei de turnare;

-*tensiuni fazice*, datorate diferenței de timp la care au loc transformările fazice pe secțiuni și în diferite părți ale piesei turnate.

Studiul apariției tensiunilor termice se poate face considerând două bare turnate de secțiuni diferite, S_1 și S_2 , legate solidar între ele, Figura nr. 1.12.

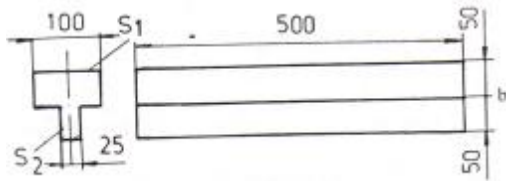


Fig. 1.12. Sistem de două bare de secțiuni diferite.

La răcirea aliajului, cele două bare vor trece la momente diferite din starea plastică în starea elastică, Figura nr. 1.13.

Urmărind răcirea barelor se disting următoarele etape:

- $t < t_1$ (ambele bare se găsesc în stare plastică);

- $t_1 < t < t_2$ (bara 1 se găsește în stare plastică iar bara 2 în stare elastică);

- $t > t_2$ (ambele bare se găsesc în stare elastică).

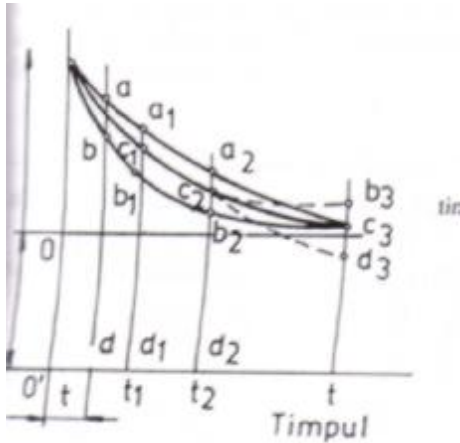


Figura nr. 1.13. Alungirea specifică în timpul răcirii barelor legate solidar.

În prima etapă, dacă barele nu ar fi legate între ele, prima bară ar avea lungimea ab , iar a doua lungimea db . Deoarece, barele sunt solidare între ele, prima se va scurta, deformându-se plastic cu lungimea ac , iar a doua se va lungi cu bc , lungimea lor comună fiind dc . Nu apar tensiuni, deoarece ambele bare se deformează plastic.

În a doua etapă, bara 2 se găsește în domeniul elastic. Bara 1 fiind în domeniul plastic își adaptează lungimea după bara (2), lungimea comună la sfârșitul etapei fiind d_2c_2 .

În cea de-a treia etapă, ambele bare se găsesc în domeniul elastic și se scurtează împreună după linia c_2c_3 . Deci, bara (1) se va lungi elastic cu lungimea a_3c_3 , rămânând cu tensiuni de întindere, iar bara (2) se va scurta elastic cu lungimea b_3c_3 și va avea tensiuni de compresiune.

Valoarea totală a deformațiilor elastice ε în sistemul barelor (1) și (2) (ε_1 și ε_2) va fi:

$$\varepsilon = c_3a_3 + c_3b_3 = a_2c_2 + b_2c_2 = b_3a_3 = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 \quad (1.16)$$

Dacă se consideră că barele rămân rectilinii, între tensiuni și secțiunile barelor se poate scrie relația:

$$\frac{\sigma_1}{\sigma_2} = \frac{S_2}{S_1} \quad (1.17)$$

Admițând că modulul de elasticitate E are aceeași valoare pentru întindere și compresiune, se poate scrie:

$$\frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_1 + \varepsilon_2} = \frac{S_2}{S_1 + S_2} \quad (1.18)$$

$$\text{dar } \varepsilon_1 + \varepsilon_2 = \alpha(T_1 - T_2), \quad (1.19)$$

în care: α este coeficientul specific de contracție liniară; T_1, T_2 - temperatura barei 1 și temperatura barei 2 în momentul trecerii barei 1 în stare elastică.

Deci, tensiunea de întindere (σ_1) și cea de compresiune (σ_2) se pot determina cu relațiile:

$$\sigma_1 = E\alpha(T_1 - T_2) \frac{S_2}{S_1 + S_2}; \quad (1.20)$$

$$\sigma_2 = E\alpha(T_1 - T_2) \frac{S_1}{S_1 + S_2}, \quad (1.21)$$

sau :

$$\sigma_1 = E \frac{S_2}{S_1 + S_2} c_1 c_2 \alpha T_1 \left[1 - \left(\frac{T_1}{T_t} \right)^{\frac{k_2 - 1}{k_1}} \right] \quad (1.22)$$

$$\sigma_2 = E \frac{S_1}{S_1 + S_2} c_1 c_2 \alpha T_1 \left[1 - \left(\frac{T_1}{T_t} \right)^{\frac{k_2 - 1}{k_1}} \right] \quad (1.23)$$

în care: c_1 și c_2 sunt coeficienți subunitari, care se introduc ținând seama de faptul că trecerea din domeniul plastic în cel elastic se face într-un interval de temperatură și de faptul că temperaturile din cele două bare tind să se egalizeze; T_t - temperatura de turnare; k_1 și k_2 - coeficienți de proporționalitate, ce caracterizează cele două bare (raportul dintre volum și suprafață, conductivitatea termică etc.).

2. Metoda de determinare

Măsurarea rapidă a tensiunilor de turnare se face cu ajutorul unei probe tehnologice cunoscută sub denumirea de proba celor trei bare, Figura nr. 1.14.

Barele, dintre care cele exterioare au secțiunea mai mică decât bara centrală, sunt legate rigid între ele. Din cauza acestei particularități constructive, după turnare, barele se vor răci neuniform. Ca urmare, în barele subțiri vor apărea tensiuni de comprimare, iar în bara centrală, tensiuni de întindere, Figura nr. 1.15.

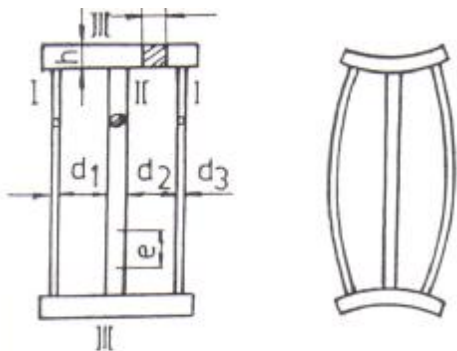


Figura nr.1.14. Proba tehnologică pentru determinarea tensiunilor de turnare.

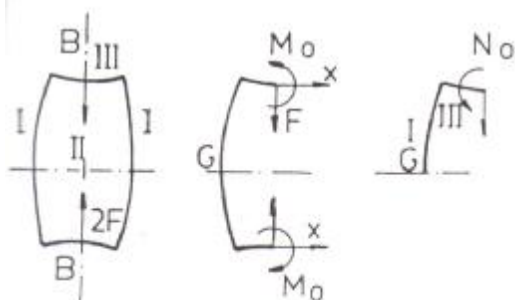


Figura nr. 1.15. Schema deformațiilor în sistemul de trei bare.

Calculul tensiunilor interne se face prin aplicarea teoremei lui Castigliano. Astfel, între forța F și momentul M_0 , se scrie relația:

$$F \left(\frac{l_1^3}{2I_3} + \frac{l_3 \cdot l_1}{I_1} \right) - M_0 \left(\frac{l_3}{I_3} + \frac{l_1}{I_1} \right) = 0 \quad (1.24)$$

Dacă se secționează bara din mijloc, aceasta se lungeste cu mărimea Δl , care se poate calcula cu relația:

$$\Delta l = 2 \frac{F}{E} \left(\frac{l_3^3}{3I_3} + \frac{l_1 \cdot l_3^2}{I_1} + 2 \frac{1}{S_2} + \frac{1}{S_1} \right) - M_0 \left(\frac{l_3^2}{2I_3} + \frac{l_3 l_1}{I_1} \right) \quad (1.25)$$

în care $2l_3$ este lungimea barei III; $2l_1$ - lungimea barei I; I_1 - momentul de inerție al barei I; I_3 - momentul de inerție al barei III; S_1 - aria secțiunii barei I; S_2 - aria secțiunii barei II; E - modulul de elasticitate.

Cu valorile F și M_0 determinate pe baza relațiilor anterioare se pot calcula tensiunile în bare:

$$\sigma_I = \left(\frac{F}{S_1} + \frac{F \cdot l_3 - M_0}{w_1} \right) \quad (1.26)$$

$$\sigma_{II} = \frac{2F}{S_2} \quad (1.27)$$

$$\sigma_{III} = \frac{M_0}{w_3} \quad (1.28)$$

în care: w_1 și w_3 sunt modulele de rezistență ale barelor.

I_1 , I_2 , w_1 și w_3 se calculează cu relațiile:

$$I_1 = \frac{\pi \cdot d_1^4}{64}; \quad (1.29)$$

(1.30)

$$w_1 = \frac{\pi \cdot d_1^3}{32}; \quad (1.31)$$

(1.32)

în care: d_1 este diametrul barei I; b - lățimea secțiunii barei III; h - înălțimea barei III.

$$I_3 = \frac{b \cdot h^3}{12};$$

$$w_3 = \frac{b \cdot h^2}{6}$$

3. Modul de lucru

Cu ajutorul unui model metalic se realizează două forme din amestec pentru turnarea probei cu trei bare. Cele două probe se vor turna la temperaturi diferite.

După răcire și dezbateri, pe bara II, cu ajutorul unui poanson se marchează două puncte la distanța $e=100$ mm și se secționează bara între aceste repere. Prin această secționare bara groasă se eliberează de tensiunile de întindere și se scurtează, distanța e dintre reperele marcate inițial crescând cu valoarea Δl , iar barele subțiri se eliberează de tensiunile de comprimare și se întind. Se determină Δl prin diferența dintre distanța dintre cele două repere după secționarea barei groase și înainte.

Datele obținute experimental se vor trece în următorul tabel:

Aliajul	Temperatura de turnare, în K	Δl , în mm
Aluminiu	$T_{11} =$	
	$T_{12} =$	
Oțel	$T_{13} =$	
	$T_{14} =$	

Pe baza valorilor lui Δl trecute în tabel se vor determina prin calcul valorile σ_I , σ_{II} , σ_{III} . Se vor trage concluzii privitoare la valorile tensiunilor interne σ_I , σ_{II} , σ_{III} , în funcție de natura aliajului și de temperatura de turnare și se vor arăta care sunt principalele măsuri care se pot lua în vederea prevenirii apariției tensiunilor interne.

Aplicații. Să se calculeze tensiunile interne din bara groasă și cea subțire a sistemului de bare prezentat în Figura nr. 1.12, cunoscând următoarele:

-proba se toarnă din OT 500, la temperatura de 1773 K; $c_1=0,8$; $c_2=0,6$; $T_1=893$ K; $E =21.000$ daN/mm²; $\alpha=15 \cdot 10^{-6}$

1.5. DETERMINAREA TENDINȚEI DE FORMARE A CRĂPĂTURILOR ÎN PIESELE TURNATE

1. Considerații teoretice

Crăpăturile reprezintă defecte de turnare de tip discontinuitate, care apar în piesele turnate atunci când tensiunile interne depășesc rezistența aliajului la temperatura respectivă. După momentul în care apar, pot fi la cald sau la rece.

Crăpăturile la cald apar în intervalul de solidificare și imediat sub linia solidus și sunt determinate de frânarea contracției. Ele se produc la limita grăunților primari și de aceea, prezintă o suprafață de ruptură intercristalină, au deschidere mare și întindere mică, sunt mereu oxidate și nu au tendința de a se propaga.

Crăpăturile la rece se formează la temperaturi la care aliajul se găsește în stare elastică, sunt intracristaline, drepte, puțin deschise, neoxidate, cu întindere mare și tendința de a se propaga.

Dintre zonele caracteristice unde apar crăpături la cald se pot menționa:

- locurile de îmbinare ale pereților groși cu pereții subțiri;
- zonele de aplicare a maselotelor;
- zonele din vecinătatea răcitorilor exteriori etc.

Exemple de piese la care pot apărea crăpături la cald sunt prezentate în Figurile nr. 1.16 și 1.17.

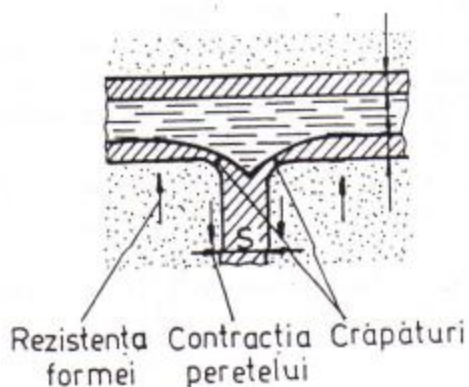


Figura nr.1.16. Crăpături apărute ca urmare a frânării contracției la îmbinarea a doi pereți cu grosimi diferite.

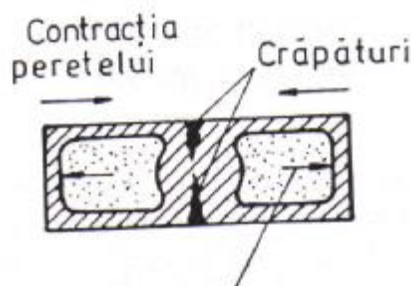


Figura nr.1.17. Crăpături apărute în zonele masive ale îmbinărilor pereților de grosimi diferite, care formează un contur închis și la care miezul are compresibilitate insuficientă.

Asupra tendinței de formare a crăpăturilor la cald influențează următorii factori:

- natura aliajului: coeficientul de contracție în stare solidă, proprietățile mecanice ale aliajului la temperaturi ridicate, geometria frontului de solidificare, proprietățile termofizice;
- natura formei: compresibilitate, temperatura formei, modul de îndesare etc;
- influența geometriei piesei turnate, care influențează tendința de formare a crăpăturilor la cald mai ales prin intermediul vitezei de răcire;
- condițiile de turnare: temperatura de turnare, viteza de turnare, poziția maselotelor și a rețelilor de turnare.

2. Metode de determinare

Deoarece tendința de apariție a crăpăturilor la cald este determinată de o serie de parametri ai aliajului cât și ai formei sau ai procesului de turnare, greu de separat fiecare în parte, se apelează la diferite probe tehnologice, care dau indicații destul de exacte asupra acestei tendințe.

Pentru determinarea tendinței de apariție a crăpăturilor se pot folosi următoarele metode:

-metoda bazată pe frânarea contracției unor probe inelare, Figura nr.1.18; frânarea diferită a procesului de contracție realizându-se cu ajutorul unui miez cu grosime variabilă;

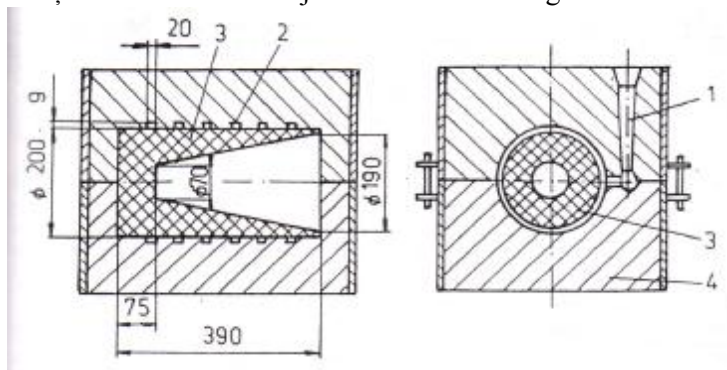


Fig.1.18. Formă asamblată pentru turnarea probelor inelare: 1-rețea de turnare; 2-inel; 3-miez cu grosime variabilă realizat din amestec; 4-formă.

-metoda probei cu flanșe, Figura nr.1.19, care constă în determinarea crăpăturilor ce apar ca urmare a frânării contracției de către amestecul de formare dintre flanșe;

-metoda probei cu miez excentric etc.

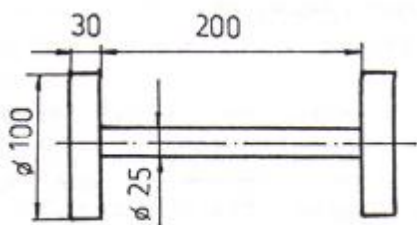


Figura nr.1.19. Proba cu flanșe.

3. Modul de lucru

În scopul determinării tendinței de apariție a crăpăturilor, se folosesc metodele probelor inelare și a celor cu flanșe.

Se vor turna trei probe, a câte șase inele fiecare, la trei temperaturi de turnare diferite. După răcirea aliajului și dezbatere se analizează aspectul probelor și se numără crăpăturile (vizibile cu ochiul liber) apărute pe fiecare inel în parte. Datele obținute se vor trece într-un tabel ca mai jos.

Tipul probei	Temperatura de turnare, în K	Nr. inel	Grosimea miezului, mm	Nr. crăpături
Cu inele	T ₁	1		
		2		
		3		
		4		
		5		
		6		
Cu flanșe	Formă metalică	-	-	
	Formă din amestec	-	-	

La utilizarea metodei probei cu flanșe se folosesc două forme: una metalică și una din amestec de formare în care se toarnă câte o probă la aceeași temperatură de turnare. La fiecare probă se numără crăpăturile apărute la îmbinarea dintre flanșă și cilindrul de legătură.

Se va trasa graficul de variație a numărului de crăpături cu grosimea miezului pentru fiecare temperatură de turnare.

Se vor trage concluzii referitoare la influența temperaturii de turnare și a naturii formei asupra procesului de apariție a crăpăturilor, arătând măsurile care se pot lua în vederea prevenirii apariției acestora.

Aplicație. Să se determine dacă în proba cu flanșe turnată din OT 500 și Fc 200 apar crăpături în cazul în care contracția este frânată cu 30%, știind că:

-modulul de elasticitate: $E_{OT}=22000 \text{ daN/mm}^2$

$E_{Fc}=10500 \text{ daN/mm}^2$

-contracția liberă: $\varepsilon_{OT}=2\%$; $\varepsilon_{Fc}=1,1\%$.

1.6. DETERMINAREA TENDINȚEI DE DEFORMARE A PIESELOR TURNATE

1.Considerații teoretice

Tensiunile interne remanente duc în majoritatea cazurilor la deformarea pieselor turnate. Acest lucru se datorează faptului că aliajele tensionate tind să se relaxeze prin pierderea energiei conținute în ele sub formă de tensiuni:

$$E = \frac{1}{2} \int \sigma^2 dV \quad (1.33)$$

Tensiunile se reduc sau chiar dispar prin deformarea piesei, astfel că părțile piesei supuse la întindere se scurtează, iar cele supuse la compresiune se lungesc.

Luând în considerare piesa prezentată în Figura nr.1.20 și presupunând că are temperatura T_0 , la răcirea piesei, suprafața exterioară atinge temperatura T_1 , iar cea interioară T_2 .

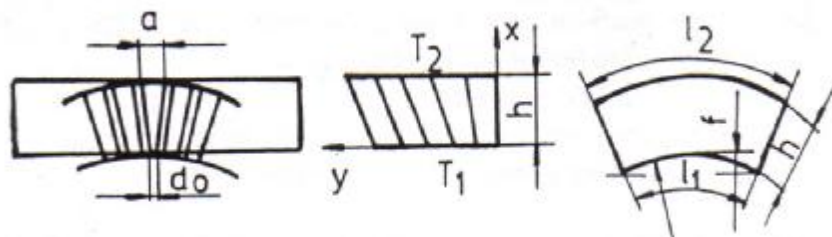


Figura nr. 1.20. Schema utilizată la calculul încovoierii barei.

Dacă temperatura este repartizată liniar pe secțiunea barei, existând un gradient φ , atunci valoarea temperaturii la distanța „X” de suprafața interioară va fi:

$$T = \varphi X + T_1 \quad (1.34)$$

Luând în considerare un element dreptunghiular din secțiunea barei cu grosimea inițială d_0 , după răcire, lungimea fiecărui element va fi:

$$d = d_0 \{ [1 + \alpha_s(T_0 - T)] - \alpha_s \varphi X \} \quad (1.35)$$

Conform acestei egalități lățimea fiecărei fibre la răcire va crește proporțional cu distanța de la suprafața inferioară și cu coeficientul de contracție α_s . Presupunând că lungimea părții inferioare este l_1 și lungimea părții exterioare este l_2 atunci se poate scrie:

$$l_2 = l_1 [1 + \alpha_s(T_0 - T)] \quad (1.36)$$

sau considerând că $T = T_0$ și $X = h$:

$$l_2 = l_1 (1 + \alpha_s \varphi h) \quad (1.37)$$

Din condițiile de asemănare se poate scrie:

$$\frac{l_2}{l_1} = \frac{l_1 (1 + \alpha_s \varphi h)}{l_1} = \frac{\rho + h}{\rho}, \quad (1.38)$$

în care ρ este raza curburii suprafeței interioare a barei.

În acest caz rezultă că:

$$r = \frac{1}{\alpha_s \varphi}. \quad (1.39)$$

Pentru determinarea săgeții de încovoiere se folosește relație:

$$f = \rho - \sqrt{\rho^2 - \left(\frac{l}{2}\right)^2}, \quad (1.40)$$

în care l este lungimea medie a barei și se obține:

$$f = \frac{h}{\alpha_s(T_2 - T_1)} - \sqrt{\left[\frac{h}{\alpha_s(T_2 - T_1)}\right]^2 - \left(\frac{l}{2}\right)^2} \quad (1.41)$$

În Figura nr.1.21 este prezentată o grîndă încovoiată datorită tensiunilor interne.

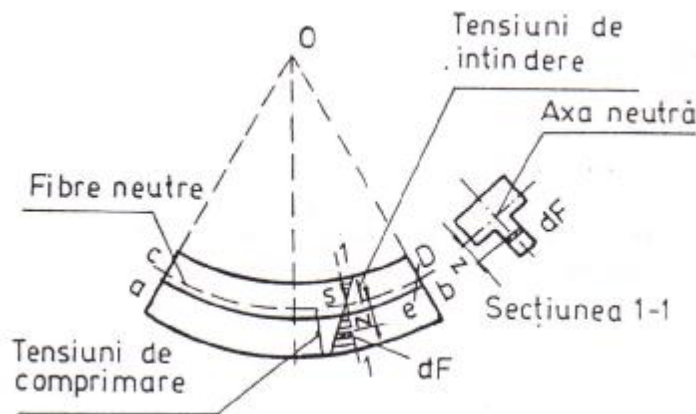


Figura nr.1.21. Schema pentru calculul razei de încovoiere a unei grinzi în formă de T.

Partea grinzii din exteriorul axei neutre este supusă la tensiuni de comprimare, iar partea din interior la tensiuni de întindere, adică invers decât în cazul când încovoierea s-ar face sub acțiunea unor forțe (momente încovoietoare) exterioare.

Notând cu dF/A un element de suprafață a secțiunii, la distanța Z de axa neutră și cu σ , tensiunea care acționează în această suprafață elementară, forța corespunzătoare va fi:

$$dF = \sigma \cdot dA, \quad (1.42)$$

iar momentul încovoietor corespunzător

$$dM = Z \cdot dF = \sigma \cdot Z \cdot dA. \quad (1.43)$$

Momentul încovoietor pentru toată secțiunea va fi:

$$M = \int \sigma \cdot Z \cdot dA. \quad (1.44)$$

Din Figura nr. 1.21 se observă că triunghiul OCD este asemenea cu triunghiul Deb (De este trasată paralel cu OC). Se poate scrie:

$$\frac{eb}{CD} = \frac{De}{OC}, \quad (1.45)$$

$$\text{însă } OC = \rho \text{ și } ae = CD \quad (1.46)$$

în care CD este fibra neutră a cărei lungime nu se schimbă la încovoiere.

Pe de altă parte, încovoierea fiind mică, se poate scrie aproximativ că $De \approx Z$, și:

$$\frac{eb}{CD} = \frac{Z}{\rho} = \varepsilon \quad (1.47)$$

în care ε este alungirea specifică, deoarece eb este alungirea fibrei ae , egală cu lungimea fibrei neutre, deci cu lungimea inițială a barei. Mai departe rezultă:

$$\sigma = \varepsilon \cdot E = E \cdot \frac{Z}{\rho}, \quad (1.48)$$

în care ρ este raza de curbura.

$$M = \int_A E \frac{Z^2}{\rho} dA \quad (1.49) \quad \text{sau}$$

$$M = \frac{E}{\rho} \cdot \int_A Z^2 dA = \frac{E}{\rho} I \quad (1.50)$$

în care I este momentul de inerție al secțiunii în raport cu axa neutră.

Se poate determina raza de curbura:

$$\rho = \frac{E}{M} \cdot I \quad (1.51)$$

Deoarece valorile lui M și I sunt constante, atunci și $\rho = \text{ct}$. Și deci bara se va deforma după un arc de cerc ceea ce permite determinarea grafică a săgeții, Figura nr. 1.22.

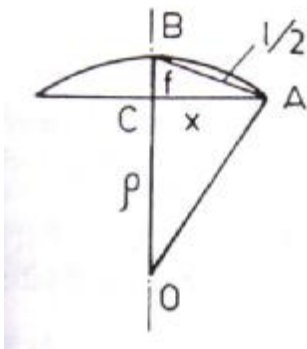


Figura nr. 1.22. Construcția grafică pentru determinarea săgeții.

Din triunghiurile OAC și ABC se poate scrie:

$$\rho^2 = x^2 + (\rho - f)^2 \quad (1.52)$$

$$\left(\frac{l}{2}\right)^2 = x^2 + f^2 \quad (1.53)$$

$$\text{de unde rezultă: } f = \frac{l^2}{8 \cdot \rho} \quad (1.54)$$

Pentru prevenirea pe cât posibil a deformării pieselor turnate trebuie luate măsuri de evitare a cauzelor care produc aceste deformări adică de evitare a apariției tensiunilor de turnare.

Evitarea apariției tensiunilor de turnare și a efectelor lor se poate face prin mai multe metode dintre care amintim:

- solidificarea dirijată a pieselor turnate;
- degajarea din amestecul de formare a anumitor părți ale piesei (evitarea contracției frâmate);
- construirea modelelor cu curbura inversă;
- detensionarea pieselor turnate etc.

2. Metode de determinare

Pentru determinarea experimentală a săgeții S apărută la deformarea unei grinzi în formă de T cu pereți de grosimi diferite se folosește proba din Figura 1.12 cu posibilitatea modificării valorii raportului S_1 / S_2 .

Datorită tensiunilor care apar, proba se deformează apărând în zona mai groasă o suprafață concavă. Gradul de deformare este, în principal, în funcție de natura aliajului și raportul dintre secțiunile pereților.

Raportul dintre secțiunile celor două bare ale probei va avea următoarele valori: $S_1/S_2=1/2$; $1/3$; $1/4$.

3. Modul de lucru

Pentru determinarea tendinței de deformare a grinzii se vor turna câte trei probe la aceeași temperatură pentru fiecare tip de aliaj. Cele trei probe vor avea rapoartele secțiunilor diferite.

După răcirea probelor și dezbatere se măsoară săgeata f și lungimea l .

Datele obținute experimental se vor trece în următorul tabel:

Aliajul	Temperatura de turnare, în K	S_1/S_2	Lungimea l, în cm	Săgeata f, în cm
		1/2		
		1/3		
		1/4		

Pe baza datelor din tabel se va calcula raza de curbură r pentru fiecare probă și aliaj.

Se va trasa graficul de variație $\rho=f(S_1/S_2)$ pentru fiecare aliaj în parte.

Se vor trage concluzii referitoare la tendința de deformare a pieselor în funcție de natura aliajului și de raportul secțiunilor pereților pieselor.

Se vor preciza câteva măsuri care se pot lua în vederea prevenirii apariției deformațiilor.

1.7. DETERMINAREA CÂMPULUI DE TEMPERATURĂ ÎN PERETELE FORMEI DE TURNARE

1. Considerații teoretice

Prin câmp de temperatură se înțelege repartiția temperaturii pe secțiunea peretelui formei de turnare în timpul procesului de solidificare și răcire a aliajului. O mare importanță prezintă câmpul de temperatură în timpul procesului de solidificare deoarece influențează direct calitatea piesei turnate.

Câmpul de temperatură în peretele piesei și respectiv în peretele formei este influențat direct de intensitatea schimbului de căldură dintre aliaj și forma de turnare. La rândul său intensitatea schimbului de căldură între aliaj și forma de turnare depinde de proprietățile termofizice ale aliajului și formei de turnare, precum și de temperatura de turnare și geometria piesei turnate.

Ecuția câmpului de temperatură este o funcție de forma:

$$T=f(x,y,z,t), \quad (1.55)$$

adică, câmpul de temperatură în peretele piesei și respectiv în peretele formei de turnare este nestaționar.

Ecuția câmpului de temperatură se scrie sub forma:

$$\frac{\partial T}{\partial t} = a \left(\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} \right), \quad (1.56)$$

în care $a = \frac{\rho}{c \cdot \lambda}$ este coeficientul de difuzivitate termică, în m^2/s .

Ecuția (1.56) reprezintă ecuația fundamentală a conductivității sau ecuația lui Fourier și ea permite determinarea repartizării temperaturilor în orice punct dintr-un corp.

Soluția ecuației (1.56) se bazează pe următoarele ipoteze simplificatoare:

- peretele formei este un corp semiinfini;
- temperatura la interfața aliaj-formă rămâne constantă;
- caracteristicile termofizice (λ, c, ρ) nu variază în timp;
- transmiterea căldurii între piesă și formă are loc prin conducție, unidirecțional.

Soluția ecuației (1.56) în cazul câmpului de temperatură din peretele formei este:

$$T_f = T_c - (T_c - T_{if}) \operatorname{erf} \frac{x}{2\sqrt{a_f t}}, \quad (1.57)$$

în care T_f este temperatura în peretele formei, în $^{\circ}C$ (K); T_c -temperatura de contact, în $^{\circ}C$ (K); T_{if} -temperatura inițială a formei, $^{\circ}C$ (K); x -distanța la care se determină temperatura, în m; a_f -coeficientul de difuzivitate termică a peretelui formei, în m^2/s ; t -timpul, în s; $\operatorname{erf} \frac{x}{2\sqrt{a_f t}}$ -funcția erorilor a lui Gauss.

2. Metode de determinare

Pentru determinarea câmpului de temperatură în peretele formei de turnare se folosesc mai multe metode:

- metode experimentale directe care se bazează pe măsurarea temperaturii în peretele formei, în diferite puncte, în timpul procesului de solidificare a piesei;
- metode experimentale indirecte care se bazează pe modelarea fizică a procesului cum sunt: modelarea electrică, modelarea hidraulică etc.
- metode teoretice care se bazează pe rezolvarea ecuației câmpului de temperatură (1.56), utilizând relația (1.57).

În cadrul lucrării se utilizează atât metoda experimentală directă cât și metoda teoretică de calcul analitic al câmpului de temperatură. Pentru metoda directă se folosește instalația din Figura nr. 1.23.

3. Modul de lucru

Se montează cele trei termocupluri la distanțe diferite în peretele formei: termocuplul I la circa 1 mm de suprafața piesei, termocuplul II la jumătatea peretelui formei iar termocuplul III la suprafața exterioară a peretelui formei. La fel se montează și termocuplurile în peretele formei din amestec.

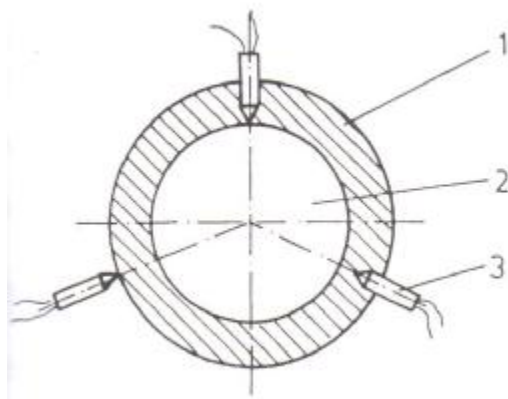


Figura nr.1.23. Instalația pentru determinarea câmpului de temperatură în peretele formei: 1-formă metalică; 2-piesă turnată; 3-termocuple.

Se toarnă aliajul lichid, la o temperatură măsurată cu ajutorul termocuplului de imersie, atât în forma metalică cât și în forma din amestec. Se înregistrează variația temperaturii cu ajutorul potențiometrului.

Datele experimentale obținute se vor trece în următorul tabel:

Aliaj	Tipul formei folosite	Timpul, s	Temp. în K					
			I	II	III	I'	II'	III'
	Metalică							
	Amestec							

Se trasează variația câmpului de temperatură în peretele formei metalice și respectiv în peretele formei din amestec.

Cu ajutorul relației (1.57) se calculează câmpul de temperatură în peretele formei metalice și respectiv în peretele formei din amestec, considerând că temperatura inițială a formei $T_{ir} = 293$ K, iar temperatura de contact se calculează cu relația :

$$T_c = \frac{b_m}{b_m + b_f} T_t, \quad (1.58)$$

în care b_m este coeficientul de acumulare a căldurii al peretelui piesei, în $Ws^{1/2}/(m^2K)$; b_f – coeficientul de acumulare a căldurii al peretelui formei, în $Ws^{1/2}/(m^2K)$; T_t – temperatura de turnare, în °C (K).

Se adoptă următoarele valori :

-pentru aliajul pe bază de aluminiu : $b_m = 23000 Ws^{1/2}/(m^2K)$;

-pentru aliajul pe bază de zinc : $b_m = 17000 Ws^{1/2}/(m^2K)$.

Pentru peretele formei :

-din fontă : $b_f = 14000 Ws^{1/2}/(m^2K)$;

-din amestec: $b_f = 1500 Ws^{1/2}/(m^2K)$;

-din fontă: $a_f = 2,7 \cdot 10^{-6} m^2/s$;

-din amestec $a_f = 7 \cdot 10^{-7} m^2/s$.

Se vor trage concluzii referitoare la :

-compararea câmpului de temperatură obținut pe cale experimentală cu cel obținut prin calcul ;

-compararea câmpurilor de temperatură în cazul celor două forme de turnare ;

-influența temperaturii de turnare asupra câmpului de temperatură.

Aplicație. Să se calculeze temperatura în peretele formei metalice (fontă) și peretele formei din amestec după 60 s la distanțele : $X = 5, 10, 15, 20, 25, 30$ mm știind că se toarnă un aliaj de aluminiu la 1000K.

Se va trasa grafic corelația : $T = f(X)$ la 60 s pentru cele două tipuri de forme.

1.8. STUDIUL PROCESULUI DE SOLIDIFICARE CU AJUTORUL MODELULUI FIZIC

1. Considerații teoretice

Modelul fizic se poate folosi pentru studierea procesului de solidificare a pieselor turnate simple (lingouri, piese cilindrice, piese cu plane de simetrie etc). Cu acest model se pot determina parametrii procesului de solidificare (viteza de solidificare și durata de solidificare) precum și modul de formare a retasurii.

Folosirea studiului pe model a procesului de solidificare, prezintă avantajul unei metode simple de determinare a parametrilor de solidificare și anulează dificultățile create de studiul procesului pe un caz real.

De exemplu, pentru a urmări solidificarea unui lingou se poate construi un model la o scară convenabilă, înlocuind oțelul cu un material ușor fuzibil (parafina).

Pentru studierea pe model a procesului de solidificare se utilizează teoria similitudinii, la baza căreia stau trei teoreme formulate astfel:

-procesele fizice sunt similare atunci când sunt calitativ aceleași, adică sunt reprezentate de aceeași formulare matematică, iar criteriile determinate corespunzător sunt numeric egale;

-expresiile matematice care reprezintă procesele fizice, să poată fi scrise sub formă de relații funcționale între criterii de similitudine;

-la procese fizice asemănătoare, criteriile respective de similitudine să fie numeric egale.

Pentru realizarea modelului fizic și stabilirea condițiilor de experimentare trebuie determinate mai întâi criteriile principale de asemănare din natură și de pe model.

a. Criteriul de similitudine geometrică (m_x)

$$m_x = \frac{\tilde{X}^M}{\tilde{X}^N}, \quad (1.59)$$

în care \tilde{X}^M este dimensiunea caracteristică a modelului; \tilde{X}^N -dimensiunea reală (din natură).

b. Criteriul de similitudine pentru timp (m_t)

Se determină din condiția:

$$F_0^M = F_0^N, \text{ unde } F_0 = \frac{a \cdot t}{\tilde{X}^2}, \text{ (criteriul Fourier),} \quad (1.60)$$

$$m_t = \frac{t^M}{t^N} = \frac{a^N \cdot (\tilde{X}^2)^M}{a^M \cdot (X^2)^N} = m_x^2 \frac{a^N}{a^M}, \quad (1.61)$$

$$\text{în care } a = \frac{\lambda}{c \cdot \rho}. \quad (1.62)$$

c. Criteriul de similitudine pentru temperatură (m_T)

Se determină din condiția:

$$\theta^M = \theta^N, \text{ în care } \theta = \frac{T - T_{\min}}{T_{\max} - T_{\min}}, \quad (1.63)$$

$$m_T = \frac{T_{\max}^M - T_{\min}^M}{T_{\max}^N - T_{\min}^N} = \frac{L^M \cdot c^N}{L^N \cdot c^M} \quad (1.64)$$

d. Criteriul de similitudine a fluxului termic (m_q)

$$m_q = \frac{q^M}{q^N} = \frac{m_T}{m_x} \cdot \frac{\lambda^M}{\lambda^N} \quad (1.65)$$

e. Criteriul de alegere a materialului de modelare:

Se aleg materiale care au unele caracteristici apropiate cu caracteristicile aliajului real.

2. Metode de determinare

Metode experimentale directe (măsurarea câmpului de temperatură, scurgerea restului de aliaj lichid la diferite intervale de timp).

Metode experimentale indirecte de:

- modelare fizică, folosind substanțe cu temperatură joasă de topire;
- modelare electrică;
- modelare hidraulică.

Studiul procesului de solidificare a unei piese cilindrice din oțel se realizează cu ajutorul modelului fizic prezentat în Figura nr. 1.24.

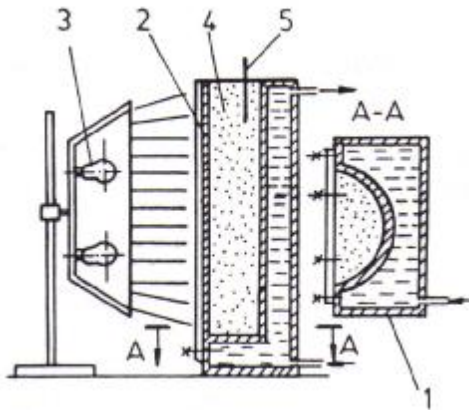


Figura nr.1.24. Model fizic pentru studiul procesului de solidificare a unui cilindru: 1-formă din tablă de oțel răcită cu apă; 2-placă din material transparent; 3-sursă de încălzire; 4-parafină; 5-termometru.

Deoarece piesa cilindrică are planuri de simetrie, modelul se poate confecționa numai parțial, planul de secționare fiind un plan de simetrie.

Modelul piesei cilindrice se execută cu pereți dubli din tablă de oțel pentru a putea fi răcit cu apă.

Perețele transparent se realizează din plexiglas și se menține mereu cald cu ajutorul unor surse de căldură (becuri cu filament).

Ca material de modelare se folosește parafina, deoarece are coeficient de contracție apropiat de cel al oțelului (3-5% față de 2-5% la oțel).

3. Modul de lucru

Parafină topită la 57°C și supraîncălzită la 75-80°C se toarnă în forma (1) al cărei perete (2) a fost încălzit la temperatura de 60°C cu ajutorul sursei (3).

Imediat după turnare se dă drumul la apa de răcire care circulă de jos în sus prin pereții dubli ai formei, (1).

Pentru a putea urmări înaintarea frontului de solidificare în timp, pe perețele transparent al modelului se fixează scări milimetrice plasate pe axa longitudinală și perpendicular pe aceasta la 3 nivele.

Pentru a putea urmări avansarea frontului de solidificare de la perete spre interior, placa transparentă (2) trebuie menținută permanent la o temperatură de 58-60°C, pentru a-i asigura transparența.

Cu ajutorul termometrului (5) se măsoară temperatura parafinei în funcție de timp, din 5 în 5 minute. În aceleași intervale de timp se măsoară și grosimea stratului solidificat cu ajutorul scărilor milimetrice de pe placa transparentă.

Se calculează criteriile de similitudine a, b, c, d cu ajutorul relațiilor (1.59), (1.61), (1.64) și respectiv (1.65).

Studiul procesului de solidificare pe model se face pentru o piesă cilindrică din oțel cu dimensiunile $\Phi 360 \times 1000$, folosind datele rezultate din măsurători, pe cele din tabelul de la aplicații și dimensiunile rezultate din Figura nr. 1.24.

Rezultatele experimentale se vor înregistra în tabelul de mai jos:

Timpul t , în s	Grosimea stratului solidificat, X , în mm	Temp.de turnare a parafinei, T_t , în °C	Temp. parafinei la mom. t în °C	Viteza de înaintare a frontului de solidificare, v_s , în mm/s	Durata de solidificare t^M , în s

Pentru piesa cilindrică parametrii procesului de solidificare se determină cu relațiile:

$$t^N = \frac{t^M}{m_t} \quad (1.66)$$

în care m_t se calculează cu relația (1.61).

-viteza de solidificare la momentul t :

$$V = \frac{X^N}{t^N} \quad (1.67)$$

Se vor trasa diagramele de variație a grosimii stratului solidificat $X=f(t)$, a temperaturii $\theta=f(t)$ și a vitezei de solidificare $v_s=f(t)$, pentru model și pentru piesa reală.

Se vor trage concluzii referitoare la variația parametrilor procesului de solidificare și la mecanismul de formare a retaturii precum și forma și poziția acesteia.

Aplicație. Să se stabilească durata de solidificare și viteza medie de solidificare a unei piese cilindrice turnate din oțel folosind metoda de modelare fizică cu parafină. Se cunosc:

- diametrul piesei este de 100 mm și lungimea de 300 mm;
- proprietățile termofizice ale oțelului și parafinei (vezi tabelul de mai sus);
- temperatura de turnare a oțelului este 1.560°C ;
- piesa se toarnă într-o formă crudă ale cărei proprietăți termofizice se cunosc;
- pentru modelare s-a ales un cilindru cu diametrul de 60 mm și lungimea de 180 mm;
- timpul de solidificare a modelului din parafină $t^M=97$ min.

Proprietățile termofizice ale oțelului și parafinei sunt:

Materialul	$T_K,$ $^{\circ}\text{C}$	$\lambda,$ W/mK	ρ kg/m^3	$c,$ J/kgK	$a,$ m^2/s	$L,$ J/kg	Coefficientul de contractie
Oțel	1450-1500	33	7200	753	$6,11 \cdot 10^{-7}$	272.000	2-5
parafină	57	0,244	900	3230	$0,84 \cdot 10^{-7}$	150.000	3-5

Să se determine de asemenea temperatura de turnare a parafinei.

1.9. INFLUENȚA CONFIGURAȚIEI FORMEI ASUPRA IZOTERMELOR DE SOLIDIFICARE

1. Considerații teoretice

Procesul de solidificare este influențat în mare măsură de capacitatea de acumulare a căldurii de către formă și de configurația acesteia. Pentru a determina cantitatea de căldură transmisă de către aliaj formei (Q_f) se admit următoarele ipoteze simplificatoare:

- întreaga cantitate de căldură se transmite numai prin conducție;
- temperatura de contact T_c de la interfața metal-formă rămâne constantă în timpul solidificării;
- proprietățile termofizice ale aliajului și formei rămân constante în timp.

$$Q_f = \frac{2}{\sqrt{\pi}} b_f (T_c - T_0) \sqrt{t}, \quad (1.68)$$

în care: b_f este coeficientul de acumulare a căldurii de către formă; T_0 -temperatura inițială a formei; t -timpul.

Dacă se consideră o distribuție parabolică a temperaturii, cantitatea de căldură acumulată de către formă este proporțională cu suprafața de sub parabola de gradul n , Figura nr. 1.25:

$$T_f - T_0 = (T_c - T_0) \left(1 - \frac{X}{X_1}\right)^n \quad (1.69)$$

în care: T_f este temperatura formei la distanța X de interfață; X_1 -adâncimea de pătrundere a căldurii în formă.

Din proprietățile parabolei rezultă că suprafața de sub curbă, S_1 , este egală cu $1/(n+1)$ din suprafața dreptunghiului care cuprinde parabola:

$$S_1 = \frac{S + S_1}{n + 1}, \quad (1.70)$$

$$\text{de unde, gradul parabolei va fi: } n = \frac{S}{S_1}. \quad (1.71)$$

Suprafețele S și S_1 se determină experimental.

Pentru încălzirea volumului V_x din formă de la T_0 la T_c este necesară o cantitate de căldură Q_x .

$$Q_x = V_x \cdot \rho_{\text{formă}} \cdot c_{\text{formă}} \cdot (T_c - T_0) \quad (1.72)$$

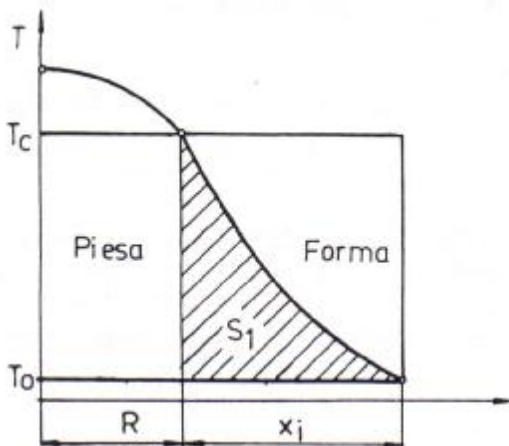


Figura nr.1.25. Câmpul de temperatură în piesă și în forma de turnare.

În cazul unei distribuții parabolice a temperaturii;

$$Q_x = \frac{1}{n + 1} V_x \cdot \rho_{\text{formă}} \cdot c_{\text{formă}} \cdot (T_c - T_0) \quad (1.73)$$

Pentru o piesă de tip placă semilimitată, dacă se notează cu F suprafața de contact piesă-formă, cantitatea de căldură acumulată de formă se determină cu relația:

$$Q_f = \frac{1}{n + 1} \cdot F \cdot x_f \cdot \rho_f \cdot c_f \cdot (T_c - T_0) \quad (1.74)$$

Cantitatea de căldură acumulată în timp de formă se poate determina calculând adâncimea de încălzire din ecuația care exprimă egalitatea dintre cantitatea de căldură transmisă de aliaj și cea acumulată de formă:

$$n \cdot \lambda_f \cdot \frac{T_c - T_0}{x_j} \cdot F \cdot dt = \frac{1}{n+1} \cdot F \cdot \rho_f \cdot c_f \cdot (T_c - T_0) dx_i \quad (1.75)$$

$$\text{de unde } x_i = \sqrt{2n(n+1)a_f t} \quad (1.76)$$

în care a_f este coeficientul de difuzivitate termică.

$$\text{Deci: } Q_f = \sqrt{\frac{2n}{n+1}} F b_f (T_c - T_0) \sqrt{t} \quad (1.77)$$

O metodă de stabilire a configurației nodurilor termice constă în trasarea izotermelor (izosolidus). La piesele complexe turnate se are în vedere că la colțurile interioare sau exterioare condițiile de cedare a căldurii spre perețele formei nu sunt aceleași ca în cazul pereților plani.

În Figura nr. 1.26 se prezintă izotermele în peretele piesei și în peretele formei în cazul muchiilor exterioare (a,b,c,d) și al muchiilor interioare (e,f,g,h).

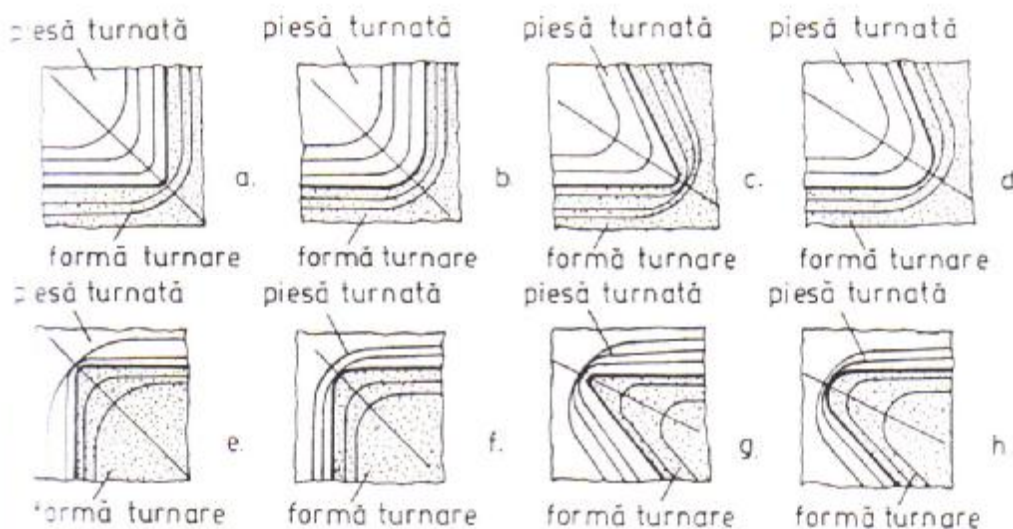


Figura nr.1.26. Efectul termic al muchiilor exterioare și al muchiilor interioare

La muchii exterioare izotermele câmpului de temperatură în piesă sunt mai îndepărtate, pe când în peretele formei sunt mai apropiate deoarece răcirea aliajului în zona colțului este

mai intensă.

La muchii interioare distanța dintre izotermele câmpului în peretele piesei este mai mică, viteza de răcire fiind redusă, în schimb izotermele din formă sunt mai îndepărtate.

2. Metoda de determinare

Pentru a studia influența configurației formei asupra izotermelor de solidificare se utilizează miezul și forma prezentată în Figura nr. 1.27.

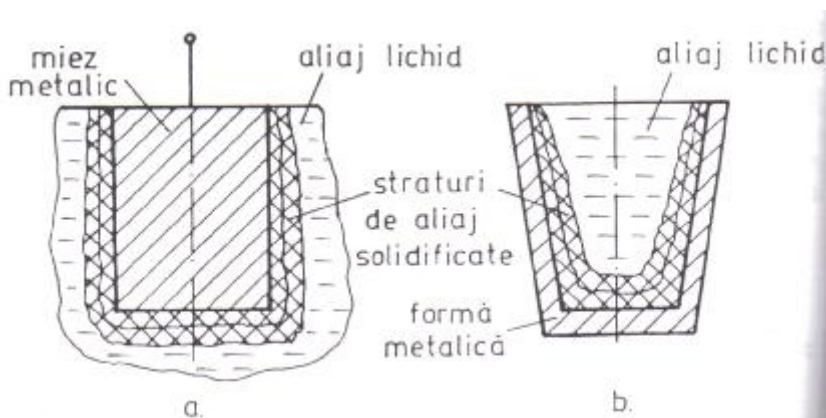


Figura nr.1.27. Miezul (a) și forma (b) metalice folosite pentru determinarea izotermelor de solidificare.

Metoda constă în realizarea unor straturi de grosimi diferite de aliaj solidificat prin metoda scurgerii de aliaj lichid. Configurația geometrică a acestor straturi reprezintă izotermele de solidificare.

3.Modul de lucru

Pentru a studia influența muchiilor interioare asupra configurației izotermelor de solidificare se scufundă miezul metalic într-o topitură de aliaj în care se menține 5 s. Operația se repetă de cinci ori, de fiecare dată introducând miezul mai puțin în aliaj, în așa fel încât să se obțină șase straturi distincte de aliaj solidificat.

În scopul studierii influenței muchiilor exterioare asupra izotermelor de solidificare se folosește instalația prezentată în Figura nr. 1.28.

În cavitatea formei metalice (1) se toarnă aliaj care se menține timp de cinci secunde după care, restul de aliaj nesolidificat se îndepărtează prin bascularea ansamblului cu ajutorul mânerului (3). Operația se repetă de încă cinci ori menținând temperatura de turnare constantă la timpi din ce în ce mai mari (10, 15, 20, 25 și 30 s), obținând șase cruste de aliaj cu grosimi diferite.

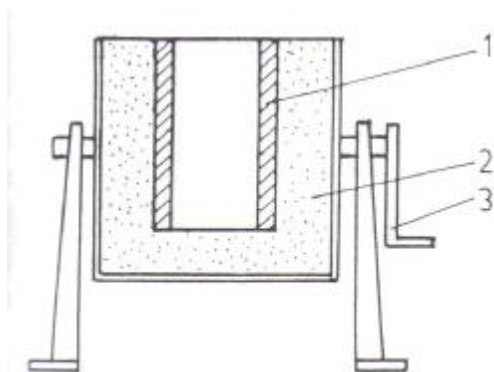


Figura nr.1.28. Modul de fixare a forme metalice: 1-forma metalică; 2-formă din amestec; 3-mâner pentru basculare.

Cu ajutorul unui șubler se măsoară grosimile fiecărui strat în opt puncte: la colțuri (c) și la jumătatea fiecărei laturi (L).

Datele obținute experimental se vor trece în următorul tabel:

Tipul muchiilor analizate	Nr. strat	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	L ₁	L ₂	L ₃	L ₄
Muchii interioare (miez metalic)	1								
	2								
	3								
	4								
	5								
	6								
Muchii exterioare (formă metalică)	1								
	2								
	3								
	4								
	5								
	6								

Se desenează în secțiune transversală la scara 1:1 conturul miezului și conturul interior al forme și se fixează punctele corespunzătoare grosimilor măsurate, pe direcțiile diagonale și perpendiculare pe mijlocul laturilor. Se unesc punctele corespunzătoare fiecărui strat obținând astfel izotermele de solidificare.

Se vor trage concluzii privind influența în timp a configurației forme asupra izotermelor de solidificare, arătând importanța practică a rezultatelor obținute.

Aplicație. Să se determine cantitatea de căldură cedată de aliaj forme de turnare, știind că se toarnă o piesă cu dimensiunile $\Phi 300 \times 500$ mm, după 10, 20, 40, 60, 100 s de la turnare. Piesa se toarnă din oțel carbon la temperatura 1830K într-o formă din amestec de formare cu $b_f = 1650 \text{ W s}^{1/2} / \text{m}^2 \text{K}$, iar temperatura de contact $T_c = 1625 \text{ K}$.

1.10. STUDIUL (CU AJUTORUL MODELULUI FIZIC) VARIAȚIEI VITEZEI DE UMLERE A CAVITĂȚII FORMEI ÎN FUNCȚIE DE CONFIGURAȚIA CANALULUI DE ALIMENTARE, LA TURNAREA INDIRECTĂ

1. Considerații teoretice

Umplerea formei cu aliaj lichid se face prin intermediul unei rețele de turnare, care reprezintă un ansamblu de canale orizontale și verticale.

Rețeaua de turnare are următoarele trei roluri principale:

- să asigure umplerea rapidă, dar liniștită a cavității formei, fără formare de stropi, vârtejuri și fără distrugerea pereților formei sub acțiunea jetului de aliaj lichid;
- să rețină zgura și alte incluziuni nemetalice și să nu permită absorbția aerului în jetul de aliaj lichid;
- să asigure o repartizare corectă a temperaturii în aliajul din cavitatea formei în vederea realizării unei solidificări dirijate.

După oxidabilitatea aliajelor care se toarnă, rețelele se împart în două categorii:

-rețele convergente, folosite la turnarea aliajelor cu oxidabilitate redusă cum ar fi fontele, oțelurile, alamele (cu excepția alamelor cu siliciu și aluminiu) și a bronzurilor (cu excepția bronzurilor cu siliciu, aluminiu, beriliu și mangan). Notând cu S_p , S_c și S_a ariile secțiunii piciorului (la bază) a colectorului și alimentatorului, se poate scrie:

$$S_p > S_c > S_a. \quad (1.79)$$

-rețele divergente, folosite la turnarea aliajelor oxidabilitate ridicată, cum sunt aliajele grele: bronzurile și alamele care conțin ca elemente de aliere Si, Al, Be, Mn și aliajele ușoare pe bază de aluminiu și magneziu. În cazul acestor rețele se poate scrie:

$$S_p < S_c \leq S_a. \quad (1.80)$$

Calculul rețelilor de turnare constă în determinarea secțiunii minime a rețelei (secțiunea alimentatorului la rețelele convergente și secțiunea piciorului la bază la rețelele divergente) și se face astfel încât să se asigure un timp optim de umplere a formei.

Timpul optim de umplere a formei este determinat de un debit optim al aliajului lichid în alimentatoare, iar acest debit depinde de viteza jetului la ieșirea din alimentator și de secțiunea acestuia.

Forma secțiunii transversale a alimentatorului are de asemenea o influență importantă asupra debitului. Astfel cu cât această secțiune este mai apropiată de un cerc, cu atât debitul va fi mai mare (la aceeași suprafață a secțiunii) deoarece pierderile de presiune sunt mai mici și gradul de utilizare a secțiunii alimentatorului este mai mare.

Pentru determinarea vitezei medii de umplere a cavității formei în cazul turnării indirecte se pornește de la legea continuității (Figura nr. 1.29):

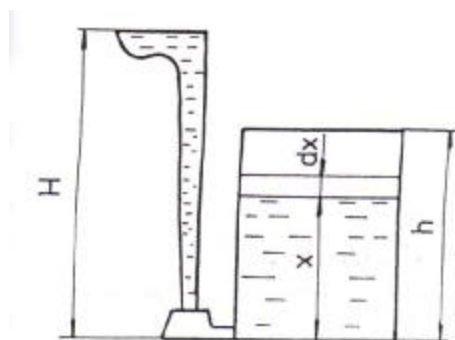


Figura nr. 1.29. Schema metodei de alimentare indirectă.

$$F dx = S_a v dt, \quad (1.81)$$

în care: F este secțiunea medie a piesei; x -înălțimea curentă de umplere; S_a -secțiunea alimentatorului; v -viteza jetului de aliaj la intrarea în cavitatea formei.

Dar:
$$v = \mu \sqrt{2g(H - x)}, \quad (1.82)$$

în care: μ este coeficientul de pierdere de viteză; g - accelerația gravitațională; H -înălțimea piciorului și a pâlniei de turnare.

Astfel, legea continuității devine:

$$Fdx = S_a \mu \sqrt{2g(H-x)} dt, \quad (1.83)$$

$$dt = \frac{F}{S_a} \cdot \frac{dx}{\mu \sqrt{2g(H-x)}}. \quad (1.84)$$

Prin integrare se obține timpul necesar pentru umplere:

$$t = \frac{F}{S_a} \frac{1}{\mu} \int_0^h \frac{dx}{\sqrt{2g(H-x)}}, \quad (1.85)$$

$$t = \frac{F}{S_a} \frac{1}{\mu g} \left(\sqrt{2g(H-h)} \right) - \sqrt{2gH}. \quad (1.86)$$

Având în vedere că viteza medie se poate determina cu relația:

$$v_m = \frac{F}{S_a} \frac{h}{t}, \quad (1.87)$$

se ajunge în final la expresia:

$$v_m = \frac{\mu \sqrt{2g(H-h)} + \mu \sqrt{2gH}}{2}. \quad (1.88)$$

2. Metoda de determinare

Pentru studiu se utilizează un model (Figura nr.1.30) realizat din plexiglas, care are marcate pe generatoare diferite nivele cuprinse între 0 și 32 dm³, o rețea de turnare demontabilă și trei alimentatoare cu următoarele caracteristici:

- secțiune rotundă, $S_a = 4,9 \text{ cm}^2$;
- secțiune dreptunghiulară, $S_a = 4,9 \text{ cm}^2$;
- secțiune trapezoidală, $S_a = 4,9 \text{ cm}^2$.

Ca lichid de modelare se utilizează apa.

3. Modul de lucru

Pentru efectuarea determinărilor se montează pe rând cele trei alimentatoare, utilizând pentru aceasta garnituri de cauciuc, la partea inferioară a modelului.

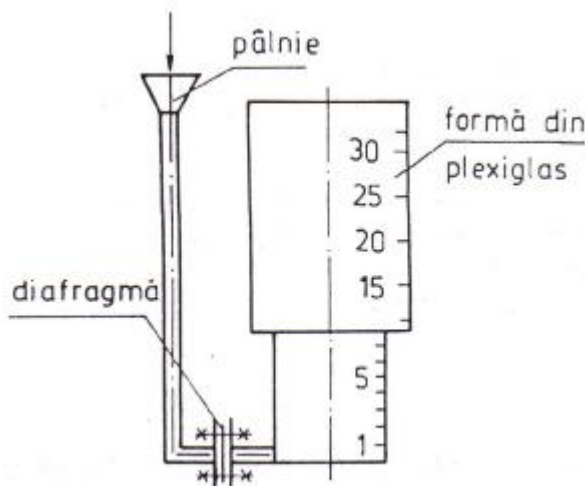


Figura nr.1.30. Modelul utilizat pentru experimentări

În continuare, se introduce apa în rețeaua de turnare, astfel încât nivelul din pâlnia de turnare să rămână constant. Se cronometrează timpul de umplere a modelului de la o diviziune la alta pentru fiecare tip de alimentare.

Datele obținute se trec în tabelul următor :

Diviziuni	Timpul de umplere, pentru secțiunea alimentatorului		
	rotundă	dreptunghiulară	Trapezoidală
1			
2			
.			
.			
32			

Pentru fiecare tip de alimentator se trasează grafic corelația dintre viteza de umplere și timpul de alimentare.

Se va analiza care tip de secțiune asigură o umplere mai rapidă a formei, explicându-se cauza variației vitezei de umplere în funcție de configurația alimentatorului.

Aplicații

a. Să se calculeze coeficientul de pierdere de viteză pentru cele trei tipuri de alimentatoare folosite în lucrare ;

b. Să se determine diametrul piciorului de turnare al rețelei la turnarea unei piese din oțel de 600 kg prin alimentare indirectă, cunoscând :

-timpul optim de umplere a cavității formei, $t_0=30$ s ;

-coeficientul de pierdere de viteză $\mu=0,8$;

-densitatea oțelului lichid $\rho_0=7 \cdot 10^3$ kg/m³ ;

-înălțimea piesei, $h=0,6$ m;

- $S_p:S_a=1,5$.

1.11. MODELAREA FIZICĂ A DISTRIBUȚIEI ALIAJULUI LICHID ÎN ALIMENTATOARELE REȚELEI DE TURNARE

1. Considerații teoretice

La determinarea condițiilor optime de turnare, o problemă de bază o constituie distribuția uniformă a aliajului lichid în alimentatoarele rețelei de turnare. Această problemă se justifică mai ales în cazul folosirii unor rețele de turnare cu multe alimentatoare, la piesele cu gabarit mare și cu grosime de perete relativ mică.

Neglijarea acestui lucru duce la apariția unor defecte de turnare cum ar fi: margini dure, deformări, pori de gaze, cruste, incluziuni etc.

Repartizarea corectă a debitelor în alimentatoare depinde de presiunea statică din dreptul fiecărui alimentator. Deci, echilibrarea debitelor se realizează numai atunci când presiunea imediat în amonte și imediat în avalul fiecărui alimentator este aceeași.

Pentru studiu se aplică teorema lui Bernoulli între secțiunea canalului imediat în amonte primului alimentator (presiunea P și viteza medie v_c) și secțiunea canalului imediat în avalul ultimului alimentator (presiune P_2 și viteza medie nulă).

$$\text{Deci: } \frac{P_1}{\gamma} + \frac{v_c}{2g} = \frac{P_2}{\gamma} + \Delta H, \quad (1.89)$$

$$\text{în care: } \Delta H = \xi \frac{v_c^2}{2g}, \quad (1.90)$$

în care ξ reprezintă coeficientul de pierdere a presiunii datorită frecării de-a lungul canalului colector și a lărgirii jetului de lichid în dreptul fiecărui alimentator.

Înlocuind relația (1.90) în relația (1.89) se obține:

$$\frac{P_1}{\gamma} + \frac{v_c^2}{2g} = \frac{P_2}{\gamma} + \xi \frac{v_c^2}{2g} \quad (1.91)$$

$$\text{sau: } \frac{P_1 - P_2}{\gamma} = \frac{v_c^2}{2g} (\xi - 1), \quad (1.92)$$

$$\text{Pe de altă parte, se poate scrie: } H - \Delta H_c = \frac{v_a^2}{2g}, \quad (1.93)$$

În care H este presiunea în amonte canalului colector; ΔH_c – pierderea de presiune totală a canalului colector; v_a – viteza medie pentru toate alimentatoarele.

$$\text{Deoarece: } \Delta H = \xi \frac{v_c^2}{2g}, \quad (1.94)$$

Rezultă conform legii continuității:

$$v_a = v_c \frac{S_c}{S_a}, \quad (1.95) \quad \text{în care: } \xi_c \text{ este coeficientul total}$$

de pierdere a presiunii în canalul colector; S_c - aria secțiunii canalului colector; S_a – aria secțiunii alimentatoarelor.

Înlocuind relațiile (1.94) și (1.95) în relația (1.93) se obține:

$$H = \frac{v_c^2}{2g} \left[\left(\frac{S_c}{S_a} \right)^2 + \xi_c \right] \quad (1.96)$$

Eliminând raportul $\frac{v_c^2}{2g}$ între relațiile (1.96) și (1.92) se obține:

$$\frac{P_1 - P_2}{\gamma} = H \frac{\xi - 1}{\xi_c + \left(\frac{S_c}{S_a} \right)^2}. \quad (1.97)$$

În expresia (1.97) $P_1 = P_2$ dacă partea din dreapta egalității tinde către zero.

Deci, în concluzie, uniformitatea debitelor va fi cu atât mai mare cu cât:
-presiunea va fi mai scăzută;

- coeficientul ξ va fi mai apropiat de 1;
- coeficientul ξ_c va fi mai ridicat;
- raportul $\frac{S_c}{S_a}$ va fi mai mare.

2. Metoda de determinare

Pentru cercetarea distribuției aliajului lichid în alimentatoarele rețelei de turnare se poate folosi metoda de modelare fizică, care are la bază teoria similitudinii. Se utilizează o rețea de turnare cu cinci alimentatoare transparente, din plexiglas, cu pereți netezi, având avantajul că permite observarea directă a proceselor de curgere care au loc. Ca lichid de modelare se folosește apa.

În Figura nr. 1.31 este prezentată rețeaua de turnare din plexiglas utilizată pentru determinări.

Secțiunile canalelor rețelei de turnare au următoarele valori:

$$S_p = 306 \text{ mm}^2; S_c = 306 \text{ mm}^2; S_a = 5 \times 102 \text{ mm}^2$$

Gradul de convergență sau de divergență al sistemului se poate regla cu ajutorul unor dopuri din cauciuc, cu care se obturează diferite canale de evacuare (alimentatoare). Tot cu ajutorul acestora se poate varia distanța dintre alimentatoare, sau distanța dintre alimentatoare și piciorul pâlniei de turnare. Astfel se pot studia următoarele sisteme:

- $S_p : S_c : S_a = 3 : 3 : 1$ (un alimentator);
- $S_p : S_c : S_a = 1,5 : 1,5 : 1$ (două alimentatoare);
- $S_p : S_c : S_a = 1 : 1 : 1$ (trei alimentatoare);
- $S_p : S_c : S_a = 1 : 1 : 1,34$ (patru alimentatoare);
- $S_p : S_c : S_a = 1 : 1 : 1,7$ (cinci alimentatoare).

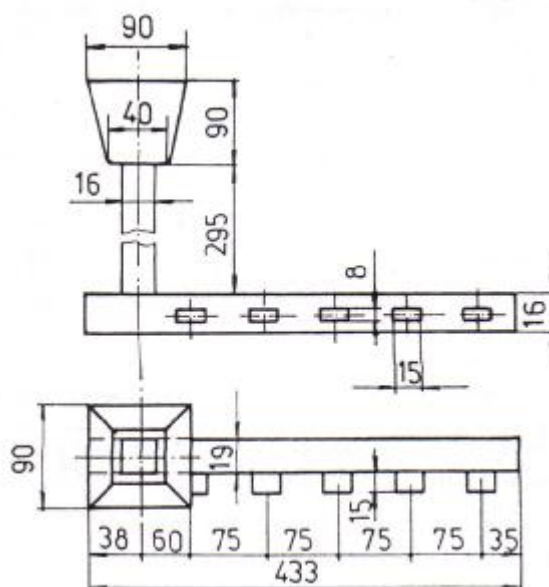


Figura nr.1.31. Modelul din plexiglas utilizat la studiul repartiției debitelor în alimentatoare

3. Modul de lucru

Cu ajutorul dopurilor de cauciuc se astupă câte patru alimentatoare, astfel încât alimentatorul activ să ocupe pe rând toate cele cinci poziții. Pentru fiecare poziție a alimentatorului se introduce apă în rețea (menținând nivelul din pâlnie constant) și se determină debitul prin măsurarea volumului de apă scurs în unitatea de timp.

Se află debitul fiecărui alimentator la funcționarea următoarelor perechi: 1,2; 1,3; 1,4; 1,5.

Se determină debitele alimentatoarelor:

1+2+3; 1+2+3+4; 1+2+3+4+5.

Datele obținute experimental se trec în următorul tabel:

Alimentatoarele care funcționează	Debitul, Q, cm ³ /s	
1		
2		
3		
4		
5		
1-2	Q ₁ =	Q ₂ =
1-3	Q ₁ =	Q ₃ =
1-4	Q ₁ =	Q ₄ =
1-5	Q ₁ =	Q ₅ =
1+2+3		
1+2+3+4		
1+2+3+4+5		

Se calculează mai întâi gradul de neuniformitate a debitelor (pentru perechile de alimentatoare 1,2; 1,3; 1,4; 1,5) cu ajutorul formulei:

$$N = \frac{Q_M - Q_m}{\frac{Q_t}{2}}, \quad (1.98)$$

în care Q_M este debitul maxim; Q_m – debitul minim; Q_t – debitul total.

Folosind datele din tabel și valorile obținute prin calcul se vor trasa următoarele grafice:

- variația debitului la îndepărtarea alimentatorului de piciorul de turnare;
- variația gradului de neuniformitate a debitelor la creșterea distanței dintre două alimentatoare;
- variația debitului cu numărul de alimentatoare.

Se vor arăta cauzele care determină variația mărimilor studiate.

Pe baza rezultatelor obținute se vor face câteva recomandări practice legate de construcția rețelei de turnare.

Aplicații.

a. Să se determine presiunea statică și dinamică a unui aliaj de aluminiu ($\rho = 2,7 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$) în piciorul de turnare, la o înălțime h de 0,4 m de la nivelul canalului colector, dacă înălțimea piciorului de turnare H este 0,9 m.

b. Să se determine gradul minim de convergență ($S_p : S_a$) al unei rețele de turnare, astfel încât canalul de alimentare să rămână plin în timpul umplerii cavității unei forme pe la partea superioară. Coeficientul de pierdere a vitezei pe porțiunea: baza piciorului de turnare – restul rețelei este egal cu 0,6.

1.12. MODELAREA FIZICĂ A PROCESULUI DE REȚINERE A INCLUZIUNILOR NEMETALICE ÎNTR-UN CANAL COLECTOR ZIMȚAT

1.Considerații teoretice

Incluziunile nemetale au de obicei greutatea specifică mai mică decât a aliajului lichid. Ca urmare, sunt supuse unei forțe ascensionale, F_a (forța arhimedică):

$$F_a = \frac{4\pi}{3} gr^3 (\rho_{al} - \rho_i) \quad (1.99)$$

în care: r este raza particulei, în m; ρ_{al} – densitatea aliajului lichid, în kg/m^3 ; ρ_i – densitatea incluziunilor, în kg/m^3 .

Sub acțiunea forței ascensionale, incluziunile nemetale tind să se ridice la suprafață. Datorită viscozității aliajului lichid, în mișcarea ascensională incluziunile întâmpină o rezistență, F_r , care în conformitate cu legea lui Stokes, este proporțională cu vâscozitatea aliajului lichid, η , cu viteza de deplasare, v și cu raza particulei, r :

$$F_r = 6\pi r v \eta \quad (1.100)$$

La o anumită valoare a vitezei de deplasare forța de rezistență ajunge să fie egală cu forța de ascensiune și ca urmare particula se va mișca în continuare cu o viteză constantă egală cu:

$$6\pi r v \eta = \frac{4\pi}{3} gr^3 (\rho_{al} - \rho_i) \quad (1.101)$$

$$v = \frac{2}{9} gr^2 \frac{\rho_{al} - \rho_i}{\eta} \quad (1.102)$$

Pentru modelarea procesului de curgere a aliajelor lichide prin rețeaua de turnare se au în vedere următoarele criterii de similitudine:

1. Criteriul Reynolds, care caracterizează aliajul lichid aflat în mișcare prin canale, unde acționează forțe de inerție și de frecare.

$$Re_r = Re_m \quad (1.103)$$

$$\text{sau: } \frac{d_r v_r}{\nu_r} = \frac{d_m v_m}{\nu_m} \quad (1.104)$$

în care: d_r este diametrul hidraulic real al canalului, în cm; v_r – viteza de curgere a aliajului în canalul luat în considerare, în m/s; ν_r – vâscozitatea cinematică a aliajului, în m^2/s ; d_m – diametrul hidraulic al canalului modelat, în m; v_m – viteza de curgere a lichidului de modelare, în m/s; ν_m – vâscozitatea cinematică a lichidului de modelare, în m^2/s .

2. Criteriul Froude, care caracterizează aliajul lichid aflat sub acțiunea forței de gravitație. În acest caz condiția de asemănare:

$$Fr_r = Fr_m \quad (1.105)$$

$$\text{se scrie: } \frac{v_r^2}{g_r l_r} = \frac{v_m^2}{g_m l_m}, \quad (1.106)$$

în care l este mărimea liniară caracteristică, iar g este accelerația gravitațională.

Dacă se ține seamă în același timp de forțele de frecare și de greutate, trebuie respectată condiția:

$$\frac{v_m}{v_r} = \left(\frac{l_m}{l_r} \right)^{\frac{3}{2}}, \quad (1.107)$$

Într-un jet puternic turbulent, rezistențele datorate vâscozității reprezintă câteva procente din rezistența totală, iar la numere Reynolds destul de mari, pierderile de presiune nu depind de viscozitate.

Se poate deci asigura o asemănare dinamică numai în condițiile unei asemănări geometrice și cinematice.

2. Metoda de determinare

Se folosește modelul prezentat în Figura nr. 1.32, realizat din plexiglas, care se compune dintr-o pâlnie de turnare, un picior, un canal orizontal de secțiune trapezoidală (care are la partea superioară patru zimți) și două canale de alimentare (evacuare) așezate înspre capătul canalului colector. Aceste canale se pot obtura mai mult sau mai puțin cu ajutorul unor dopuri, reglându-se în acest mod viteza de curgere prin colector.

În scopul determinării eficacității colectorului de zgură, în cazul turnării fontelor, este necesară găsirea unor înlocuitori pentru fontă și pentru impurități. În locul fontei se poate folosi apa, iar în locul impurităților, particule de plută.

Într-un curent turbulent, viteza v de ieșire la suprafața apei a particulelor de plută, care sunt mai ușoare decât apa, este proporțională cu rădăcina pătrată din raportul $(\rho_f - \rho_i)/\rho_f$:

$$v = e \left(\sqrt{\frac{\rho_f - \rho_i}{\rho_f}} \right), \quad (1.108)$$

în care ρ_f este densitatea fontei lichide; ρ_i – densitatea incluziunilor.

$$\text{Se poate defini mărimea: } e = \sqrt{\frac{\frac{\rho_a - \rho_p}{\rho_a}}{\frac{\rho_f - \rho_i}{\rho_f}}}, \quad (1.109)$$

în care ρ_a este densitatea apei, egală cu 10^3 kg/m^3 ; $\rho_p = 0,2 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$; $\rho_f = 6,9 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$; ρ_i – densitatea incluziunilor de zgură = $2,5 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$.

Cu aceste valori se obține pentru e valoarea 1,12.

Rezultă că ieșirea la suprafață a bucăților de plută se realizează mai ușor cu 12% decât ieșirea la suprafață a incluziunilor din zgură. Pe de altă parte, viteza maximă de ridicare a unei particule mai ușoare decât fluidul în care se află, $v_{\max} = e(\sqrt{r})$, în care r este raza particulei. Astfel, asemănarea se realizează când $r_i = 1,25 r_p$, în care r_i este raza incluziunilor de zgură, iar r_p raza particulelor de plută

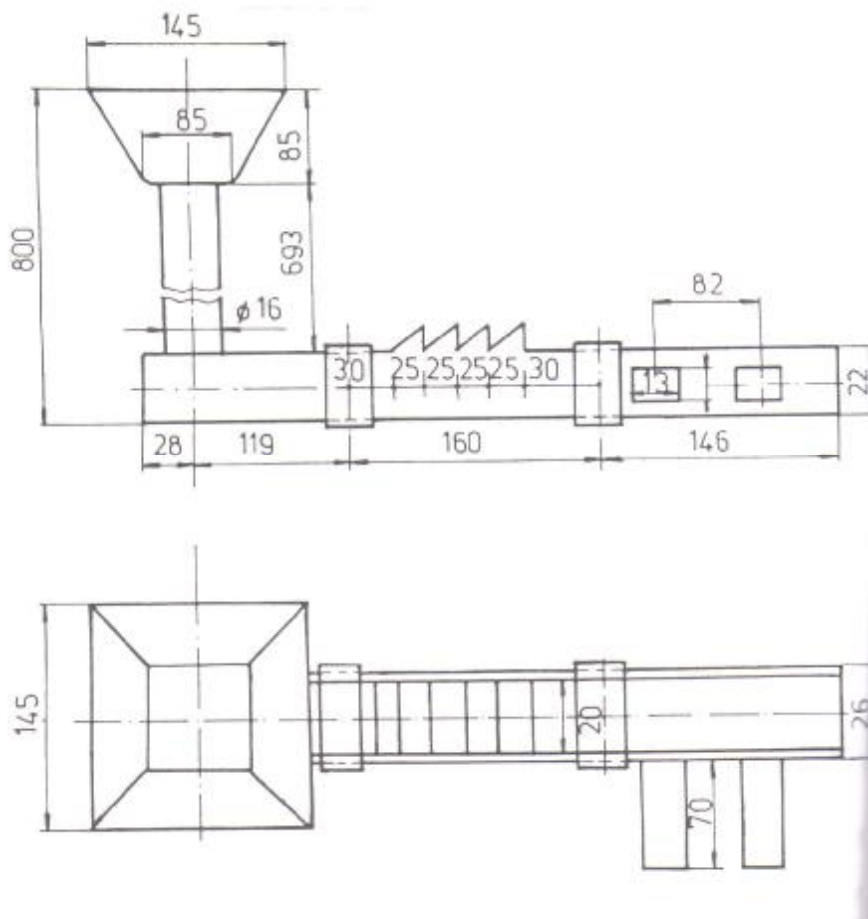


Figura nr.1.32. Modelul din plexiglas folosit la studiul reținerii zgurei într-un canal colector zimțat.

3. Modul de lucru

Se obțin prin tăiere câte 10 bucăți de plută cu diametrul de 2; 3 și 4 mm.

Se toarnă apă prin model, menținând nivelul lichidului din pâlnie constant, după care se introduc pe rând cele 10 bucăți de plută din fiecare dimensiune.

Pentru fiecare tip de particule se determină numărul bucăților reținute de fiecare zimț.

Experiențele se efectuează pentru două viteze de curgere a apei prin canalul colector. Cele două viteze se obțin prin obturarea diferită a alimentatoarelor cu ajutorul unor dopuri de cauciuc.

Stabilirea vitezei de curgere se face prin calcularea debitului de apă scursă prin cele două alimentatoare și prin aplicarea legii continuității.

Rezultatele obținute în urma determinărilor efectuate se trec în următorul tabel:

Viteza de curgere prin colector	Diametrul particulei	Numărul de particule reținute				
		I	II	III	IV	V
V ₁						
V ₂						

Pe baza datelor trecute în tabel se vor trasa următoarele grafice:

-numărul de particule reținute = f (numărul de ordine al zimților), pentru fiecare tip de particule;

-numărul total de particule, de fiecare tip, reținute = f(viteza apei din colector).

Se vor interpreta cauzele care determină variațiile ilustrate de cele două grafice și se va explica în ce mod rezultatele obținute în laborator se pot folosi în practică.

Aplicație. Să se determine lungimea colectorului de zgură pe porțiunea picior – primul alimentator (L), astfel încât să nu apară pericolul pătrunderii în cavitatea formei a zgurei, la turnarea unei piese din fontă. Se cunosc:

-înălțimea sistemului picior +pâlnie de turnare, $H=0,4$ m;

-înălțimea alimentatorului, $h=0,02$ m;

-densitatea fontei lichide, $\rho_f=7 \cdot 10^3$ kg/m³;

-densitatea zgurei, $\rho_z=2,4 \cdot 10^3$ kg/m³;

-vâscozitatea dinamică a fontei $\eta = 4 \cdot 10^3$ Ns/m²;

-raza particulelor de zgură, $r=3 \cdot 10^{-4}$ m;

-viteza aliajului în canalul colector este de două ori mai mică decât cea din piciorul de turnare.

CAPITOLUL 2.

2.1. COLECTAREA, PREGĂTIREA ȘI CÂNTĂRIREA MATERIALULUI DE ANALIZAT

1. Considerații teoretice

A. Colectarea materialului pentru analize

La studierea proprietăților nisipurilor și amestecurilor de formare este foarte important ca materialul supus analizelor de laborator să aibă o compoziție cât mai apropiată de compoziția medie a materialului de cercetat. Dacă nu se respectă acest principiu, rezultatele obținute la analize sunt diferite de cele reale și interpretarea lor poate duce la concluzii greșite și în final la apariția unor defecte în piesele turnate. Pentru a se pregăti corect proba medie este necesar ca materialul de studiat să fie colectat și apoi omogenizat cât mai bine.

Când nisipul se află în depozite acoperite, sub formă de grămezi descoperite, pierde umiditatea din stratul superficial din cauza căldurii, deci umiditatea nu este uniformă. De asemenea, pe suprafața grămezii se depune praf care modifică compoziția chimică și componenta levigabilă.

În general, colectarea materialului pentru analize constă în prelevarea de eșantioane din cel puțin zece locuri diferite ale grămezii sau vagonului, încât prin omogenizarea lor să se obțină o mostră care să fie cât mai reprezentativă pentru materialul de studiat.

Aparatura utilizată. Pentru colectarea materialului se folosește sonda, Figura nr. 2.1.

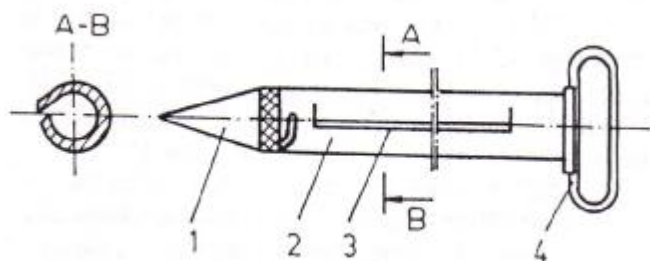


Figura nr. 2.1. Sondă: 1-vârf conic; 2-cilindru; 3-fantă longitudinală; 4-mâner.

Sonda se compune dintr-un vârf conic (1), montat în interiorul cilindrului (2), prevăzut pe generatoare cu o fantă (3). La celălalt capăt sonda este prevăzută cu mânerul (4). Lungimea totală a sondei este de 1260 mm, diametrul interior de 42 mm, masa de 4 kg iar capacitatea maximă de 2 kg.

Modul de lucru. În vederea colectării materialului se introduce sonda cu vârful conic până la baza grămezii sau vagonului, se răsucesce mânerul (4), spre stânga cu 180°, pentru ca materialul să intre prin fanta (3) și apoi se scoate. Materialul colectat în sondă este evacuat prin desfacerea vârfului conic și cernut printr-o sită cu ochiuri de 4 mm pentru a se îndepărta eventualele corpuri străine sau bulgării mari. Bulgării rămași pe sită se așază pe o placă de sticlă cu dimensiuni de 600 x 800 mm, se sfărâmă cu ajutorul unui cilindru de lemn iar materialul rezultat se cerne. Această recuperare a bulgărilor este necesară pentru a nu se modifica rezultatele.

Dacă nu se dispune de sondă, colectarea materialului pentru analize se poate face cu lopata, cu condiția ca aceasta să pătrundă pe o adâncime de 200 – 300 mm în grămada cu materialul de studiat.

B. Pregătirea materialului colectat.

În principiu, materialul colectat cu sonda poate fi studiat în laborator numai după o bună amestecare pentru omogenizare.

Aparatura utilizată. Pentru omogenizarea materialului colectat, se folosește un aparat numit malaxor de laborator a cărui schemă funcțională este dată în Figura nr. 2.2.

Malaxorul este alcătuit din pâlnia (1) prevăzută cu două brațe pentru umezirea materialului, cuva (2), rolele de sfărâmare (3), prevăzute cu lagărele mobile (4) și șuruburile (5) pentru reglarea distanței dintre role și placa de bază (6). Paletele (7) servesc pentru răzuirea materialului care aderă pe role. Antrenarea roților (3) se face cu ajutorul electromotorului (8), prevăzut cu întrerupătorul (9). Malaxorul este montat pe batiul (10), turnat din fontă. Paletele (11) și (12) antrenează materialul sub rolele (3) iar evacuarea materialului se face prin deschiderea clapei (13).

În timpul omogenizării materialului, cele două role (3) nu trebuie să calce pe placa (6) pentru a nu sfărâma granulele de nisip. Reglarea distanței dintre role și placa (6) se face prin intermediul șuruburilor (5) ale căror vârfuri se sprijină pe un suport ce face corp comun cu axul malaxorului. La punerea în funcțiune a malaxorului, când se face proba de mers în gol, rolele (3) nu trebuie să se rotească în jurul axului orizontal.

Când este necesară sfărâmarea anumitor materiale moi, pentru studii de laborator, se coboară rolele (3) astfel ca ele să calce direct pe placa de bază (6) și să macine astfel materialul.

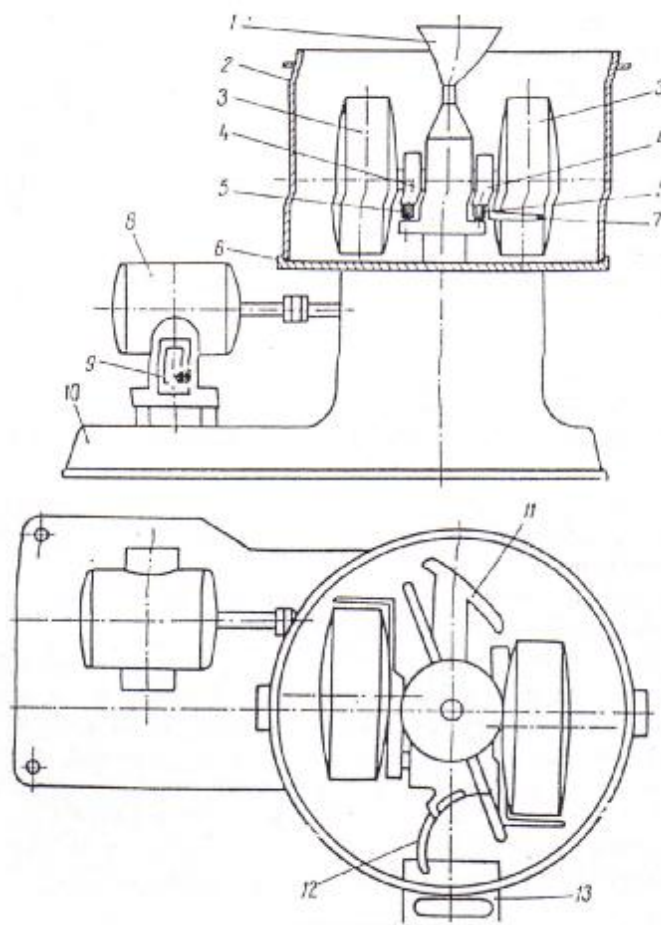


Figura nr. 2.2. Malaxor de laborator : 1-pâlnie; 2-cuvă; 3-role de sfărâmare ; 4-lagăr mobil ; 5-șurub pentru reglarea distanței ; 6-placă de bază ; 7-răzuitor ; 8-electromotor ; 9-întrerupător ; 10-batiu ; 11 și 12- palete de dirijare ; 13-clapetă de evacuare.

Malaxorul din dotarea laboratorului are următoarele caracteristici:

-capacitatea cuvei	20 dm ²
-greutatea șarjei	max 6 kg
-diametrul cuvei	500 mm
-înălțimea cuvei	240 mm
-diametrul rozelor	260 mm
-lățimea rozelor	70 mm
-viteza de rotație a malaxorului	40 rot / min
-tensiunea de alimentare	380V / 50Hz
-capacitatea bazinului de apă	0,3 dm ³
-masa malaxorului	170 kg

Malaxorul poate funcționa cu comandă manuală sau cu comandă automată.

2. Modul de lucru.

Materialul colectat cu sonda se cerne prin sita de 4 mm pentru a reține corpurile străine și grăunții mai mari apoi se introduce în malaxor, în câteva locuri, pentru a se repartiza mai bine.

Pentru funcționarea cu comandă manuală se pune comutatorul de pe pupitrul din dreapta, de pe poziția "W" pe poziția "R" și se apasă pe butonul de pornire (verde).

După ce a trecut timpul de omogenizare (cca. 10 minute), se oprește malaxorul apăsând pe butonul de oprire (roșu).

Pentru funcționarea cu comandă automată se pune comutatorul de pe poziția "W" pe poziția "A" apoi se fixează timpul de omogenizare pe cadranul releului temporizat aflat pe pupitrul din dreapta. Se apasă pe butonul de pornire (verde) și se pune în funcțiune malaxorul. După epuizarea timpului de omogenizare, funcționarea malaxorului se întrerupe automat datorită releului. Pentru a nu se produce accidente, malaxorul are o protecție suplimentară și anume: prin ridicarea capacului cu vizor în timpul mersului se întrerupe alimentarea electromotorului cu energie electrică și malaxorul se oprește.

Malaxorul trebuie curățat bine după fiecare operație de omogenizare, lucru foarte important atât pentru menținerea compoziției chimice a materialului care se omogenizează cât și pentru creșterii duratei de utilizare.

O serie întreagă de analize necesită cântărirea materialului fie pentru a cunoaște cantitatea inițială sau finală a materialului, fie pentru a cunoaște cantitatea necesară de material pentru a se confecționa epruvete, în vederea determinării rezistențelor mecanice.

Pentru cântărirea materialelor până la greutatea maximă de 500 g se folosește balanța rapidă de laborator care este prevăzută cu cutie de greutate.

Înainte de cântărire balanța se așază în poziție orizontală, cu ajutorul șuruburilor suport iar controlul orizontalității se face cu ajutorul nivelei cu bulă de aer. Dacă materialul are o masă de până la 10 g nu se folosesc greutăți, citirea făcându-se direct pe scala gradată a balanței. Pentru materiale cu greutate mai mare de 10 g se iau în considerare și greutățile adăugate. Pentru a nu se dereglă la așezarea greutăților, balanța se blochează.

2.2. DETERMINAREA UMIDITĂȚII NISIPURILOR ȘI A AMESTECURILOR DE FORMARE

1. Considerații teoretice

Umiditatea amestecurilor de formare reprezintă cantitatea de apă care se adaugă în materialele de formare (nisip, liant), într-o anumită proporție, în funcție de proprietățile ce urmează să le obținem.

Permeabilitatea amestecurilor de formare crește odată cu umiditatea până la o anumită valoare, atinge un maxim și apoi scade. Explicația constă în faptul că odată cu creșterea umidității, grăunții de nisip se învelesc cu o peliculă de apă, suprafața lor devine mai netedă, micșorându-se în acest fel frecarea gazelor de nisip și crescând astfel permeabilitatea. Permeabilitatea atinge un maxim care corespunde unei pelicule optime de apă, apoi scade ca urmare a umplerii spațiilor intergranulare cu excesul de umiditate.

Rezistența mecanică a amestecurilor de formare crește cu conținutul de apă, atinge un maxim și apoi scade, fapt explicat prin creșterea conținutului de argilă umectată care duce la mărirea legăturii dintre grăunți și liant. Când umiditatea depășește o anumită valoare, scade rezistența liantului și în consecință scade și rezistența mecanică.

Umiditatea exagerată a amestecului de formare crud duce la o serie de inconveniente care apar din cauza evaporării apei din amestecul de formare în contact cu aliajul lichid. Piesele turnate sunt necorespunzătoare datorită producerii suflurilor și din această cauză în practică umiditatea formelor crude se atabilește la o valoare mai mică decât cea care o dă permeabilitatea maximă.

Metodele utilizate pentru determinarea umidității se împart în metode directe și metode indirecte.

2. Metode de determinare

A. Metode directe pentru determinarea umidității

Determinarea umidității prin metoda uscării constă în principiu în cântărirea materialului înainte și după operația de uscare, evidențiindu-se astfel diferența de masă, care reprezintă apa pierdută prin evaporare. Calculul umidității se efectuează cu relația:

$$U = \frac{M_i - M_f}{M_i} \cdot 100, \quad (\%) \quad (2.1)$$

în care U este umiditatea, în %; M_i masa inițială a materialului, în grame; M_f masa finală a materialului, în grame.

Cântărirea materialului se face numai după răcirea sa, pentru că altfel masa apare mai mare cu 0,1 g din cauza dilatării aerului, ca urmare a căldurii radiate.

Determinarea umidității prin legarea chimică a apei se bazează pe reacția dintre carbid (CaC_2) și apa din nisip sau amestecul de formare. În urma reacției:



rezultă acetilenă a cărei presiune este direct proporțională cu umiditatea materialului, fiind măsurată cu un manometru gradat direct în procente de umiditate.

Metodele directe au dezavantajul că permit determinarea umidității numai după evacuarea amestecului din stațiile de preparare și deci nu permit corectarea conținutului de apă decât printr-o nouă operație de preparare.

B. Metode indirecte pentru determinarea umidității

Spre deosebire de metodele directe, metodele indirecte de determinare a umidității prezintă avantajul că permit controlul umidității și reglarea ei automată chiar în timpul preparării amestecului de formare, prin folosirea următoarelor tipuri de umidimetre:

Umidimetrele electrice se bazează pe variația proprietăților electrice ale amestecurilor de formare în funcție de conținutul de apă.

În turnătorii se folosesc frecvent următoarele tipuri de umidimetre electrice:

a. Umidimetrul galvanic bazat pe principiul pilelor, este prevăzut cu două bare metalice, una din cupru și alta din fier, care se introduc în amestecul de formare pe o adâncime de 35-60 mm. Forța electromotoare citită pe cadranul galvanometrului, este proporțională cu umiditatea amestecului de formare, care servește ca electrolit. Aparatul nu este prea răspândit din cauza preciziei scăzute.

b. Umidimetrul conductometric se bazează pe măsurarea conductibilității electrice a amestecurilor de formare cu o umiditate cuprinsă între 2 și 5%. Amestecul de formare uscat este un izolator puternic, însă

între limitele de umiditate susamintite, se constată o variație liniară a conductibilității în funcție de conținutul de apă, fapt ce s-a constatat și folosit în practică.

c. Umidimetrul bazat pe măsurarea proprietăților dielectrice ale amestecului de formare – măsoară diferența dintre proprietățile dielectrice ale apei și ale amestecurilor de formare.

Pentru determinarea umidității se introduce amestecul de formare între armăturile unui condensator și apoi se supune unui câmp electric alternativ.

Prin această metodă nu se măsoară decât apa legată mecanic, însă precizia este mai mare decât la metodele descrise anterior.

Umidimetrele electrofizice se bazează pe fenomenele nucleare ce se produc în amestecurile de formare aflate sub influența unei surse de radiații radioactive.

În turnătorie se aplică metoda bazată pe utilizarea fenomenului de frânare a neutronilor rapizi de către atomii hidrogenului conținuți în amestecul de formare.

C. Aparatură și materiale.

Pentru determinarea umidității prin metoda directă a uscării, se folosesc următoarele tipuri de aparate:

a. *Uscătorul cu raze infraroșii*, (Figura nr. 2.3) este prevăzut cu un bec care emite raze infraroșii, uscând materialul din talerul (4) în trei minute.

b. *Uscătorul cu curent de aer cald*, (Figura nr. 2.4) este prevăzut cu un ventilator (2) care suflă aer asupra rezistențelor (1). Aerul cald usucă amestecul de formare și iese din aparat prin talerul (3), prevăzut cu orificii fine prin care nu poate trece amestecul de formare.

c. *Uscătorul rapid cu radiații infraroșii tip Lap-3a* (Figura nr. 2.5)

Aparatul este prevăzut cu trei compartimente (1) pentru uscare, care se închid cu ușile (2). Funcționarea lămpilor cu radiații infraroșii este evidențiată de vizoarele (7) cu lumină roșie. Uscarea se poate produce concomitent în cele trei compartimente, sau separat prin acționarea întrerupătoarelor (5).

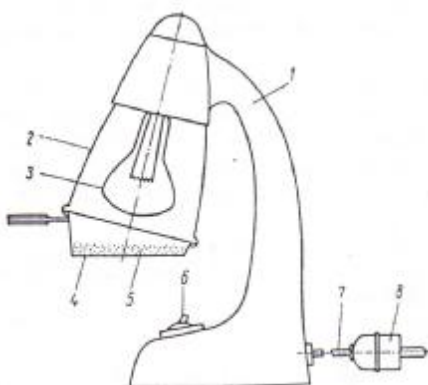


Figura nr. 2.3. Uscătorul cu raze infraroșii. 1-suport; 2-reflector; 3-bec; 4-taler; 5-nisip; 6-întrerupător; 7-cordon de alimentare; 8-fișă.

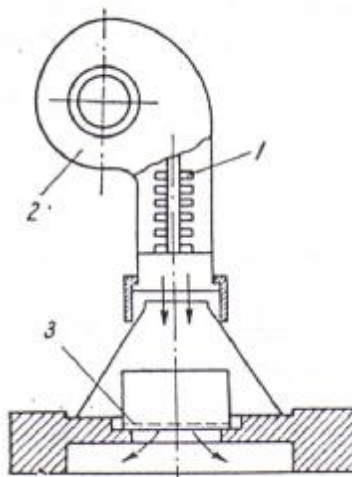


Figura nr. 2.4. Uscătorul cu curent de aer cald: 1-rezistență electrică; 2-ventilator; 3-taler cu orificii foarte fine.

Uscătorul poate funcționa cu comandă manuală sau automată prin utilizarea comutatorului (4).

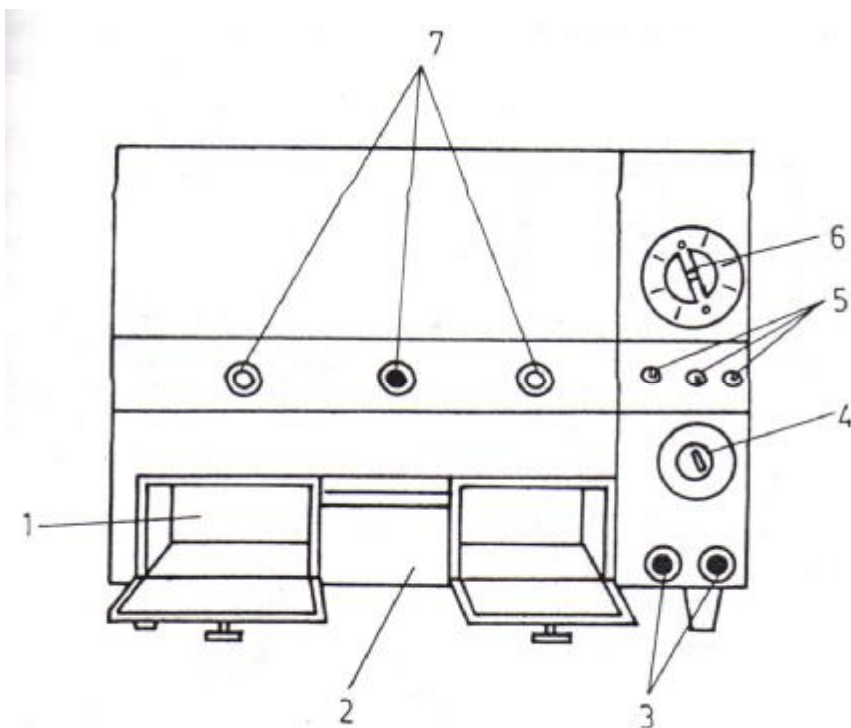


Figura nr.2.5. Uscător rapid pentru determinarea umidității tip Lap-3a: 1-compartiment pentru uscare; 2-uși; 3-siguranțe fuzibile; 4-comutator pentru comanda manuală sau automată; 5-întrerupătoare; 6-comutator de temporizare; 7-vizoare.

Pentru stabilirea duratei de uscare la funcționarea automată, se folosește releul temporizat (6). Uscătorul este alimentat la rețeaua de 220 V, realizează o temperatură de uscare de 105-110°C, absorbind o putere de circa 800W.

d. Aparat pentru determinarea rapidă a umidității tip Lw (Figura nr. 2.6)

Aparatul este prevăzut cu o cameră (4), închisă etanș de capacul (3), care este strâns de suportul rabatabil (2) și mânerul (1). În această cameră se introduce amestecul de formare, iar în capacul (3) se introduce carbid. După închiderea camerei se agită aparatul pentru a se amesteca materialul analizat cu carbidul.

Presiunea acetilenei rezultată în urma reacției se citește pe cadranul manometrului (7), gradat direct în unități de umiditate.

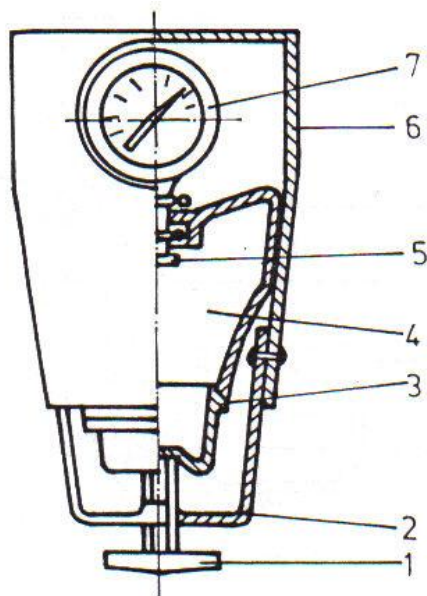


Figura nr. 2.6. Aparat tip Lw pentru determinarea rapidă a umidității prin legarea chimică a apei: 1-mâner; 2-suport rabatabil; 3-capac; 4-cameră de reacție; 5-filtru; 6-carcasă; 7-manometru.

Manometrul este capsulat în carcasa (6) având în camera de lucru (4), numai ventilul și filtrul (5).

Camera are un volum de $573 \pm 7 \text{ cm}^3$, iar în interiorul ei se dezvoltă o presiune de maxim $2,5 \text{ daN/cm}^2$ corespunzătoare unei umidități maxime a probei de 25%.

3. Modul de lucru

a. Determinarea umidității prin metoda uscării.

Se cântărește o cantitate de 20 g amestec de formare și se toarnă în tavă. Se introduce tava în compartimentul (1), se închide ușa (2) și se alege metoda de uscare (manuală sau automată).

Pentru comanda manuală a uscării se pune comutatorul (4) de pe poziția W pe poziția R, se ridică fie un întrerupător (5), fie toate, în funcție de necesități, observându-se o lumină roșie la vizoarele (7). După trecerea timpului necesar uscării se coboară întrerupătoarele (5) și se scot tăvile cu material uscat din compartimentele de uscare.

Pentru comanda automată a uscării se pune comutatorul (4) de pe poziția W pe poziția A și se aprinde lampa de semnalizare. Se alege compartimentul de uscare ridicând întrerupătorul (5) corespunzător, apoi se fixează cu ajutorul comutatorului de temporizare (6) timpul de uscare. După trecerea timpului de uscare, aparatul se întrerupe automat și se scot tăvile cu material pentru răcire și cântărire.

Pentru determinarea umidității se cântărește materialul uscat iar datele se introduc în formula de calcul. Pentru citirea directă a valorii umidității se va urmări gradația inferioară de pe cadranul balanței.

b. Determinarea umidității prin metoda legării chimice a apei

Înainte de utilizare se verifică dacă manometrul (7) nu indică presiune.

Se dozează o cantitate de 6 g amestec de formare cu ajutorul dozatorului cu care este prevăzută trusa. Separat se dozează o cantitate de 5 g carbid folosind un polonic din trusă. Se răsucesce spre stânga mânerul (1) pentru a nu mai presa pe capacul (3). Se rabate suportul (2) și se scoate capacul (3), după care se introduce în camera (4) amestecul de formare. Se așază aparatul în poziție orizontală apoi se introduce separat în capacul (3), cantitatea dozată de carbid. Se montează cu grijă capacul (3) pentru ca amestecul să nu vină în contact cu carbidul, se strânge bine mânerul (1) pentru a se închide etanș camera (4). Se agită aparatul în poziție verticală timp de un minut pentru a se amesteca materialele introduse și apoi se citește presiunea pe scala manometrului (7) gradat în unități de presiune sau direct în procente de umiditate de la 0 la 25%. Citirea rezultatelor se va executa cu aparatul în poziție verticală.

După citire se slăbește ușor mânerul (1), se rabate suportul (2) și se scoate capacul (3). Se curăță cu atenție interiorul camerei de lucru (4) cu o perie din trusă, apoi se montează la loc piesele aparatului. Nu se va lăsa aparatul sub presiune. De asemenea se va închide etanș cutia cu carbid a trusei.

2.3.DETERMINAREA COMPONENTEI LEVIGABILE

1. Considerații teoretice

Prin componentă levigabilă a unui nisip de turnătorie se înțelege partea care se îndepărtează prin spălare cu apă în care se adaugă o soluție de NaOH, pentru reducerea timpului de determinare.

Elementul principal care formează componenta levigabilă este argila, la care se mai adaugă și praful conținut în amestecul de formare. Deci, în componenta levigabilă intră particule mai mici de 0,023 mm, care la o agitare în soluție vor forma o suspensie coloidală, ceea ce favorizează îndepărtarea lor prin spălare.

Componenta levigabilă are influență asupra caracteristicilor amestecurilor de formare și anume cu cât crește mai mult, cu atât cresc și caracteristicile de rezistență mecanică și plasticitate și va scădea permeabilitatea la gaze.

Astfel, pentru a asigura amestecului de formare proprietăți optime, trebuie realizat un compromis între rezistență și permeabilitate. De aceea componenta levigabilă trebuie menținută între anumite limite, în funcție de granulația nisipului utilizat precum și de proprietățile care se cer pentru turnarea unui aliaj, corelând toate acestea cu umiditatea necesară.

Nisipurile de turnătorie se împart în funcție de cantitatea de componentă levigabilă conținută, în următoarele grupe, Tabelul nr. 2.1:

Clasificarea nisipurilor de turnătorie
după conținutul de părți levigabile

Tabelul nr. 2.1

Clasa	Denumirea	Conținut părți levigabile, %
N01	Cuarțos SI	Sub 0,1
N02	Cuarțos SII	0,1...0,2
N03	Cuarțos I	0,2...0,3
N05	Cuarțos II	0,3...0,5
N1,5	Cuarțos III	0,5...1,5
N10	Slab	1,5...10
N20	Semigras	10...20
N30	Gras	20...30

Conținutul de componentă levigabilă se poate determina prin trei metode:

- metoda analizei chimice sau elementară;
- metoda analizei mineralogice sau rațională;
- metoda decantării.

Determinarea componentei levigabile constă în principiu din uscarea, cântărirea și spălarea prin agitare a probei de nisip sau de amestec de formare până la îndepărtarea turburelii, urmată de filtrarea, uscarea și cântărirea părții care nu s-a îndepărtat prin spălare.

Componenta levigabilă se calculează cu relația:

$$\text{componenta levigabilă} = \frac{M_i - M_f}{M_i} \cdot 100, \quad (\%) \quad (2.3)$$

în care M_i este masa inițială, în g; M_f - masa finală, după uscare, în g.

Pentru a defini componenta levigabilă, este necesar să determinăm diametrul particulelor care se decantează după primele 5 minute, particule care nu se îndepărtează prin spălare și deci constituie nisip.

Conform formulei lui Stokes, viteza de decantare a unei particule este:

$$v = \frac{2}{9} \cdot r^2 \cdot \frac{\rho - \rho_r}{\eta} \cdot g, \quad (\text{cm} / \text{s}) \quad (2.4)$$

în care v este viteza de decantare a particulei, în cm/s; r - raza particulei, în cm; ρ - densitatea reală a particulei, g/cm³; ρ_r - densitatea relativă a lichidului, g/cm³; η - viscozitatea lichidului, cN/cms; g - accelerația gravitațională, cm/s².

Ținând seama că $r=d/2$, $\rho=2,6$ g/cm³; $\rho_r=1,0$ g/cm³, viscozitatea apei la 15°C ($\eta=0,013$ cN/cms), prin înlocuirea în formula lui Stokes se obține:

$$v = \frac{2}{9} \cdot \frac{d^2}{4} \cdot \frac{2,6 - 1,0}{0,013} \cdot 981 = 7800 \cdot d^2 \quad (2.5)$$

Întrucât înălțimea de decantare a particulelor în pahar este $h=12,5$ cm, iar timpul $t=5\text{min}=300\text{s}$, se obține:

$$v = \frac{h}{t} = \frac{12,5}{300} = 7800 \cdot d^2 \quad (2.6)$$

de unde:

$$d = \sqrt{\frac{12,5}{300 \cdot 7800}} = 0,0023\text{cm} = 23 \mu\text{m} \quad (2.7)$$

Din acest motiv rezultă că particulele cu dimensiuni mai mici de $23 \mu\text{m}$ nu se decantează, deci se îndepărtează după spălare, constituind componenta levigabilă. Particulele cu diametrul mai mare de $23 \mu\text{m}$ poartă denumirea de nisip.

2. Metode de determinare

A. Aparatură și materiale

Pentru desfășurarea lucrării, în laborator se va folosi un aparat de agitare tip Laz, Figura nr. 2.7.

Aparatul este alcătuit din suportul (1) pe care este fixată tija (2). Pe această tijă glisează manșonul (3) care se poate fixa în diferite poziții cu ajutorul pârghiei de blocare (4). La capătul manșonului (3), există o piesă de legătură cu capul de agitare (5), astfel că acesta poate fi ridicat sau coborât. În capul de agitare (5) există un electromotor care poate fi pornit sau oprit cu ajutorul întrerupătorului (6). Electromotorul acționează agitatorul (8) care se rotește cu 2800 rot/min imprimând o mișcare turbionară lichidului din recipientul (9). Această mișcare este frânată de baghetele (7) cu secțiune eliptică, astfel că se realizează o frecare intensă a granulelor de nisip.

Pentru desfășurarea lucrării se vor folosi următoarele materiale:

- nisip de diferite calități;
- apă distilată;
- soluție de hidroxid de sodiu, 1%.

Ca aparate auxiliare se vor utiliza: reșou electric; balanță de laborator; uscător cu radiații infraroșii; filtre și anexe de filtrare; tub în formă de U; vase speciale de sticlă.

3. Modul de lucru

Pentru determinarea componentei levigabile se cântăresc 50 g nisip sau amestec de formare, uscat în prealabil la $105-110^\circ\text{C}$, în uscătorul cu radiații infraroșii. Se toarnă această cantitate în recipientul (9), apoi se adaugă 475 ml apă distilată și 25 ml soluție de NaOH, 1%. Se așază recipientul (9) în locașul de pe suportul (1) apoi apăsând pe pârghia de blocare (4) se coboară manșonul (3) împreună cu capul de agitare (5) până când acesta atinge partea superioară a recipientului.

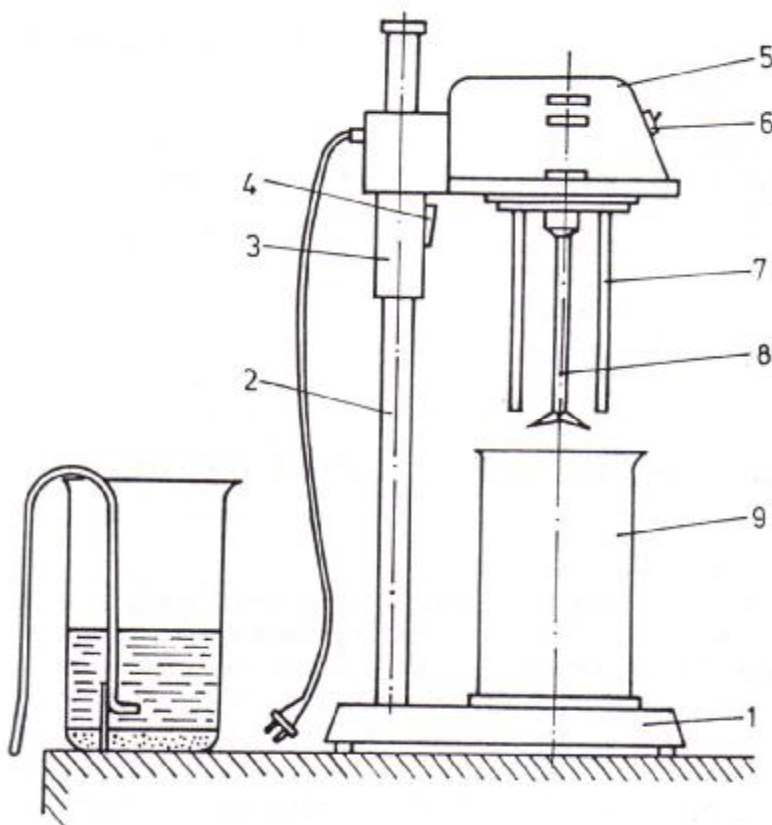


Figura nr. 2.7. Aparat tip Lay pentru determinarea componentei levigabile :
1-suport; 2-tijă; 3-manșon; 4-pârghie de blocare; 5-cap de agitare; 6-întrerupător; 7-baghete cu secțiune eliptică; 8-agitator; 9-recipient de sticlă.

Se eliberează pârghia (4) apoi se pornește electromotorul din capul de agitare (5) acționând asupra întrerupătorului (6).

Agitarea va dura 10 minute după care se ridică sistemul de agitare apăsând pe pârghia (4). Se spală cu apă agitatorul (8), baghetele (7) și pereții recipientului (9) apoi se lasă lichidul să se liniștească 10 minute pentru a se decanta particulele.

După decantare se îndepărtează lichidul turbure din recipient cu ajutorul unui tub în formă de U.

În acest scop se umple tubul în formă de U cu apă și apoi se introduce în recipient pentru eliminarea lichidului turbure așa cum este arătat în Figura nr. 2.7.

Operațiile de agitare, decantare și eliminare a turburei se repetă de 3-4 ori până când după trecerea celor 10 minute pentru decantare, lichidul din recipient devine limpede.

După ultima decantare și eliminare a turburei se trece tot materialul granular din recipientul (9) pe o hârtie de filtru calitativă, cu pori mari, se usucă la 105-110°C până la masă constantă și se cântărește ținând seama de masa hârtiei de filtru.

2.4. ANALIZE GRANULOMETRICE ALE NISIPURILOR DE TURNĂTORIE

1. Considerații teoretice

Granulația reprezintă cantitatea procentuală a grăunților de nisip de diferite mărimi și forme și are mare importanță în aprecierea calității și a proprietăților amestecurilor de formare. Astfel nisipul cu granule cât mai uniforme ca mărime și cât mai rotunjite va fi cel mai indicat pentru turnătorie, deoarece spațiile intergranulare fiind mari vor permite evacuarea gazelor formate în timpul turnării.

Granulația unui nisip este caracterizată de următorii indicatori:

- fracțiunea de bază;
- granulația medie;
- gradul de uniformitate;
- suprafața și forma granulelor.

Fracțiunea de bază reprezintă cantitatea maximă de nisip care rămâne pe trei site consecutive. Simbolizarea este prezentată în Tabelul nr. 2.2.

Granulația medie a unui nisip (notată cu M50) reprezintă mărimea ochiului sitei teoretice prin care ar trece 50% din nisip, exceptând componenta levigabilă.

Determinarea granulației medii se realizează grafic folosind curba granulometrică. Aceasta se realizează utilizând setul de site din seria: 0,06; 0,1; 0,2; 0,3; 0,6; 1,0; 1,5.

Clasificarea nisipurilor - denumire Tabelul nr. 2.2

Denumirea nisipului	Grupa	Mărimea ochiurilor celor trei site consecutive
Foarte grosolan	1	1,5; 1; 0,6
Grosolan	0,6	1; 0,6; 0,3
Mare	0,3	0,6; 0,3; 0,2
Mijlociu	0,2	0,3; 0,2; 0,1
Mărunt	0,1	0,2; 0,1; 0,06
Fin (praf)	0,06	0,1; 0,06; tavă

În axa ordonatelor fiind cantitățile trecute prin sită în % iar pe axa absciselor se notează mărimea ochiului sitei în mm, la scară logaritmică. Așa cum se observă în Figura nr. 2.8, ducând ordonata 50% și coborând din punctul "a" de intersecție, abscisa corespunzătoare, se află valoarea M50 căutată. În Tabelul nr. 2.3 este prezentată clasificarea nisipurilor din punct de vedere al granulației medii.

Clasificarea nisipurilor - grupe Tabelul nr. 2.3

Grupa	Caracteristica dimensională	Granulația medie, mm
(M50)1	foarte mare	1,0...0,61
(M50)06	mare	0,60...0,41
(M50)04	semimijlocie	0,40...0,31
(M50)03	mijlocie	0,30...0,21
(M50)02	semifin	0,20...0,16
(M50)015	fin	0,15...0,11
(M50)01	foarte fin	0,10...0,06

Gradul de uniformitate al nisipului reprezintă diferența dintre cantitățile procentuale de nisip care ar trece prin sitele $4/3$ M50 și $2/3$ M50. Modul de determinare se poate observa grafic pe aceeași curbă granulometrică. În Tabelul nr. 2.4 este prezentată clasificarea nisipurilor din acest punct de vedere.

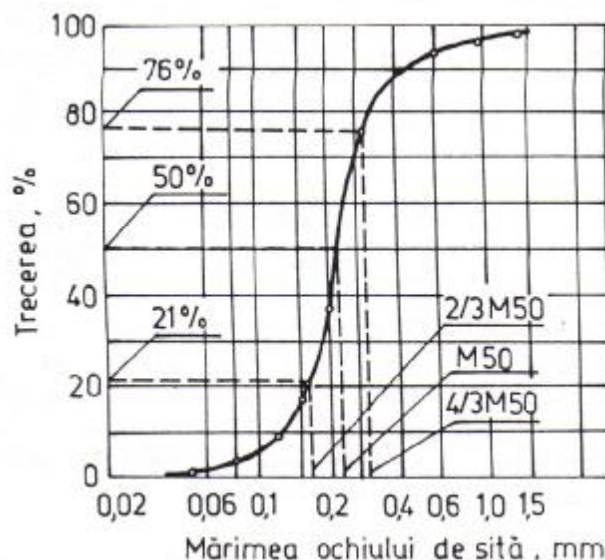


Figura nr. 2.8. Curba granulometrică pentru determinarea granulației medii M50 și a gradului de uniformitate

Gradul de uniformitate – subgrupe

Tabelul nr. 2.4

Subgrupa	Gradul de uniformitate	Denumirea
(GU)>70	>70	foarte uniform
(GU) 70	70 – 61	uniformitate mare
(GU)60	60 – 51	uniform
(GU)50	50 – 41	uniformitate redusă
(GU)40	<40	neuniform

Forma și suprafața granulelor. Calitatea amestecului de formare este funcție nu numai de mărimea granulelor ci și de forma și suprafața lor. După forma lor, granulele de nisip pot fi sferice, ascuțite, ovale, colțuroase, Tabelul nr. 2.5. După calitatea suprafeței, granulele de nisip se clasifică în: netede, cu crăpături și cu asperități. Nisipul de formă sferică și cu suprafața netedă asigură cea mai bună permeabilitate, însă cel cu formă neregulată și cu asperități, asigură o rezistență mecanică ridicată.

În principiu, determinarea formei granulelor de nisip constă în spălarea nisipului de studiat, uscarea și examinarea cu ajutorul unei lupe care mărește de 5...100 ori.

Forma granulei de nisip - categoria

Tabelul nr. 2.5

Categoria	Forma granulei de nisip	Tip 1	Tip 2
a	rotundă	suprafața netedă	suprafața rugoasă
b	cu muchii și colțuri rotunjite		
c	cu muchii și colțuri ascuțite		
d	așchioasă		

2. Metode de determinare

Se utilizează granulometru, Figura nr. 2.9, balanță de laborator, spatulă, pensulă pentru curățat sitele, nisip uscat, fără componentă levigabilă, lupă monoculară (Figura nr. 2.10).

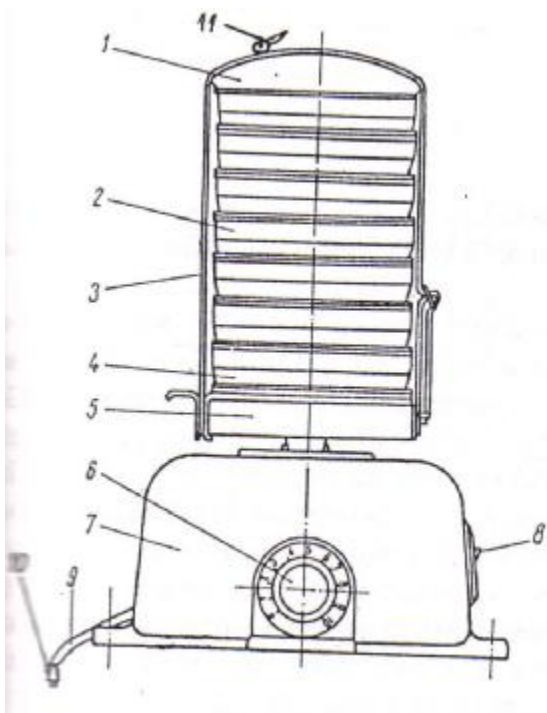


Figura nr. 2.9. Granulometru: 1-capac; 2-set de site; 3-bandă; 4-tavă; 5-suport; 6-întrerupător de temporizare; 7-carcasă; 8-întrerupător; 9-cord de alimentare; 10-fișă; 11-pârghie.

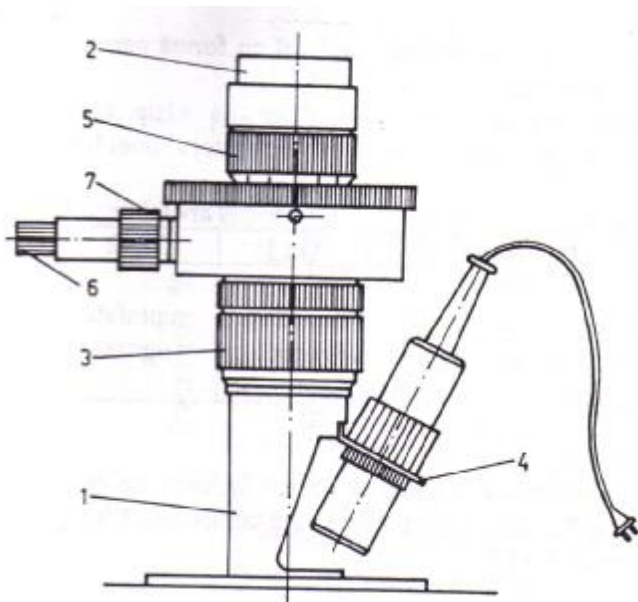


Figura nr .2.10. Lupă monoculară : 1-suport ; 2-ocular ; 3-inel ; 4-suportul lămpii ; 5-inelul dioptriilor ; 6-buton reglare ; 7-buton mișcare vernier.

3. Modul de lucru

Determinarea fracțiunii de bază constă în cernerea nisipului respectiv pe o serie de șapte site suprapuse și apoi cântărirea și calcularea procentului rămas pe fiecare sită.

Pentru determinare se cântăresc $50 \pm 0,05$ g nisip din care s-a îndepărtat componenta levigabilă și se usucă la $105-110^{\circ}\text{C}$. În continuare se alege un set de site conform STAS cu următoarele dimensiuni: 1,4; 1,0; 0,63; 0,32; 0,2; 0,06. Se ridică pârghia (11) astfel ca banda (3) să nu mai strângă setul de site (2). Se înlătură capacul (1) introducându-se nisipul cântărit în sita superioară a setului de site (2). Se pune la loc capacul (1), banda (3) și se coboară pârghia (11). Se reglează întrerupătorul de temporizare (6) pentru un timp de cernere de 10 minute, apoi se introduce în priză ștecherul (10) și aparatul este pus în funcțiune. La expirarea timpului de cernere, aparatul se oprește automat. Se desface pârghia (11), banda (3), capacul (1) și apoi se cântăresc cantitățile de nisip rămase pe sitele setului (2) și pe tava (4).

Rezultatele cântăririlor se trec în Tabelul nr. 2.6 și se determină fracțiunea de bază. Apoi se calculează trecerea, în grame și procentual și se trasează curba granulometrică în caroiajul din Figura nr. 2.11. Pe baza graficului obținut se determină granulația medie și gradul de uniformitate.

Determinarea formei granulelor de nisip constă în spălarea nisipului de studiat și examinarea cu ajutorul unei lupe care mărește de 5...100 ori.

Rezultatele cântărilor

Tabelul nr. 2.6.

Dimensiunea ochiului sitei, mm	1,6	0,8	0,63	0,4	0,32	0,2	0,16	0,1	0,063	0,04	0,02	tavă
Rest pe sită, g												
Trecerea, g												
%												

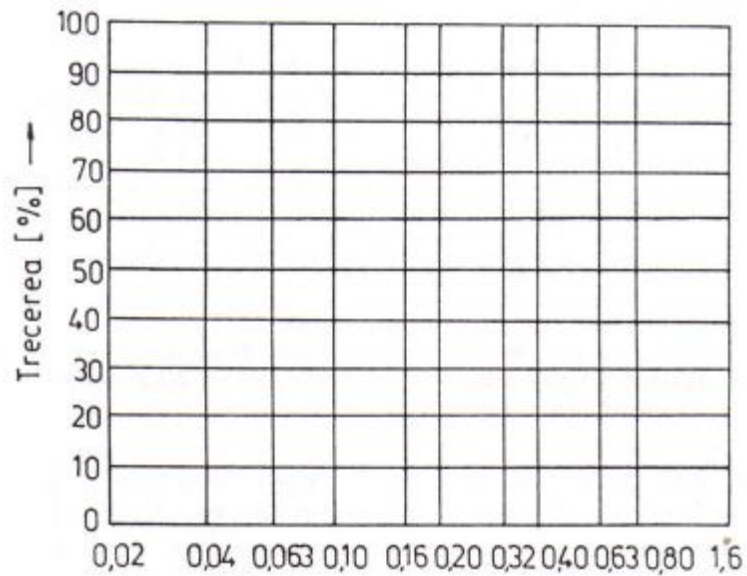


Figura nr. 2.11. Caroiaj pentru trasarea curbei granulometrice

2.5. EXECUTAREA EPRUVETELOR PENTRU ÎNCERCAREA AMESTECURILOR DE FORMARE

1. Considerații teoretice

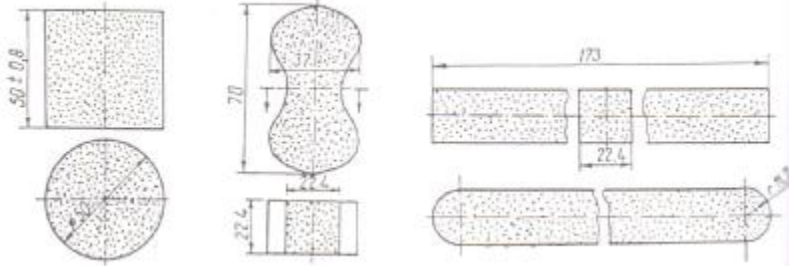
Rezistențele mecanice ale amestecurilor de formare precum și permeabilitatea se determină cu ajutorul unor epruvete de forme speciale, în funcție de încercările la care se supun. Astfel epruvetele folosite pentru determinarea permeabilității, în stare crudă sau uscată, a rezistenței la compresiune și a rezistenței la forfecare sunt de formă cilindrică (Figura nr. 2.12), epruvetele pentru determinarea rezistenței la tracțiune au formă de opt (Figura nr. 2.13) iar cele pentru determinarea rezistenței la încovoiere au forma de bară pătrată (Figura nr. 2.14).

Figura nr.2.12. determinarea rezistenței la tracțiune.

Figura nr. 2.13.

Figura nr. 2.14 Epruvete pentru

Epruvete cilindrice. Epruvete pentru determinarea rezistenței la



Deoarece permeabilitatea proprietățile amestecurilor de dimensiunile gradul de obligatoriu ca epruvetele să aibă aceleași dimensiuni și același grad de îndesare., pentru ca rezultatele să poată fi comparate între ele.

atât și mecanice ale formare depind epruvetelor și de îndesare, este

Obținerea epruvetelor cu același grad de îndesare se realizează la un aparat numit sonetă (Figura nr. 2.15). Îndesarea epruvetelor la sonetă se face cu ajutorul unei greutăți de 6670 g care cade liber de trei ori de la o înălțime constantă de 50 mm, astfel că epruvetelor li se imprimă același lucru mecanic, indiferent de persoana care efectuează lucrarea.

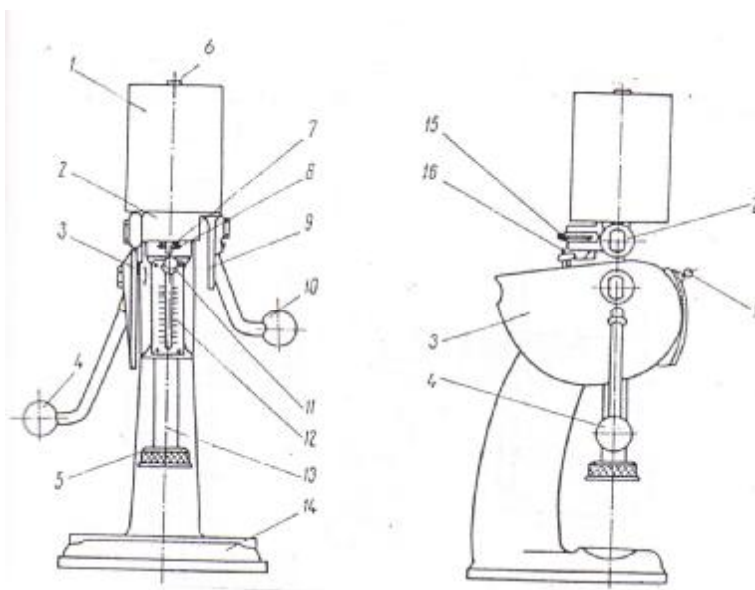


Fig.2.15. Sonetă ; 1-greutate mobilă;2-opritor;3-excentric mare;4-mâner;5-sabot;6-tijă;7-marcaj pe tijă;8-marcaj pe suport,9-excentric mic;10-mâner; 11-indicator;12-scală;13-tijă;14-suportul aparatului;15-șurub de reglare; 16-pârghie.

2. Modul de lucru

Pentru efectuarea lucrării sunt necesare: soneta cu formele pentru executarea epruvetelor și cilindru pentru scos probele.

Cantitatea de amestec de formare necesară executării unei epruvete variază în funcție de mărimea acesteia și se va determina experimental, prin încercări pentru fiecare caz în

parte.

Confecționarea epruvetelor cilindrice

Cantitatea de amestec de formare pregătită se introduce în tubul cilindric (1), Figura nr. 2.16, care are diametrul interior de 50 mm și înălțimea de 160 mm iar la partea inferioară este închis cu capacul (6). Cutia de miez astfel pregătită se introduce la sonetă în vederea îndesării. Se învârtește excentricul mare (3), Figura nr. 2.15, cu ajutorul mânerului (4) astfel că se ridică cu o înălțime de 50 mm greutatea (1), suportul (2), sabotul (5), tija (6), excentricul mic (9) și tija (13). Tubul cilindric, Figura nr. 2.17, se introduce cu amestecul de formare la soneta aflată în această poziție.

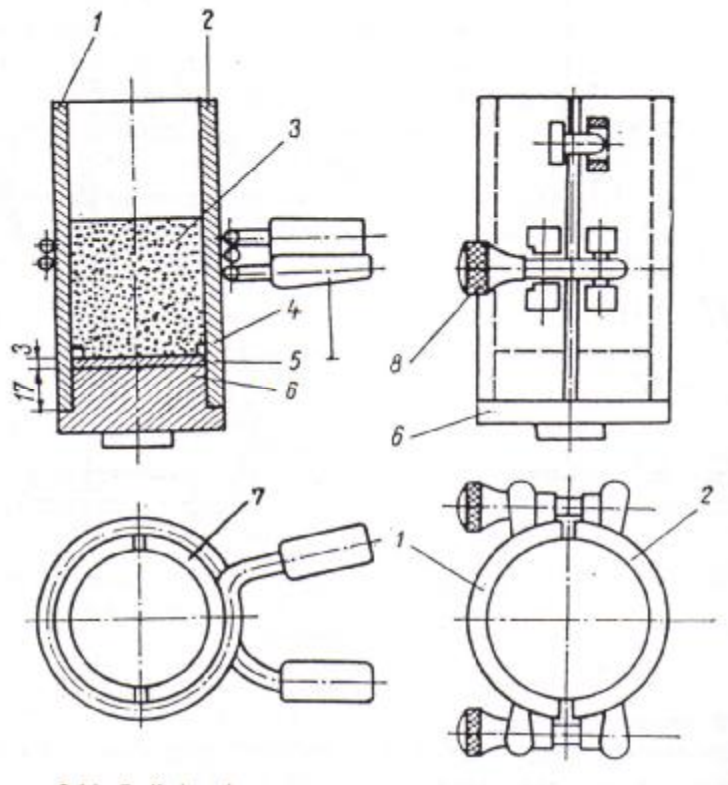


Figura nr. 2.16. Cutii de miez pentru epruvete cilindrice : 1 și 2-jumătăți de cutie ; 3-epruvetă ;4-inel ;5-disc de 3 mm ;6-support de bază ;7-dispozitiv de strângere cu resort ;8-dispozitiv de strângere cu piuliță.

Se coboară apoi încet ansamblul format din greutate, suport, sabot, tijă și excentricul mic, în așa fel încât sabotul sonetei să se sprijine direct pe amestecul de formare din tub. Se învârtște apoi excentricul mic astfel că greutatea mobilă este ridicată

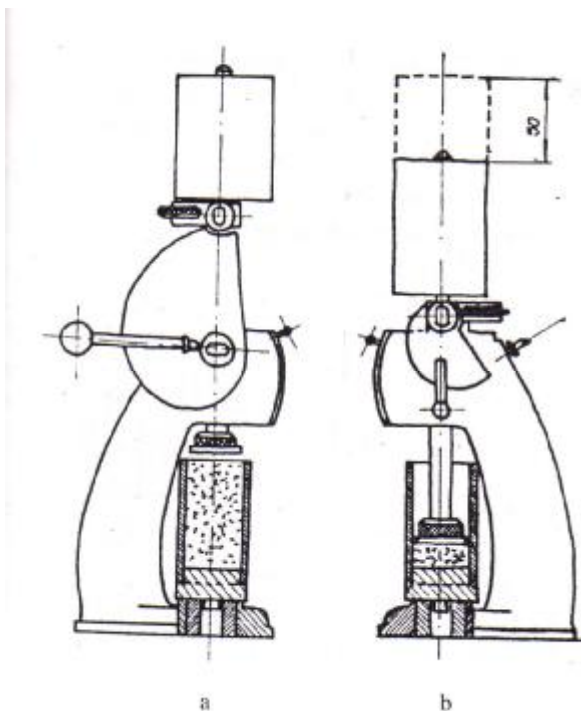


Figura nr. 2.17. Soneta cu sabotul ridicat (a) și cu sabotul lăsat pe amestecul de formare (b).

cu 50 mm și lăsată să cadă liber de la această înălțime de trei ori. Liniile întrerupte indică poziția superioară a greutății.

Operația de ridicare – coborâre a greutatei se execută de trei ori pentru fiecare epruvetă.

Deoarece lungimea epruvetei influențează permeabilitatea și rezistența la compresiune, se va căuta ca creștătura de pe tija (2) a aparatului să se găsească între cele două reperi exterioare de pe aparat, epruveta încadrându-se astfel în limitele de $50 \pm 0,8$ mm. Când epruveta are înălțimea mai mică decât limitele admisibile, se confecționează altă epruvetă din material nou, neîndesat.

Pentru scoaterea epruvetei se utilizează un cilindru metalic din trusă.

Dacă determinările se execută pe epruvete în stare crudă, acestea se folosesc imediat; dacă determinările se execută pe epruvete uscate, acestea se folosesc după ce se usucă în etuvă la temperatura de $105-110^{\circ}\text{C}$ timp de 90 minute și apoi se răcesc într-un aparat numit exicator.

Confecționarea epruvetelor pentru încercarea la tracțiune

Determinarea rezistenței la tracțiune se realizează pe epruvete sub formă de opt cu secțiune de rupere de 5 cm^2 , în stare umedă sau uscată.

Operația de executare a epruvetei decurge astfel: pe placa de bază (4), Figura nr. 2.18, se assemblează cele trei părți demontabile ale cutiei, notate cu (2), (3), (3'), apoi se introduce cuțitul (5) și amestecul de formare (6).

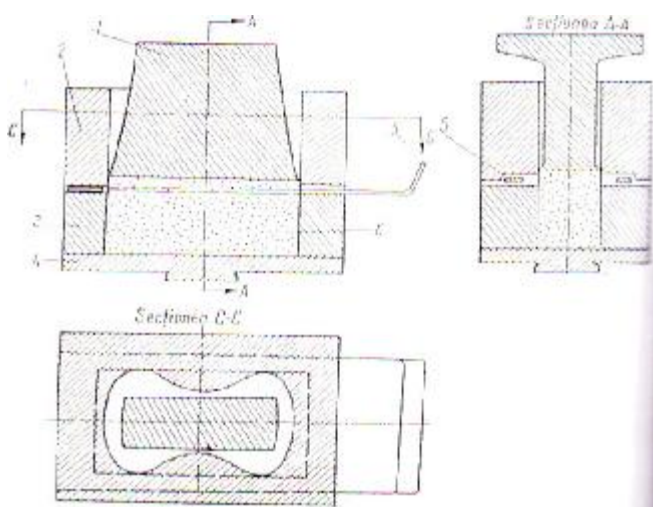


Figura nr. 2.18. Cutie de miez pentru confecționarea epruvetelor folosite la determinarea rezistenței la tracțiune :1- sabot ; 2 ,3 și 3'-cutia de miez ; 4-placă de bază ; 5-cuțit ; 6- amestec de formare.

în vederea îndeșării amestecului de formare se folosește capacul metalic (1) căruia i se aplică trei lovituri la sonetă.

Pentru realizarea înălțimii epruvetei și a gradului de îndeșare se impun aceleași condiții ca și la realizarea epruvetelor cilindrice, adică este

necesar ca reperul de pe tija sonetei să se încadreze în limitele extreme marcate pe sonetă. În caz contrar se ia o cantitate mai mare sau mai mică de amestec de formare astfel ca epruveta să ajungă la semn după aplicarea celor trei lovituri.

Epruvetele care corespund ca înălțime, înainte de a se extrage din cutie, se taie cu ajutorul cuțitului (5) construit special în acest scop, apoi se desface cutia și se introduce epruveta la uscat.

Confecționarea epruvetelor pentru încercarea la încovoiere

Rezistența la încovoiere se determină pe epruvete paralelipipedice, cu capete rotunjite, având secțiunea de rupere de 5 cm^2 .

Epruvetele se confecționează în același mod ca și cele pentru tracțiune, folosindu-se o cutie adecvată ca formă și dimensiuni, Figura nr. 2.19.

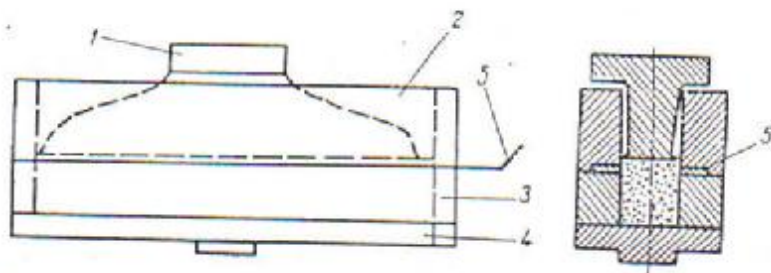


Figura nr. 2.19. Cutia de miez pentru confecționarea epruvetelor folosite la determinarea rezistenței la încovoiere :1- sabot ; 2 ,3 și 3'-cutia de miez ; 4-placă de bază ; 5-cuțit ; 6- amestec de formare.

2.6.DETERMINAREA PERMEABILITĂȚII AMESTECURILOR DE FORMARE CRUDE ȘI USCATE

1. Considerații teoretice

Permeabilitatea este proprietatea amestecurilor de formare de a permite trecerea gazelor formate la turnare prin spațiile intergranulare.

La turnarea aliajelor metalice în forme, datorită temperaturii ridicate, apa conținută de amestecul de formare se evaporă producându-se un volum important de vapori. În afară de vaporii de apă se mai pot produce și gaze care provin din dezoxidarea incompletă a aliajului, din disocierea carbonaților, din arderea substanțelor organice, din gazeificarea și distilarea diverselor hidrocarburi solide sau lichide etc.

Aceste gaze care se produc la turnare trebuiesc evacuate din formă pentru că altfel pătrund în piesă și rămân sub formă de goluri numite sufluri, care întrerup continuitatea piesei și micșorează rezistența mecanică.

În general, gazele și aerul din cavitatea formei sunt evacuate în cea mai mare parte prin maselote și răsuflători, iar când acestea nu există, prin spațiile intergranulare.

Determinarea permeabilității constă în trecerea unei cantități de aer printr-o epruvetă cilindrică standard și măsurarea timpului de trecere sau a diferenței de presiune dintre spațiul de înaintea și de după epruvetă.

Cantitatea de aer, Q , care trece prin epruvetă este proporțională cu:

-permeabilitatea P a amestecului de formare;

-secțiunea epruvetei, S ;

-timpul de trecere a aerului, t ;

-diferența de presiune între suprafața de intrare și cea de ieșire a aerului din epruvetă, Δp .

$$Q = \frac{P \cdot S \cdot \Delta p \cdot t}{L}, \quad (2.8)$$

deci

$$P = \frac{Q \cdot L}{S \cdot \Delta p \cdot t} \quad (2.9)$$

Dacă se consideră $L=1 \text{ cm}$, $S=1 \text{ cm}^2$, $\Delta p=1 \text{ mm H}_2\text{O}$ și $t=1 \text{ min}$, rezultă că:

$P = Q$, adică *permeabilitatea este cantitatea de aer care trece printr-un cm^3 de nisip cu secțiunea de 1 cm^2 , timp de 1 minut când între fața de intrare și cea de ieșire este o diferență de presiune de $1 \text{ mm H}_2\text{O}$.*

În cazul când $Q = 1 \text{ cm}^3$, din ultima relație rezultă că $P = 1$, deci, *unitatea de permeabilitate este permeabilitatea nisipului care lasă să treacă 1 cm^3 de aer printr-un cm^3 de nisip cu secțiunea de 1 cm^2 , într-un minut, când diferența de presiune între fețe este de $1 \text{ mm H}_2\text{O}$.*

2. Metode de determinare

a. Aparatul de determinare a permeabilității cu clopot, Figura nr. 2.20, se compune din clopotul (2) care poate fi ridicat cu mânerul (1). Greutatea clopotului (2) și a inelului (3) asigură o presiune constantă, de $100 \text{ mm H}_2\text{O}$, a aerului închis în spațiul de sub clopot. Clopotul (2) este concentric cu cilindrul (5) de diametru mai mare care conține 2000 cm^3 apă pentru etanșare.

Aerul de sub clopot poate avea legătură cu atmosfera numai atunci când mânerul (8) al robinetului cu trei căi (7) este în poziția D. Clopotul (2) este prevăzut cu o țevă axială (9), care culisează telescopic în țeava (11) a aparatului. Găurile (10) din țeava (9) servesc pentru comunicarea mai ușoară a aerului din atmosferă cu spațiul de sub clopot.

Când se pune mânerul (8) al robinetului cu trei căi (7) în poziția A, aerul de sub clopot nu mai are legătură cu atmosfera, rămânând închis. În această poziție a mânerului (8) se va monta cilindrul (13) cu epruveta (14).

Robinetul cu două căi (15) și indicatorul (16) servesc la schimbarea ajutatelor de $0,5 \text{ mm}$ sau de $1,5 \text{ mm}$. Cilindrul cu epruveta se așază pe manșonul de cauciuc (20), cât mai etanș pentru a nu avea pierderi de presiune. Aerul intră în spațiul de sub epruvetă prin orificiile (17). Spațiile de sub cilindrul (13) cu epruveta (14) pot fi puse în legătură cu atmosfera prin intermediul orificiului (19) de pe carcasa robinetului cu două căi (15) a unui tub de legătură și a robinetului cu trei căi (7) fixat pe poziția A.

Prin orificiul (18) și prin intermediul unui tub de legătură, presiunea de sub epruveta (14) se transmite la manometrul (6), gradat direct în unități de permeabilitate, situat pe suportul (21) al aparatului.

La determinarea permeabilității amestecurilor de formare cu epruvete uscate, nu se mai utilizează cilindrul (13), deoarece nu se mai poate realiza o bună etanșare între pereții cilindrului și cei ai epruvetei. În acest caz ar rezulta o permeabilitate mai mare decât cea reală și s-ar obține rezultate eronate.

Pentru a evita apariția acestor erori, epruveta uscată se introduce într-un dispozitiv special, (Figura nr. 2.21). Dispozitivul este prevăzut cu o membrană de cauciuc (2), care etanșează pereții epruvetei, atunci când se face presiune cu ajutorul unei pompe.

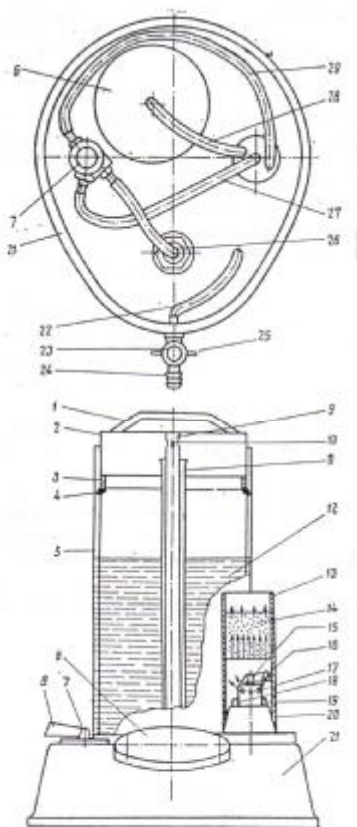


Figura nr. 2.20. Aparat cu clopot pentru determinarea permeabilității : 1-mâner ; 2-clopot ; 3-inel ; 4-suport pentru inel ; 5-cilindru ; 6-manometru ; 7-robinet cu trei căi ; 8-mâner ; 9-țeavă axială ; 10-găuri ; 11-țeavă ; 12-apă ; 13-tub ; 14-epruvetă ; 15-robinet cu două căi ; 16-indicator ; 17, 18 și 19 orificii ; 20-manșon de cauciuc ; 21-car-casa aparatului ; 22-tub de cauciuc ; 23-robinet ; 24-ștuț ; 25-mâner fluture ; 26, 27, 28 și 29-tuburi de cauciuc.

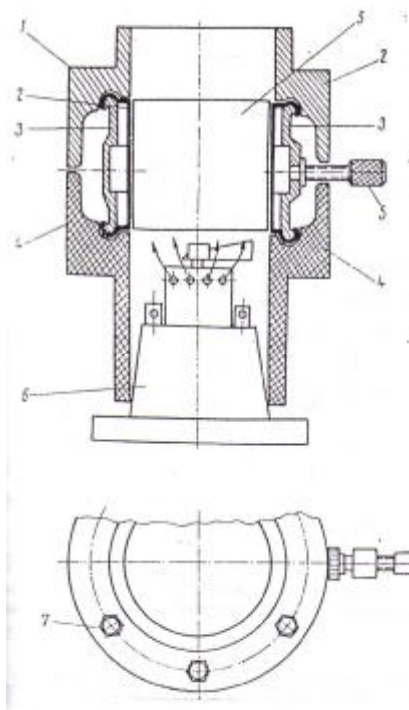


Figura nr. 2.21. Dispozitiv pentru determinarea permeabilității amestecurilor de formare uscate : 1-parte superioară ; 2-membrană de cauciuc ; 3-inel de strângere a membranei ; 4-parte inferioară a tubului ; 5-ventil ; 6-aparatul de determinare a permeabilității ; 7-șuruburi.

b. Aparatul de determinare a permeabilității cu electrocompresor.

Figura nr. 2.22, funcționează după același principiu și se deosebește numai din punct de vedere constructiv față de cel prezentat anterior.

Aparatul se compune din trei părți principale și anume:

- sistemul de compresie a aerului;
- suportul pentru probă;
- sistemul de măsurare.

Sistemul de compresie cuprinde un electromotor sincron care acționează prin intermediul unui sistem de transmisie prin curele, un compresor. La ieșirea din compresor, aerul trece printr-un regulator de presiune.

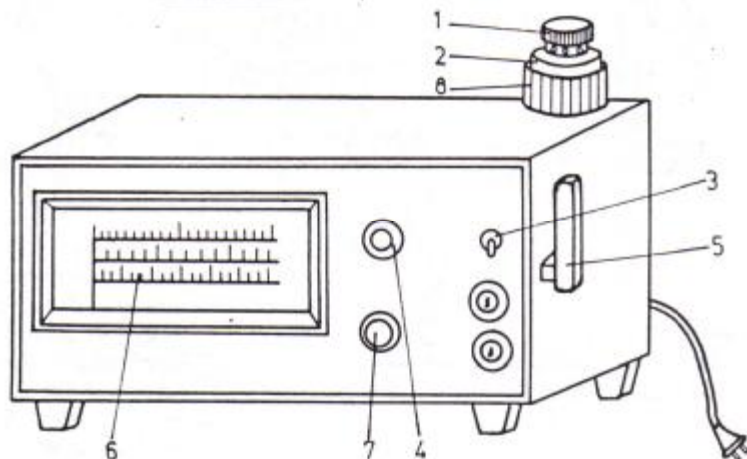


Figura nr. 2.22. Aparat tip LPi-R1 cu electrocompresor pentru determinarea permeabilității: 1-șurub cu arc pentru comutarea ajutorajelor; 2-cap cu ajutoraje; 3-întrerupător; 4-lampă de semnalizare; 5-pârghie; 6-manometru; 7-buton de reglare a presiunii; 8-manșon de cauciuc.

Suportul pentru epruvetă este alcătuit dintr-un cursor, un manșon de cauciuc (8) și un excentric care se manevrează cu ajutorul pârghiei (5). Când cursorul este în poziție inferioară, exercită o presiune asupra manșonului de cauciuc (8) și etanșează cilindrul cu epruveta. În capătul cursorului se află un cap (2) cu ajutoraje de ϕ 0,5 mm și ϕ 1,5 mm la care este montat șurubul cu arc (1) pentru comutare.

Comutatorul poate să ia trei poziții:

- când linia de pe șurubul (1) coincide cu linia de pe capul (2), se verifică presiunea de 100 mm H₂ O;
- când punctul mic coincide cu linia de pe capul (2), aerul trece prin ajutorajul ϕ 0,5 mm;
- când punctul mare coincide cu linia de pe capul (2), aerul trece ajutorajul ϕ 1,5 mm.

În peretele carcasei cursorului se află un canal care face legătura dintre spațiul de sub epruvetă și manometrul 6 capsulat al cărui cadran are trei scale:

- pe scala inferioară în intervalul 0-100 mm H₂ O se măsoară presiunea aerului de sub epruvetă;
- pe scala din mijloc, în intervalul 1-50, se citește valoarea permeabilității când se utilizează ajutorajul ϕ 0,5 mm ;
- pe scala superioară, în intervalul 48-2000 se citește valoarea permeabilității când se utilizează ajutorajul ϕ 1,5 mm.

3.Modul de lucru

a.Aparatul pentru determinarea permeabilității cu clopot

Pentru efectuarea determinării se pune mânerul (8) al robinetului cu trei căi pe poziția D și se ridică clopotul (2) cu ajutorul mânerului (1) până când apare indicatorul 2000 cm³ de aer.

Spațiul de sub clopot având comunicare cu atmosfera, prin ridicarea clopotului s-a creat un volum de 2000 cm³ de aer.

Se schimbă mânerul (8) al robinetului (7) de pe poziția D pe poziția A pentru ca aerul de sub clopot să nu mai aibă legătura cu atmosfera și să fie astfel închis.

Se pune indicatorul (1)6 al robinetului cu două căi (1)5 la punctul verde sau roșu dacă vrem să utilizăm ajutorajul ϕ 0,5 mm, respectiv 1,5 mm.

Pentru epruvete crude se folosește ajutorul de 0,5 mm marcat cu punct verde, iar pentru epruvete uscate se folosește ajutorul de 1,5 mm marcat cu punct roșu.

Se montează cilindrul (13) cu epruveta (14) pe manșonul de cauciuc (20). Este absolut necesar ca montarea cilindrilor (13) pe manșonul (20) să se execute numai când mânerul (8) se află pe poziția A deoarece în caz contrar se poate deteriora aparatul din cauza presiunilor și depresiunilor care se crează.

Se pune mânerul (8) al robinetului (7) pe poziția W și în această situație aerul de sub clopot trece sub acțiunea greutateii clopotului (2) prin câteva tuburi de legătură, prin robinetul (7) și iese în spațiul de sub epruveta (14) prin orificiile (17).

Presiunea p_1 , care se crează sub epruvetă, forțează aerul să treacă prin porii epruvetei și să iasă în atmosferă, unde presiunea p_2 este mai mică cu maximum 100 mm H₂O decât presiunea p_1 .

În același timp prin orificiul (18) și un tub de legătură, presiunea de sub epruveta (14) se transmite la manometrul (6).

Se citește valoarea indicată de manometrul (6) ținând seama de gradațiile scărilor și anume:

- pe scara exterioară, de culoare roșie, se citește permeabilitatea amestecurilor de formare uscate;
- pe scara mijlocie, colorată în verde, se citește permeabilitatea amestecurilor de formare crude;
- pe scara inferioară, colorată în negru, se citește presiunea din spațiul de sub epruvetă.

Din compararea gradațiilor de pe manometru se observă că permeabilitatea variază invers cu presiunea indicată de manometru, iar la presiunea de 100 mm H₂O permeabilitatea este zero.

b. Aparatul pentru determinarea permeabilității cu compresor

Înainte de efectuarea determinării se verifică în prealabil aparatul astfel:

- se conectează la rețea aparatul și se aprinde lampa de semnalizare (4);
- se pune butonul cu arc (1) în poziția în care linia albastră de pe buton coincide cu linia albastră de pe capul ajutorilor (2).

Dacă manometrul nu indică presiunea de 100 mm H₂O pe scala inferioară, se reglează presiunea cu ajutorul butonului (7).

Pentru efectuarea determinării se aduce cilindrul cu epruvete și se așază pe capul ajutorilor (2). Cu ajutorul pârghiei (5) se acționează asupra manșonului de cauciuc (8) care fiind comprimat va etanșa cilindrul cu proba pentru a nu avea pierderi de presiune.

În prealabil s-a poziționat butonul cu arc (1) astfel ca să corespundă cu ajutorul 0,5 mm.

Se apasă pe butonul (3) punând în funcțiune compresorul de aer. Permeabilitatea se citește pe scala din mijloc. Dacă permeabilitatea depășește 50 unități, se oprește compresorul apăsând pe butonul (3), se acționează asupra pârghiei (5) pentru a elibera cilindrul cu epruveta, apoi se comută butonul (1) pe poziția corespunzătoare ajutorului 1,5 mm.

Se efectuează o nouă determinare urmând indicațiile de mai sus, valorile permeabilității citindu-se pe scala superioară.

2.7.DETERMINAREA PROPRIETĂȚILOR MECANICE ALE AMESTECURILOR DE FORMARE

1. Considerații teoretice

Pentru obținerea pieselor turnate de o bună calitate este necesar ca materialul din care se execută formele să aibă o bună rezistență mecanică, adică să reziste la solicitări de compresiune, tracțiune, forfecare și încovoiere.

Rezistența mecanică a amestecurilor de formare este influențată de următorii factori:

- cantitatea și calitatea liantului;
- conținutul de apă;
- gradul de îndesare;
- forma și mărimea granulelor de nisip.

2. Metode de determinare și modul de lucru

A. Aparatul cu acționare hidraulică

a. Determinarea rezistenței la compresiune

Epruvetele pentru încercare sunt cilindrice cu diametrul de 50 mm și se comprimă cu ajutorul a două bacuri în formă de disc, reperatele (2) și (4) din Figura nr. 2.23.

Sucesiunea operațiilor este următoarea:

-Se fixează indicatorul (20) al robinetului cu trei căi (19) la poziția 0 și se învârtte roata (14) pentru scoaterea tijei filetate (13) în exterior. Pistonul interior (11) se deplasează spre dreapta și uleiul din rezervorul (10) pătrunde în cilindrul (17) deci uleiul va umple golul din acest cilindru de presiune;

-Se fixează indicatorul (20) al robinetului cu trei căi (19) în poziția L pentru cazul în care lucrăm cu amestecuri crude sau cu rezistență scăzută, ori în poziția H pentru amestecuri uscate sau cu rezistență ridicată. Pentru ambele cazuri, când robinetul este la litera L sau H, uleiul din cilindrul 17 nu mai comunică cu rezervorul (10).

-Se așază epruveta (3) pe bacurile disc (2) și (4) apoi se învârtte roata (14) cu manivela (15) astfel ca tija filetată (13) să intre în corpul aparatului, adică pistonul (11) să se deplaseze spre stânga. Datorită acestei deplasări, uleiul este presat în cilindrul (17), iar presiunea este transmisă la epruveta (3) de pistonul exterior (5). Presiunea uleiului este transmisă și la manometrele (20) sau (22) (L sau H) care sunt gradate direct în unități de rezistență mecanică. Pentru compresiune citirea se va face pe cercul gradat exterior al manometrului. Dacă se folosește manometrul L, valoarea citită se înmulțește cu 100 și se obține rezistența la compresiune în gf/cm^2 , iar dacă se folosește manometrul H, valoarea citită pe gradația exterioară este chiar rezistența mecanică exprimată direct în daN/cm^2 ;

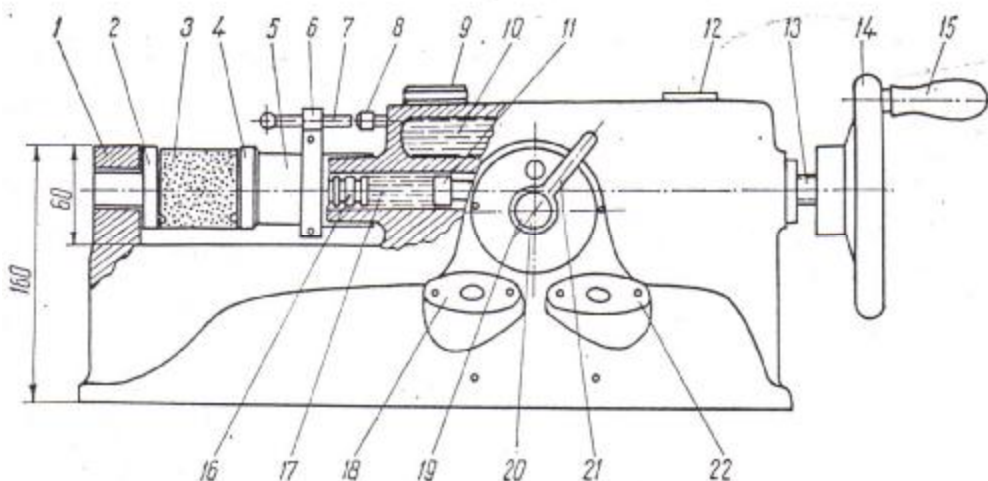


Figura nr.2.23. Aparat pentru încercări mecanice cu acționare hidraulică :
1-corpul aparatului ; 2-disc de sprijin ; 3-epruvetă cilindrică ; 4-disc disc de presare ; 5-piston exterior ; 6-brățară ; 7-tijă ; 8-tijă mobilă ; 9-comparator ; 10-rezervor de ulei ; 11-piston interior ; 12-dop ; 13- tijă filetată ; 14-roată de mână ; 15-mâner ; 16-etanșarea pistonului exterior ; 17-cilindru ; 18-manometrul H ; 19-robinet cu trei căi ; 20-indicator ; 21-mâner ; 22-manometrul L.

-După citire se deplasează pistonul interior (11) spre dreapta, învârtind roata (14) până când pistonul (5) revine în poziția inițială;

-Se fixează indicatorul (20) al robinetului cu trei căi (19), la litera O, apoi se învârtte roata (14) cu mânerul (15) până când tija filetată a pătruns complet în corpul aparatului. Astfel uleiul este evacuat din cilindrul (17) în rezervorul (10).

Observație. Pentru a nu se deteriora manometrul L, atunci când se constată că epruveta nu s-a rupt deși acul manometrului indică gradația maximă pentru care a fost construit (10 daN/cm^2), se va reduce

presiunea uleiului din cilindrul (17), apoi se va schimba indicatorul robinetului (19) de la poziția L la poziția H, corespunzătoare unei rezistențe mai ridicate a epruvetei.

b. Determinarea rezistenței la forfecare

Se execută pe epruvete de aceeași formă și dimensiuni cu cele folosite pentru compresie și pe același aparat, însă bacurile disc (2) și (4) din Figura nr. 2.23 sunt înlocuite cu două bacuri cu suprafețele în trepte, (Figura nr. 2.24). Succesiunea operațiilor este aceeași ca la determinarea rezistenței la compresie.

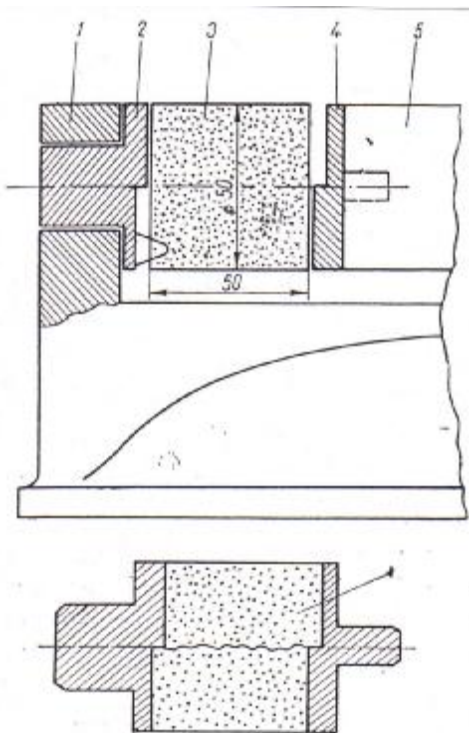


Figura nr. 2.24. Aparatul cu dispozitivele pentru determinarea rezistenței la forfecare : 1-aparatul ; 2-dispozitiv de sprijin ; 3-epruveta ; 4-dispozitiv de presare ; 5-piston exterior ; 6-epruveta după rupere.

Rezistența la forfecare este și ea funcție de presiunea existentă la manometru. Citirea se va face la manometrul L sau H după caz.

Rezistența la forfecare se citește pe cercul al doilea al manometrului și anume:

- la manometrul H, direct în daN/cm^2 ;
- la manometrul L, se înmulțește cu 100 și se exprimă în gf/cm^2 .

c. Determinarea rezistenței la tracțiune

Rezistența la tracțiune se determină pe epruvete în formă de opt.

La aparatul pentru încercări mecanice se anexează dispozitivul pentru tracțiune din Figura nr. 2.25.

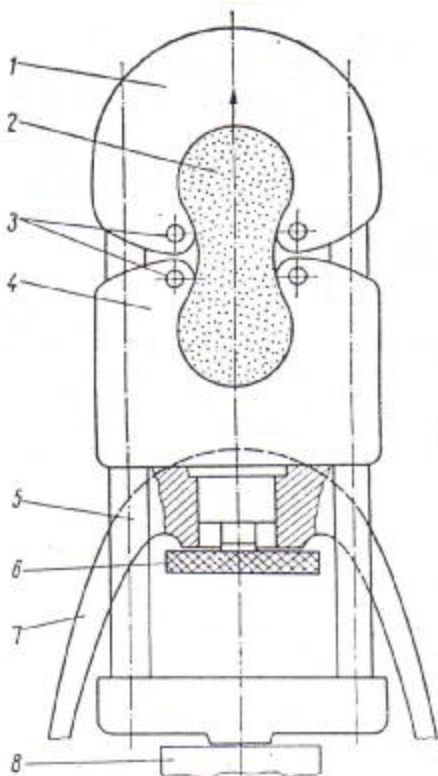


Figura nr. 2.25. Epruveta și dispozitivele pentru determinarea rezistenței la tracțiune : 1-falcă de tracțiune mobilă ; 2-epruveta ; 3-cilindri de sprijin pentru epruvetă ; 4-falcă de sprijin fixă ; 5-tije ; 6-șurub ; 7-aparatul pentru încercări mecanice ; 8-pistonul exterior.

Acest dispozitiv se fixează la aparatul pentru încercări mecanice prin intermediul șurubului (6) apoi se așază epruveta (2).

Pentru a efectua încercarea la tracțiune, se acționează cu pistonul (8) al aparatului, care transmite presiunea prin intermediul tijelor (5) asupra fălcii de tracțiune (1), iar aceasta asupra epruvetei prin intermediul a patru cilindri (3). Epruveta se va rupe în secțiunea cea mai mică a cărei suprafață este de 5 cm^2 .

Observație. Pentru ca epruveta solicitată la tracțiune să nu se rupă la alte solicitări, cei patru cilindri (3) din Figura nr. 2.25 au două fețe plane cum se vede în Figura nr. 2.26.

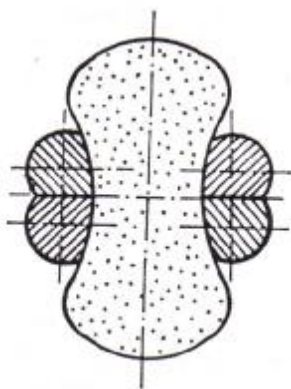


Figura nr. 2.26. Poziția cilindrilor față de epruveta solicitată la tracțiune.

Întrucât rezistența la tracțiune este și ea funcție de presiune, se va putea citi direct, în kgf/cm^2 , pe gradațiile speciale de pe cercul interior al manometrului H sau L.

d. Determinarea rezistenței la încovoiere

Rezistența la încovoiere se determină pe epruvete de formă paralelipipedică, rotunjite la capete.

Pentru determinări se utilizează aparatul de încercări mecanice, la care se atașează dispozitivul special din Figura nr. 2.27.

Epruveta (7) se sprijină pe doi suportți, iar cu ajutorul prisme (8) este presată pe prismele de sprijin (3) și (4).

Observație. Fața epruvetei care s-a tăiat după confecționare se va așeza astfel ca să vină în contact cu prisma (8). În caz contrar, se fisurează și se rupe la forțe mult mai mici.

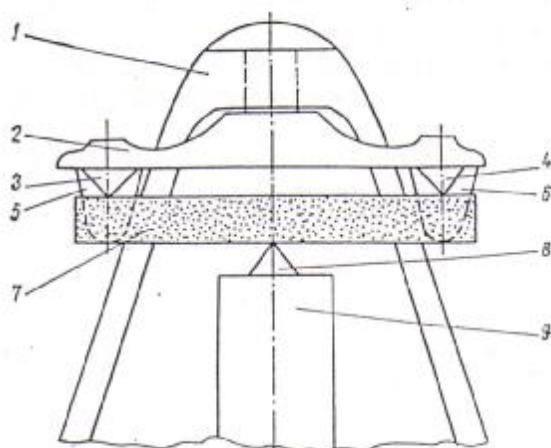
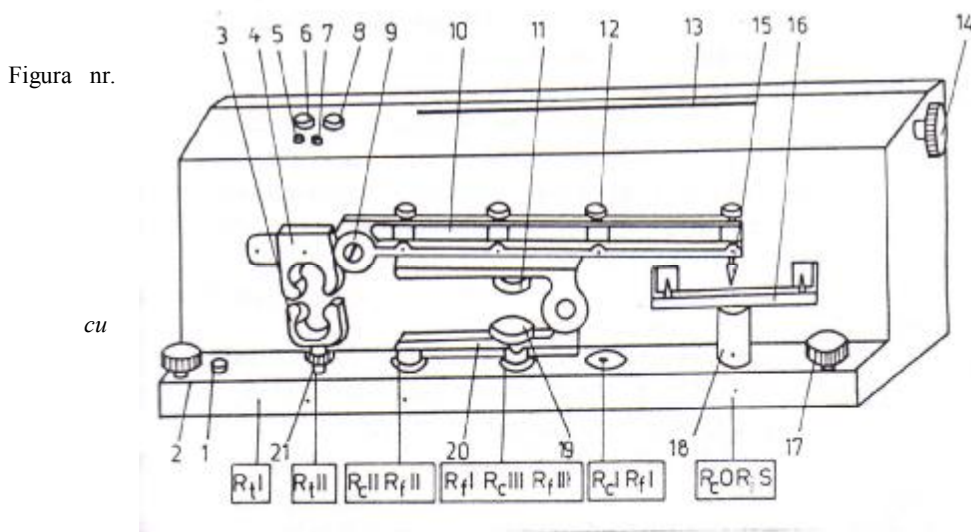


Figura nr. 2.27. Aparatul pentru încercări mecanice cu dispozitivul pentru încovoiere: 1-aparatul pentru încercări mecanice; 2-dispozitivul pentru încovoiere; 3 și 4-prisme de sprijin; 5 și 6-suportți pentru epruvetă; 7- epruveta; 8- prisma de presare; 9-pistonul de presare.

Epruvetele având secțiunea constantă, rezultă că rezistența la încovoiere este funcție de presiune și de aceea valoarea ei se va citi direct pe cercul cel mai interior al manometrului H sau L. Valoarea citită se înmulțește cu 10 și se exprimă în daN/cm^2 , deoarece valoarea rezistenței la încovoiere este de 10 ori mai mare la aceeași presiune, decât valoarea rezistenței la tracțiune care se citește pe aceeași gradație.

B. Aparatul cu acționare electrică tip LRU, Figura nr. 2.28, acționează pe principiul balanței cu un singur braț, cu punctul de rotire fix, balanță ce exercită o presiune asupra probelor. Brațul (10) se rotește în jurul reazemului fix (9), concomitent cu un ghidaj aflat sub carcasă. Acest ghidaj se rotește datorită deplasării spre dreapta a unui cărucior cu o greutate. Căruciorul este antrenat de două electromotoare ce lucrează alternativ, în sens contrar. Viteza de împingere constantă a greutății și a căruciorului, determină o creștere proporțională și liniară a sarcinii pe unitatea de suprafață a probei.



2.28. Aparat tip LRU, cu acționare electromecanică, pentru determinarea rezistențelor mecanice ale amestecurilor de formare : 1-nivelă bulă; 2-suportul aparatului; 3-falcă fixă; 4-falcă mobilă; 5-buton pentru comanda deplasării căruciorului; 6-lampă de

semnalizare; 7-buton pentru aducerea acului indicator în poziția inițială; 8-lampă de semnalizare; 9-ax; 10-brațul aparatului; 11-disc de presare; 12-șurub de reglare a discului de presare, 13-fantă; 14-buton de rotire a tamburului cu scale; 15-prismă de presare; 16-dispozitiv pentru încercarea la încovoiere; 17-șurub de reglare a orizontalității aparatului; 18-cilindru suport; 19-disc de sprijin; 20-braț articulat pentru amplificarea eforturilor de compresiune sau de forfecare; 21-șurub de reglare a fălcii fixe.

Părțile principale ale aparatului sunt: sistemul de antrenare, sistemul de pârghii și sistemul indicator.

Sistemul de antrenare se compune din două electromotoare care funcționează alternativ și anume:

-un electromotor deplasează căruciorul cu greutate spre dreapta determinând astfel rotirea brațului (10) în sensul acelor de ceasornic , (concomitent se deplasează spre dreapta și acul indicator);

-al doilea electromotor antrenează căruciorul înapoi, spre stânga, aducându-l în poziția de plecare.

Sistemul de pârghii montat pe placa de bază (2), se compune dintr-un ghidaj care este fixat pe același ax (9) cu brațul (10). În lungul acestui ghidaj se mișcă un cărucior cu o greutate care prin intermediul brațului (10) și al discurilor (11) și (19) exercită o presiune asupra epruvetei. Acest sistem este echilibrat de o contra greutate aflată sub carcasă.

Sistemul indicator. Pe căruciorul ce se deplasează pe ghidaj se află un ac indicator care arată valoarea rezistențelor mecanice ale amestecurilor de formare . Aceste valori sunt înscrise pe un tambur care cuprinde mai multe scări, tambur ce se poate roti cu ajutorul butonului (14). Pentru citirea rezultatelor, carcasa este prevăzută cu o fantă (13).

Aparatul este prevăzut cu o serie de accesorii care se folosesc la determinarea rezistențelor mecanice și anume:

- bacuri cu trepte pentru determinarea rezistenței la forfecare;
- discurile (11) și (19), pentru determinarea rezistenței la compresiune;
- brațul articulat (20), pentru aceleași determinări;
- dispozitivele (15), (16) și (18), pentru determinarea rezistenței la încovoiere;
- dispozitivele (3) și (4), pentru determinarea rezistențelor la tracțiune.

Domeniul de utilizare

Aparatul este destinat pentru următoarele încercări:

a. Determinarea rezistenței la compresiune a epruvetelor din amestec uscat și umed în următoarele domenii:

- Rc0 de la 0 ... 0,86 daN/cm² ;
- RcI de la 0 ... 1,34 daN/cm² ;
- RcII de la 0 ... 1,72 daN/cm² ;
- RcIII de la 0 ... 20,1 daN/cm² .

b.Determinarea rezistenței la forfecare a epruvetelor din amestec de formare uscat și umed în următoarele domenii:

-RfI de la 0 ... 1,05 daN/cm² ;

-RfII de la 0 ... 5,25 daN/cm² ;

-RfIII de la 0 ... 15,6 daN/cm² .

c.Determinarea rezistenței la tracțiune a epruvetelor din amestec de formare uscat în următoarele domenii:

-RtI de la 0 ... 13 daN/cm² ;

-RtII de la 0 ... 26 daN/cm² .

d.Determinarea rezistenței la încovoiere a epruvetelor din amestec de formare uscat în domeniul:

-RiI de la 0 ... 86 daN/cm² ;

e.Determinarea rezistenței la tracțiune a epruvetelor din amestecuri crude în domeniul:

-RiS de la 0 ... 336 daN/cm² .

În vederea efectuării de încercări se reglează aparatul în poziție orizontală cu ajutorul șuruburilor (17) controlând nivela cu bulă de aer (1).

a.Determinarea rezistenței la compresiune

Pentru Rc0 (0...0,86 daN/cm²) se montează în orificiul brațului (10) pe axul Rc0 discul (11), iar în orificiul corespunzător al plăcii de bază (2) se montează un cilindru cu bacul (19). Epruveta de așază pe bacul (19) și cu ajutorul șurubului (12) corespunzător, se apropie discul (11) până când acesta presează ușor pe probă.

Se reglează scara (13) pe gradația Rc0 cu ajutorul șurubului (14).

Se introduce ștecherul în priză și se aprinde lampa (6).

Se apasă pe butonul alb (5) și se aprinde lampa (8), stingându-se lampa (6). Brațul (10) se va roti iar la capătul său epruveta se va distruge.

Rezultatul se citește pe scara (13) și se împarte la 100. Se aduce acul indicator la zero apăsând pe butonul (7) până când se stinge lampa (8) și se aprinde lampa (6).

Dacă epruveta nu s-a distrus se schimbă domeniul pe RcI.

Pentru RcI (0...1,34 daN/cm²) se montează discul (11) pe axul RcI al brațului (10) și discul (19) cu cilindru respectiv în orificiul corespunzător al plăcii (2). Celelalte operații sunt identice cu cele de la Rc0. Rezultatele se citesc direct pe scară. Dacă epruveta nu se distruge, se schimbă domeniul pe RcII.

Pentru RcII (0...6,72 daN/cm²) se montează dispozitivele pentru compresiune în orificiile RcII corespunzătoare ale brațului 10 și ale plăcii de bază 2.

Operațiile de determinare sunt identice cu cele de la Rc0. Dacă epruveta nu se distruge, se trece la domeniul RcIII.

Pentru RcIII (0...20,1 daN/cm²) se montează un braț articulată (20) astfel ca în orificiul RcII al plăcii de bază (2) și în orificiul RcII al brațului (10) să intre capetele libere (nearticulate). În orificiile RcIII ale brațului (10) se montează bacurile (11) și (19) între care se așază epruveta. Cu ajutorul șurubului (12) se presează ușor bacul (11) pe epruvetă. Celelalte operații sunt identice cu cele de la Rc0. Rezultatele se citesc pe scara RcIII după distrugerea epruvetei.

b.Determinarea rezistențelor la forfecare

Pentru RfI (0...1,05 daN/cm²) se montează în orificiile RfI din brațul (10) și din placa de bază (2), falca superioară de forfecare respectiv falca inferioară cu cilindru corespunzător. Epruveta se așază pe falca inferioară și cu ajutorul șurubului (12) se presează ușor falca superioară pe epruvetă.

Se schimbă scara pe RfI și se pune aparatul în funcțiune. După distrugerea epruvetei se citește rezultatul pe scară. Dacă nu se distruge epruveta se trece pe domeniul RfII.

Pentru RfII (0...5,25 daN/cm²) se schimbă dispozitivele de forfecare în orificiile RfII din brațul (10) și din placa de bază (2). Se schimbă scara pe RfII cu ajutorul șurubului (14). Restul operațiilor sunt similare cu cele de la RfI. Dacă nu se distruge epruveta se trece la domeniul RfIII.

Pentru RfIII (0...15,6 daN/cm²) se montează brațul articulată (20) ca și la determinarea RcIII cu deosebirea că în orificiile RfIII din brațul (10) și din placa de bază (2) se montează dispozitive de forfecare. Se schimbă scara pe RfIII cu ajutorul șurubului (14), celelalte operații fiind similare cu cele de la RfI.

c.Determinarea rezistențelor la tracțiune

Pentru RtI (0...13 daN/cm²) se fixează pe brațul (10) în axa RtI dispozitivul de prindere (4) iar în orificiul RtI al plăcii de bază (2), dispozitivul de prindere (3). Se introduce o pană de fixare în orificiul plăcii

de bază (2). Epruveta se fixează în cele două dispozitive de tracțiune, apropiind dispozitivul (3) de dispozitivul (4), prin intermediul șurubului (21). Se schimbă scara pe RtI, se pune aparatul în funcțiune iar după distrugerea epruvetei se citește rezultatul pe scară și se împarte la (2). Dacă epruveta nu se distruge se trece în domeniul RtII.

Pentru RtII ($0...26 \text{ daN/cm}^2$) se montează dispozitivele de tracțiune (3) și (4) în orificiile RtII din placa de bază (2), respectiv din brațul (10). Se introduce o pană de fixare în orificiul RtII al plăcii de bază (2). Celelalte operații sunt identice cu cele de la RtI. Rezultatele se citesc direct pe scara RtII după distrugerea probei.

d. Determinarea rezistențelor la încovoiere

Pentru RîI ($0...86 \text{ daN/cm}^2$) se montează în orificiul brațului (10) pe axul RîI prisma de presare (15), iar prin orificiul RîI al plăcii de bază se montează cilindrul (18) pe care se montează reazemul (16). Epruveta se așază pe prismele triunghiulare ale reazemului (16). Se apropie falca de încovoiere (15) de epruvetă utilizând șurubul (12). Se pune aparatul în funcțiune și după distrugerea epruvetei se citește rezultatul pe scara RîI.

Pentru RîS ($0...336 \text{ daN/cm}^2$) se montează dispozitivele de încovoiere (15), (18) și (16) în orificiile RîS. Celelalte operații sunt identice cu cele de la RîI. Citirea rezultatelor se efectuează pe scara RîS după distrugerea epruvetei.

2.8. DETERMINAREA REZISTENȚELOR MECANICE ALE AMESTECURILOR DE FORMARE ÎN STARE CRUDĂ

1. Considerații teoretice

Rezistența la tracțiune și încovoiere în stare crudă se determină mai rar în turnătorii, deoarece aceste caracteristici au valori foarte reduse, iar aparatul nu are sensibilitate suficientă pentru măsurarea lor.

Se determină însă rezistența la compresiune și forfecare în stare crudă.

Rezistența la încovoiere se determină pe epruvete paralelipipedice cu lungimea de 173 mm.

Epruvetele crude au rezistența la încovoiere prea mică pentru a putea fi așezate pe două reazeme, de aceea se încearcă prin rupere sub propria greutate. Ruperea se poate produce fie prin deplasarea benzii (2) de sub epruveta (1) lăsând-o nesprrijinită la un capăt, Figura nr. 2.29 a, fie prin deplasarea epruvetei (1) peste marginea unei mese, Figura nr. 2.29 b.

Rezistența la încovoiere se calculează cu relația:

$$R_i = \frac{M_i}{w} = \frac{\frac{m \cdot g \cdot l}{2}}{\frac{a^3}{6}} = \frac{3 \cdot m \cdot g \cdot l}{a^3} \cdot 10^{-3}, \text{ (N/cm}^2\text{)} \quad (2.10)$$

în care m este masa porțiunii în consolă, în kg; l -este lungimea părții în consolă, în m; g -acelerația gravitațională, în m/s^2 ; a -latura epruvetei, în m.

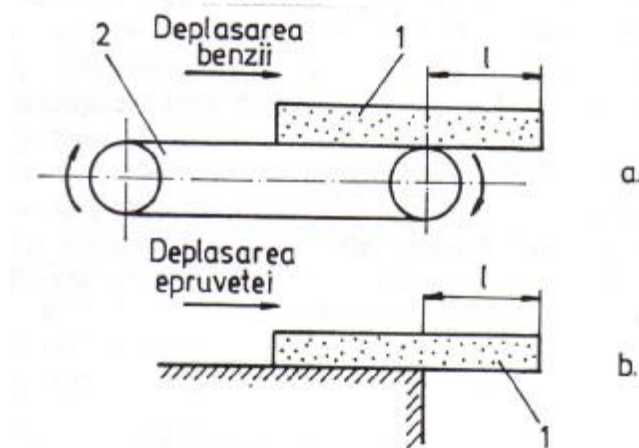


Fig.2.29. Principiul determinării rezistenței la încovoiere a amestecurilor de formare în stare crudă : a-deplasarea benzii 2 de sub epruveta 1 ; b-deplasarea epruvetei 1 peste marginea unei mese.

Pentru determinarea rezistenței la tracțiune a amestecurilor în stare crudă se confecționează epruvete cilindrice.

Rezistența la tracțiune se calculează cu relația:

$$R_t = \frac{G}{A}, \quad (\text{gf/cm}^2) \quad (2.11)$$

în care G este greutatea tuturor părților aflate sub planul ruperii, respectiv a epruvetei și a greutateților adăugate pentru ruperea ei, în gf; A -secțiunea epruvetei egală cu $19,35 \text{ cm}^2$.

2. Metode de determinare

Pentru determinarea rezistenței la încovoiere a amestecurilor crude, se folosește în laborator aparatul tip LRg-1, (Figura nr. 2.30). Acest aparat are următoarele părți componente:

Sistemul de acționare pe care se așază proba și care se poate deplasa de la dreapta spre stânga (și invers). Proba este așezată pe banda (9) a acestui sistem și este împiedicată să se deplaseze spre stânga odată cu sistemul, datorită cadrului (8) ce are rol de fixare. Sistemul de acționare deplasându-se

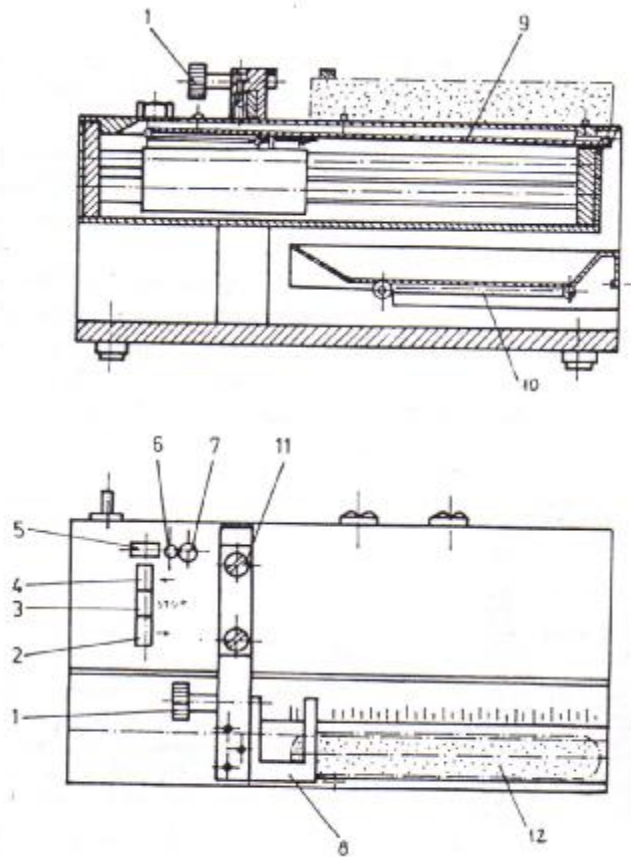


Fig.2.30. Aparat tip LRg-1, pentru determinarea rezistenței la încovoiere a amestecurilor de formare crude : 1-tambur de rotire a cadrului de fixare ; 2-buton pentru aducerea părții mobile în poziția inițială ; 3-buton pentru oprire ; 4-buton pentru deplasarea părții mobile ; 5-întrerupător ; 6-lampă de semnalizare a tensiunii în rețea ; 7-lampă de semnalizare a deplasării părții mobile ; 8-cadru rabatabil de fixare a epruvetei ; 9-bandă ; 10-suport tavă ; 11-șuruburi ; 12-epruvetă.

spre stânga, se retrage treptat de sub capătul din dreapta a epruvetei și acesta rămânând nesrijinit, se rupe la un moment dat. Partea din epruvetă care se rupe, va cădea într-o tavă aflată pe suportul (10) și sub influența greutății va decupla automat sistemul. Sistemul de acționare este antrenat în mișcările sale de către un motor electric, prin intermediul unui angrenaj dințat și a unui sistem șurub-piuliță, pentru transformarea mișcării de rotație în mișcare de translație.

Sistemul electric de pornire-oprire și comandarea sistemului de acționare. Astfel butonul (5) este pentru intrarea și semnalizarea intrării în funcțiune a aparatului, iar butoanele (4) și (2) comandă mișcări ale sistemului de acționare.

Pentru determinarea rezistenței la tracțiune se pot utiliza două metode:

Metoda I – folosește un dispozitiv special, Figura nr. 2.31, care constă din două elemente demontabile, (1) și (2), în care se confecționează epruveta (3). Fiecare dintre cei doi cilindri este prevăzut în interior cu canale circulare, pentru a permite fixarea epruvetei în timpul încercării.

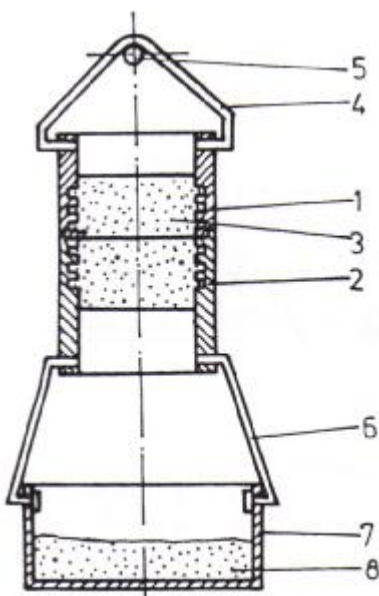


Figura nr. 2.31. Dispozitiv pentru determinarea rezistenței la tracțiune a amestecurilor de formare crude : 1-element fix ; 2-element mobil ; 3-epruveta ; 4-toartă ; 5-cârlig ; 6-suport de sârmă ; 7-recipient ; 8-alice sau nisip.

După confecționarea epruvetei pe sonetă, cilindrul se suspendă prin intermediul unei toarte (4), de un cârlig (5). Cilindrul inferior este prevăzut, de asemenea, cu posibilitatea atașării printr-un suport de sârmă (6), a unei cutii ușoare (7), care se umple treptat cu alicie sau nisip (8), până la ruperea epruvetei. Rezistența la tracțiune se calculează cu relația prezentată anterior, unde în componența greutății G intră greutatea epruvetei rupte, a cilindrului inferior, a cutiei și a alicelor.

Metoda II – folosește dispozitivul tip LRuw, Figura nr. 2.32, care intră în componența aparatului universal tip LRu. Dispozitivul tip LRuw este construit după principiul unei pârgii cu două brațe. Răsucirea pârgiei în jurul punctului de rotire fix, montat pe suportul (8), sub acțiunea presiunii exercitate de brațul (10) al aparatului universal LRu, are drept scop tracțiunea epruvetei cilindrice, care a fost executată în bușele (4) și (5) ale dispozitivului LRuw. Bucșa superioară are două prisme care servesc la rezemarea pe pârghia (1) a dispozitivului, iar bucșa inferioară (5) are, de asemenea, două știfturi ce servesc la fixarea în locașurile corespunzătoare ale suportului (6). La capătul celălalt al pârgiei (1) se atâră greutatea (7), ce servește la echilibrarea pârgiei cu bucșa (4) pe ea. Suporturile (6) și (8) sunt sudate pe cadrul (9), care se fixează pe placa de bază a aparatului universal LRu prin intermediul a două știfturi (3), prevăzute cu orificii pentru introducerea penelor de fixare (11).

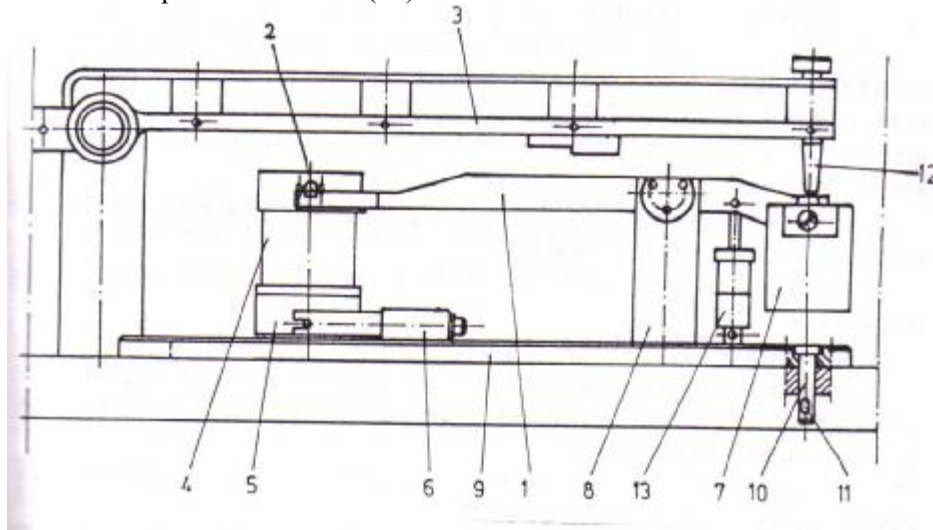


Figura nr. 2.32. Dispozitiv tip LRuw pentru determinarea rezistenței la tracțiune a amestecurilor de formare crude, pe aparatul cu acționare electromecanică tip Lru : 1-braț cu furcă ; 2-prismele bucșei superioare ; 3-brațul aparatului tip Lru ; 4-bucșă mobilă cu striații interioare ; 5-bucșă fixă ; 6-furcă fixă ; 7-contragreutate ; 8-suport ; 9-placă de bază ; 10-știft ; 11-pană transversală ; 12-con ; 13-amortizor cu ulei.

Brațul (10) apasă pârghia (1) prin conul (12), care se introduce anterior în locașul său din brațul (10). Între pârghia (1) și cadrul (9) este intercalat un amortizor umplut cu ulei.

3. Modul de lucru

Determinarea rezistenței la încovoiere

Înainte de utilizarea aparatului tip LRg-1, se va verifica dacă tava de pe suportul (10) este orizontală.

Pentru utilizarea aparatului este obligatorie următoarea succesiune de operații:

- se apasă pe butonul (1) și se rabate la 90° cadrul (8) care fixează epruveta ;
- se așază cu precizie epruveta pe banda (9), astfel ca să fie situată pe bandă în întregime;
- se apasă butonul (1) și se așază cadrul (8) în poziția inițială pentru a fixa epruveta la capătul din stânga;

- se cuplează butonul (5) pentru pornire, aprinzându-se lampa (6);

-se pune în funcțiune aparatul, apăsând pe butonul (4) și se va aprinde lampa (7). Capătul benzii (9) se va deplasa spre stânga, iar proba fiind fixă, la un moment dat partea din epruvetă ce rămâne în consolă se va rupe sub greutatea proprie, va cădea într-o tavă aflată pe suportul (10) și va decupla automat aparatul.

-Se vor cântări atât partea ruptă cât și partea rămasă, iar datele se vor prelucra conform relațiilor prezentate;

- Sistemul de acționare se aduce în poziția inițială apăsând pe butonul (2).

Determinarea rezistenței la tracțiune

Pentru efectuarea determinărilor, se montează dispozitivul tip LRuw pe aparatul universal de determinare a rezistențelor mecanice ale amestecurilor de formare tip LRu.

Dispozitivul se fixează pe placa de bază a aparatului universal, cu ajutorul știfturilor (3) și a penelor (11).

Se scot bușele (4) și (5), se assemblează împreună și se umplu cu amestec de formare, după care se introduc la sonetă și se îndeasă amestecul prin aplicarea a trei lovituri.

Se fixează conul (12) în brațul (10), se conectează aparatul la rețea, aprinzându-se lampa (6) și apoi se rotește brațul (10) în sens invers acelor de ceasornic, pentru a nu mai apăsa prin intermediul conului (12) pe capătul pârghiei (1).

Aceasta se realizează prin apăsarea pe butonul (7), readucând căruciorul cu greutatea a aparatului universal în poziția sa inițială. Bucșele (4) și (5) care conțin epruveta de încercat, se fixează pe dispozitivul LRuw în felul următor: știfturile bucșei inferioare (5) se introduc în locașurile corespunzătoare ale suportului (6), iar prismele bucșei (4) se așază în locașurile pârghiei (1).

Se reglează scara (13) pe gradația RiS cu ajutorul șurubului (14).

Se apasă pe butonul alb (5) și se aprinde lampa (8), stingându-se lampa (6). Brațul (10) se va roti și va acționa prin intermediul conului (12) pârghia (1) și bucșa (4) se depărtează astfel de bucșa (5), epruveta fiind solicitată la tracțiune.

După distrugerea epruvetei, funcționarea aparatului universal LRu se va întrerupe automat, iar rezultatul se va citi pe scara (13) și se va împărți la 1000.

Pentru o nouă determinare se aduce la zero acul indicator al aparatului, apăsând pe butonul (7) până se stinge lampa (8) și se aprinde lampa (6).

2.9.DETERMINAREA REZISTENȚEI DINAMICE ȘI A INDICELUI DE SFĂRÂMARE ALE AMESTECURILOR DE FORMARE

A.Determinarea rezistenței dinamice a amestecurilor de formare

1.Considerații teoretice

Încercările amestecurilor de formare la solicitări statice nu corespund condițiilor reale de lucru ale formelor și miezurilor și din acest motiv este necesară completarea studiului proprietăților mecanice ale amestecurilor de formare, cu determinarea rezistenței dinamice (rezistența la șoc). Această proprietate este foarte importantă deoarece în timpul turnării unele părți ale formai sunt supuse acțiunii dinamice exercitată de aliajul lichid.

Acțiunea dinamică a jetului de aliaj lichid se manifestă cu precădere în cazurile în care rețeaua de turnare nu este bine dimensionată sau când înălțimea de turnare este mai mare decât cea normală. Datorită înălțimii mari de cădere și secțiunii necorespunzătoare a alimentatoarelor, aliajul lichid intră cu viteză mare în formă. În funcție de direcția de intrare în cavitatea formei, jetul de aliaj lichid poate să spele pereții formei și să antreneze incluziuni de amestec, sau poate lovi frontal unele proeminente. Dacă materialul formei nu are rezistență la șoc, este posibil ca aceste proeminente să se rupă, producându-se în final rebut datorită incluziunilor de amestec de formare, care reduc proprietățile mecanice ale pieselor.

În afară de acțiunea dinamică a jetului de aliaj lichid, asupra formelor acționează șocuri de altă natură cum ar fi șocurile care se produc la asamblarea formei, la manevrarea formei, precum și la asigurarea ei în vederea turnării.

În principiu, rezistența dinamică se determină prin supunerea epruvetei standard la șoc mecanic până se distruge. Aprecierea calității amestecului se face după numărul de șocuri care se aplică epruvetei, până la distrugerea ei.

2. Metode de determinare și modul de lucru

Determinarea rezistenței dinamice a amestecurilor de formare se execută cu aparatul din Figura nr. 2.33.

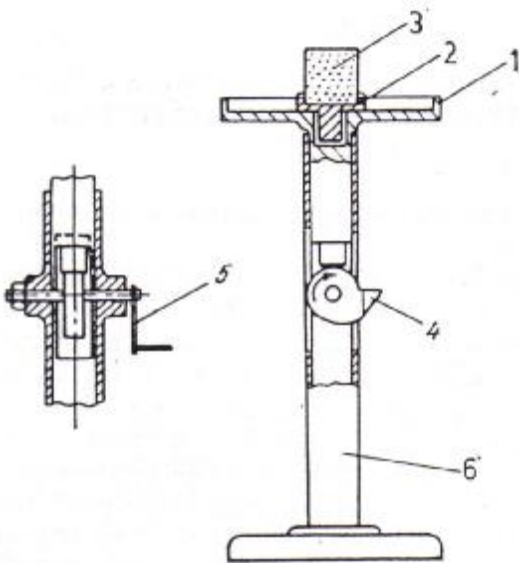


Figura nr. 2.33. Aparat pentru determinarea rezistenței la șoc.

Aparatul se compune din masa (1), care se poate ridica prin acționarea excentricului (4). Pe masă se află suportul (2), care susține epruveta (3).

Pentru efectuarea determinării se ridică masa (1) cu ajutorul excentricului (4) și apoi se lasă să cadă liber de la o înălțime $h=20$ mm. Ca urmare a șocului mecanic, epruveta (3) se tasează și se îndeasă, iar după un anumit număr de lovituri apare o fisură verticală pe suprafața laterală a probei. Această fisură crește pe măsură ce crește numărul de lovituri. Încercarea se consideră terminată când fisura intersectează întreaga suprafață superioară a epruvetei

Rezistența dinamică se apreciază după numărul de lovituri aplicate de la începutul apariției fisurii verticale și până la distrugerea epruvetei.

În lipsa unui asemenea aparat, rezistența dinamică se poate determina la sonetă, căreia i se adaugă un dispozitiv la partea superioară pentru așezarea epruvetei.

În ambele cazuri, rezistența dinamică se poate calcula cu ajutorul lucrului mecanic consumat la distrugerea epruvetei. Lucrul mecanic se determină cu relația:

$$L = \frac{G}{S} \cdot h \cdot n \cdot a, \quad (\text{J/cm}^2) \quad (2.12)$$

în care L este lucrul mecanic calculat, în J/cm^2 ; G - greutatea epruvetei, în kg; S - secțiunea epruvetei, în cm^2 ; h - înălțimea de cădere a epruvetei, în cm; n - numărul de lovituri la care a fost supusă epruveta până la distrugere; a -coeficient care ține seama de pierderile de energie prin frecare în aparat, precum și datorită deformărilor elastice.

În calcule se va considera: $a=0,8$; $h=2$ cm când se folosește aparatul din Figura nr. 2.33 și $h=5$ cm când se folosește soneta.

B.Determinarea indicelui de sfărâmare a amestecurilor de formare (indice Shatter)

1. Considerații teoretice

Indicele de sfărâmare sau indicele Shatter caracterizează coeziunea amestecului de formare, respectiv tendința acestuia de a se sfărâma în bulgări mai mari.

În principiu, încercarea Shatter constă în sfărâmarea dinamică a unei epruvete cilindrice din amestec de formare, în stare crudă. Epruveta se supune încercării de sfărâmare pe o nicovală plasată în mijlocul unei site cu latura ochiurilor de 12,5 mm, care selecționează bulgării sfărâmați.

Indicele de sfărâmare Shatter se calculează cu relația:

$$I_s = \frac{m_b}{m} \cdot 100, \quad (\%) \quad (2.13)$$

în care m_b este masa bulgărilor cu dimensiuni mai mari de 12,5 mm; m - masa epruvetei supusă încercării.

Se efectuează trei încercări, luându-se în considerare media aritmetică a valorilor determinate, cu condiția ca aceasta să nu difere de valorile individuale cu mai mult de 10%. În caz contrar, încercările se repetă.

2. Metode de determinare și modul de lucru

b. Aparatul pentru determinarea indicelui de sfărâmare prin căderea epruvetei este prezentat în Figura nr. 2.34.

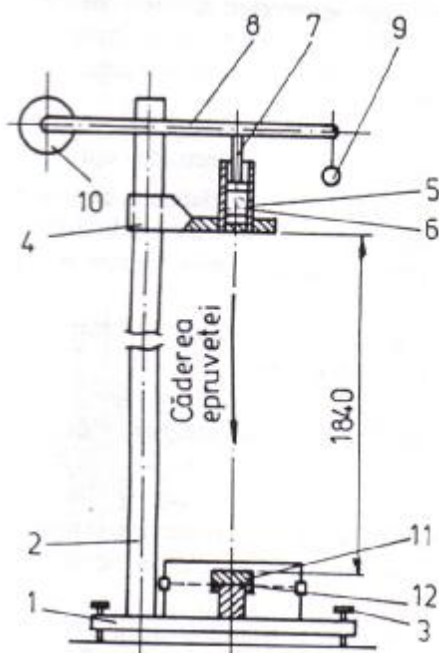


Figura nr.2.34. Aparat pentru determinarea indicelui de sfărâmare Shatter prin căderea epruvetei : 1-placă de bază ; 2-coloană verticală ; 3-șuruburi pentru reglarea verticalității ; 4-consolă ; 5-tub pentru așezarea epruvetei ; 6-epruveta ; 7-piston ; 8-pârghie ; 9-mâner ; 10-contragreutate ; 11-nicovală ; 12-sită cu ochiuri de 12,5 mm.

Căderea epruvetei se realizează de la o înălțime de 1840 mm, iar axa epruvetei trebuie să fie verticală.

Aparatul este compus dintr-o placă de bază (1) pe care este montată o coloană de susținere (2). Pe această coloană este fixată o consolă (4), pe care se așază cilindrul metalic (5) cu diametrul interior de 50 mm, în care se află epruveta (6) ce urmează a se supune determinării. La partea superioară a coloanei este articulată o pârghie (8) prevăzută cu un piston (7), pentru a împinge epruveta din cilindru. La capătul

pârghiei (8) se află un mâner (9) pentru acționare iar la cealaltă extremitate este prevăzută cu o contragreutate (10) pentru echilibrarea greutăților elementelor pârghiei și pentru menținerea în repaus a pistonului (7) în poziția superioară.

Pe placa de bază, sub locașul de așezare a cilindrului (5) cu epruveta (6) se află montată o sită (12) cu ochiuri având latura de 12,5 mm, în mijlocul căreia este montată o nicovală cilindrică (11), coaxială cu axul epruvetei.

Placa de bază este montată pe picioare prevăzute cu șuruburi de reglare (3), pentru realizarea poziției verticale a aparatului, astfel ca axa epruvetei să corespundă cu cea a nicovalei. Trebuie să fie orizontală și suprafața nicovalei.

Unele încercări au stabilit că rezultatele pot fi influențate de o serie de factori. Astfel este posibil ca epruveta să nu cadă exact în centrul nicovalei, sau să sufere mici rotiri pe parcursul căderii care influențează modul de producere al șocului. De asemenea, viteza inițială este diferită de zero, iar energia de cădere, care depinde de masa epruvetei, diferă de la o epruvetă la alta și în special de la un amestec la altul, în funcție de compresibilitatea fiecăruia.

b. Aparatul pentru determinarea indicelui de sfărâmare prin căderea unei bile de oțel

Acest aparat înlătură o serie de dezavantaje prin faptul că epruveta este așezată pe nicovala plasată în mijlocul sitei iar asupra ei se lasă să cadă o bilă de oțel cu diametrul de 50 mm și masa de 510 g de la o înălțime de 1000 mm.

Aparatul este prezentat în Figura nr. 2.35 și se compune dintr-o placă de bază (1) pe care este montat un suport (2) care susține tubul de ghidaj (3). La capătul superior al acestui tub se află electromagnetul (4) care are rolul de a fixa bila (5) în poziția inițială la 1000 mm de nicovală. Pe placa de bază (1) este așezată, de asemenea, sita (8) în centrul căreia este montată nicovala (7), pe care se află epruveta (6).

Placa de bază este susținută pe șuruburi care permit reglarea orizontalității. Căderea bilei este declanșată electric cu ajutorul unui întrerupător. Acesta asigură o viteză inițială de cădere nulă. Energia de cădere este aceeași deoarece masa bilei este constantă. Aparatul prezentat are și el un inconvenient în sensul că după lovire, bila se rostogolește peste sita (8) și poate să sfărâme o parte din bulgării rămași pe sită.

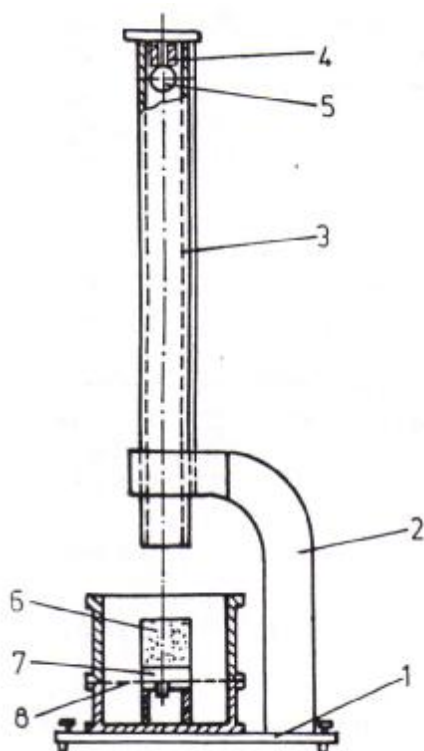


Figura nr. 2.35. Aparat pentru determinarea indicelui de sfărâmare prin căderea unei bile de oțel : 1-placă de bază ; 2-suport ; 3-tub de ghidaj ; 4-electromagnet ; 5-bilă de oțel ; 6-epruveta ; 7-nicovală ; 8-sita.

Cu toate acestea, rezultatele sunt mult mai apropiate de realitate.

Pentru determinări se utilizează epruvete din amestec de formare în stare crudă.

Pentru determinarea indicelui de sfărâmare pe aparatul ce funcționează cu căderea liberă a epruvetei, se așază cilindrul (5) cu epruveta (6) pe consola (4) în locașul special prevăzut pentru amplasarea acestuia. Se trage ușor mânerul (9) al pârghiei (8), care va acționa pistonul (7) astfel ca epruveta să fie împinsă în jos, cu o viteză constantă și foarte mică.

Când epruveta este aproape de ieșirea completă din cilindru, viteza se micșorează la minimum posibil. După cădere, epruveta se sparge pe nicovala (11), iar bulgării se împrăștie pe sită, trecând parțial prin ochiurile acesteia. Dacă epruveta nu a căzut exact pe nicovală se verifică verticalitatea aparatului, apoi se reglează după caz, cu ajutorul șuruburilor (3). Bulgării se amestec rămași pe sită și pe nicovală se colectează și se cântăresc. Datele obținute se introduc în relația de calcul a indicelui de sfărâmare.

2.10. DETERMINAREA GRADULUI SE ÎNDESARE ȘI A DURITĂȚII SUPERFICIALE A FORMELOR ȘI MIEZURILOR

1. Considerații teoretice

În general, în urma preparării și mai ales în urma aerării, amestecurile de formare se obțin în stare afânată.

Pentru executarea formelor este necesară o operație de îndesare pentru a se obține o mărire a forțelor de coeziune și o mai bună rezistență mecanică, ceea ce se realizează printr-o reducere a volumului amestecului adică printr-o creștere a densității aparente.

Gradul de îndesare este unul dintre factorii principali care influențează rezistența mecanică a amestecurilor de formare. Cu creșterea gradului de îndesare, crește rezistența mecanică a amestecului de formare, dar această creștere are loc în detrimentul permeabilității care scade, împiedicând evacuarea gazelor care iau naștere la turnare.

Pentru a se obține indicații cu privire la gradul de îndesare se obișnuiește să se determine duritatea formelor și a miezurilor pe suprafețele ce vin în contact cu metalul topit, în timpul turnării.

Duritatea formelor și miezurilor este în legătură directă cu gradul de îndesare.

2. Metode de determinare

Pentru efectuarea lucrării sunt necesare:

- aparat Dietert pentru determinarea gradului de îndesare;
- rame, modele, scule de formare;
- amestec de formare.

Pentru determinarea durității superficiale a formelor și miezurilor crude se folosește durometrul Dietert, Figura nr. 2.36 care este compus din tija (1) care este prevăzută cu un cap emisferic. Tija (1) se apasă pe suprafața formei până când talpa (2) a aparatului face contact pe toată suprafața sa cu suprafața formei sau a miezului.

Suprafața formei opune rezistență la pătrunderea tije, resortul calibrat (3) se comprimă, iar tija (4) se deplasează și printr-un sistem compus din cremalieră și pinion, pune în mișcare acul indicator (5) al aparatului.

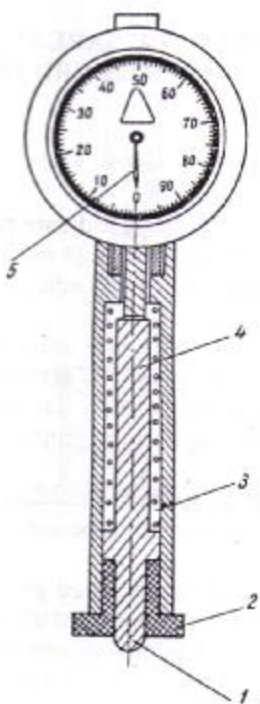


Figura nr. 2.36. Durometru Dietert pentru determinarea gradului de îndesare la forme crude : 1- cap emisferic ; 2-talpa aparatului ; 3-resort calibrat ; 4-tijă ; 5-ac indicator.

Amestecul de formare neîndesat nu opune rezistență la pătrunderea capătului tije și în acest caz acul indicator rămâne la 0. Cu cât crește gradul de

îndesare cu atât mai mult pătrunde în aparat capătul tije (4) și cu atât mai mult se comprimă resortul (3). Când amestecul de formare are o densitate foarte mare, resortul se comprimă complet, iar acul indicator parcurge o rotație completă căreia îi corespund 100 diviziuni pe scala gradată a aparatului.

Aparatul Dietert are la capătul tije o bilă cu diametrul de 5 mm și un resort care dezvoltă o forță de apăsare maximă de 237 gf.

Duritatea superficială a formei se poate calcula luând în considerație faptul că forța dezvoltată de resort este proporțională cu deplasarea bilei.

Pentru aparatul cu diametrul bilei de 5 mm și forța de apăsare de 237 gf, duritatea superficială, H_s , se calculează cu relația:

$$H_s = \frac{585 - D}{100 - D}, \quad (\text{gf/cm}^2) \quad (2.14)$$

în care D reprezintă numărul de diviziuni citite pe scara aparatului.

Pentru a se evita însă operațiile de calcul ale durității, în practică, duritatea superficială se poate aprecia direct după numărul de diviziuni citite pe cadranul aparatului, folosindu-se tabelul următor:

Nr.crt	D	Gradul de îndesare
1	12	Îndesare foarte slabă
2	20	Îndesare slabă
3	50	Îndesare mijlocie
4	70	grad înalt de îndesare
5	85	grad foarte înalt de îndesare

În tabelul de mai jos, sunt indicate valorile optime ale gradului de îndesare pentru forme crude executate manual în funcție de aliajul care se toarnă și mărimea piesei turnate.

Aliajul turnat	Mărimea pieselor turnate		
	mici	mijlocii	Mari
oțel	40-50	50-60	60-75
fontă	30-40	40-55	40-70
neferoase	25-35	25-45	35-60

Pentru determinarea durității superficiale a formelor și miezurilor uscate nu se mai poate utiliza durometrul Dietert deoarece amestecul de formare uscat opune rezistență mult mai mare. În principiu, duritatea superficială a formelor uscate se măsoară prin adâncimea de pătrundere a unor freze apăsate de niște resorturi. Cel mai utilizat este aparatul numit comparator cu freză tip Georg Fischer, Figura nr. 2.37.

Aparatul este alcătuit dintr-un cilindru (1), un buton de manevrare (2), freza (3) solidară cu tija (4) a frezei. Pe tija este fixată plăcuța (5), iar între placă și cilindru se află resortul (6). Butonul de manevrare este fixat de tija (4) astfel că dacă se ține cu mâna stângă de cilindru (1) și se trage butonul (2), atunci plăcuța tije (5) comprimă resortul (6).

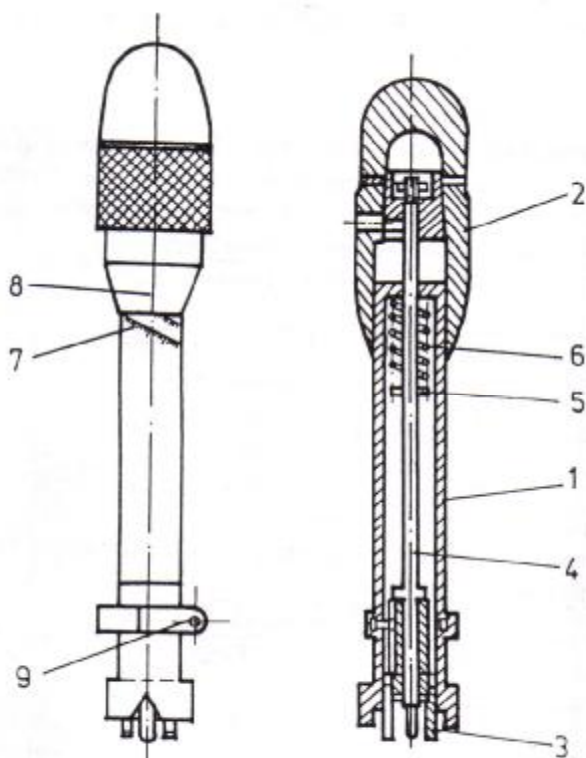


Figura nr. 2.37. Comparator cu freză pentru determinarea durității superficiale a amestecurilor de formare uscate: 1-cilindru; 2-buton de manevrare; 3-freză; 4-tijă; 5-plăcuța tije; 6-resort; 7-scală elicoidală; 8-reper inițial; 9-buton de blocaj.

Dacă se rotește corespunzător butonul astfel ca reperul inițial (8) să ajungă la punctul zero al scalei elicoidale (7) marcate, se observă că resortul rămâne comprimat iar freza (3) rămâne în interiorul cilindrului. Când se rotește butonul astfel ca reperul inițial să iasă din regiunea zero a curbei, resortul apasă cu o anumită forță asupra plăcii (5) și deci asupra tijei (4), cu freza (3). Poziția tijei poate fi blocată în orice moment cu butonul de blocaj (9).

3.Modul de lucru

Se vor confecționa la sonetă epruvete cilindrice crude cu diferite grade de îndesare și se va măsura duritatea superficială cu aparatul Dietert. Pentru efectuarea unei determinări corecte este necesar să se efectueze 3 determinări a căror valoare individuală să nu depășească 15% din valoarea mediei aritmetice. Cu valoarea medie a citirilor se calculează duritatea utilizând relația de calcul prezentată anterior.

Pentru determinarea durității superficiale a formelor uscate se vor confecționa epruvete cilindrice din același amestec apoi se vor usca și răci până la temperatura mediului ambiant. Pentru efectuarea determinării, proba se așază pe masa de lucru astfel ca să aibă o poziție orizontală. Se fixează reperul inițial al comparatorului cu freză la punctul de zero al curbei elicoidale de pe cilindru, utilizând butonul (2). Se așază aparatul în poziție verticală pe suprafața probei astfel ca partea frontală a lui să se sprijine pe ea, ținând aparatul cu mâna stângă. Se scoate butonul (2) din poziția fixată anterior astfel că resortul (6) acționează asupra frezei și implicit asupra probei. Cu ajutorul butonului (2) se execută cinci rotații într-un sens și cinci în celălalt sens până la refuz. Se blochează aparatul și se citește cifra de duritate în unități absolute la intersecția marginii butonului cu curba spirală care este divizată în 80 de unități absolute.

Se vor executa câte trei determinări, rezultatul fiind dat de media aritmetică a lor cu condiția ca diferența dintre medie și valorile individuale să fie de 10%. Dacă se depășește această diferență procentuală, se repetă determinarea.

2.11. DETERMINAREA REZISTENȚEI SUPERFICIALE A SUPRAFEȚEI FORMELOR ȘI MIEZURILOR

1. Considerații teoretice

Aliajele lichide exercită asupra materialului formei acțiuni mecanice și termice. Aceste acțiuni se manifestă în primul rând asupra suprafeței formelor și miezurilor, deoarece rezistența suprafeței este mai mică decât a interiorului, granulele de nisip fiind legate dintr-o parte.

Asupra pereților formei se exercită acțiuni mecanice, dinamice și statice. Acțiunea dinamică se manifestă la căderea jetului de metal, cu secțiunea A, de la înălțimea H, asupra unui perete al formei, jetul exercitând o forță:

$$F = 2 \cdot \gamma \cdot A \cdot H \quad (2.15)$$

Raportând forța la unitatea de suprafață, rezultă o presiune:

$$P = \frac{F}{A} = 2 \cdot \gamma \cdot H \quad (2.16)$$

în care γ este greutatea specifică a aliajului turnat.

Dacă presiunea dată de jet depășește rezistența la compresiune a peretelui formei, se produce o eroziune a peretelui și o antrenare a nisipului. De aceea la turnarea în forme crude trebuie evitată turnarea directă sau trebuie limitată la piese cu înălțimi sub 150-250 mm. Chiar și la turnarea în sifon, trebuie să se aibă în vedere o eroziune posibilă la baza piciorului pâlniei, la începutul umplerii.

Piesele cu înălțimea peste 500 mm trebuie să se toarne în forme uscate superficial sau în forme uscate integral, în special când au o grosime de perete și o masă mare. Prin uscare rezistența la compresiune a amestecului crește, rezistența la eroziune fiind astfel asigurată.

Acțiunile statice și termice ale aliajului lichid însoțesc de obicei acțiunile dinamice și le favorizează caracterul distructiv.

2. Metode de determinare

Pentru determinarea rezistenței suprafeței amestecurilor de formare se folosesc curent trei metode:

Metoda I utilizează epruvete standard care se introduc într-o tobă, Figura nr. 2.38, cu diametrul de 110 mm și cu pereții de sârmă

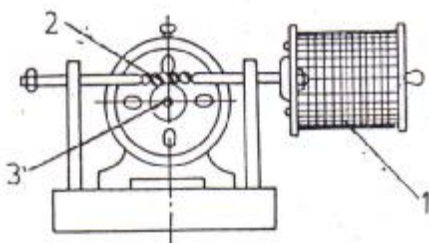


Figura nr. 2.38. Aparat pentru determinarea rezistenței suprafeței a amestecurilor de formare : 1-sită tambur ; 2-reductor melcat ; 3-electromotor.

groasă de 0,9 mm, sub formă de plasă cu ochiurile de 2,5 mm. Determinarea constă în rotirea epruvetei timp de un minut în toba cilindrică având o viteză de rotație de 60 rot/min. Raportul dintre masa finală și cea inițială exprimată în procente, reprezintă rezistența suprafeței amestecului.

Metoda a II-a, după Roll utilizează tot epruvete standard care se fixează în dispozitivul de prindere a aparatului, în poziție orizontală și se rotesc. Pe suprafața epruvetei, în rotație, cad 1500 g alice din oțel de la înălțimea de 250 mm, producând o eroziune. Rezistența suprafeței este dată de raportul dintre masa finală și masa inițială a epruvetei, exprimat în procente.

Metoda a III-a folosește aparatul tip LS-1, Figura nr. 2.39. Epruveta cilindrică standard, umedă sau uscată, se așază transversal pe două role cilindrice (2) ale aparatului tip LS-1, role care sunt antrenate în mișcare de rotație de un electromotor prin intermediul unei transmisii cu roți dințate ce poate asigura două durate de rotație (750 rot/5 min și 300 rot/2 min) cu întrerupere automată a mișcării. Rolele (2) care susțin epruveta, trebuie să fie perfect orizontale și de aceea aparatul are picioarele reglabile și nivela cu bulă de aer (14), pentru controlul orizontalității. Când se folosesc epruvete din amestec de formare crud, turația roților (2) trebuie să fie de 750 rot/5 min, iar epruveta trebuie să fie uscată în tot timpul determinării cu ajutorul unei lămpi cu radiații infraroșii.

În acest scop, lampa cu infraroșii a aparatului poate fi coborâtă cu ajutorul pârgheii (4) care acționează asupra lămpii și a suportului ei printr-un sistem roată dințată-cremalieră. Lampa cu infraroșii trebuie să asigure la suprafața epruvetei din amestec de formare crud, o temperatură de $100 \pm 5^\circ\text{C}$. Pentru controlul

temperaturii se folosește un termometru care se introduce în bucașă (3) astfel ca să ajungă la jumătatea epruvetei.

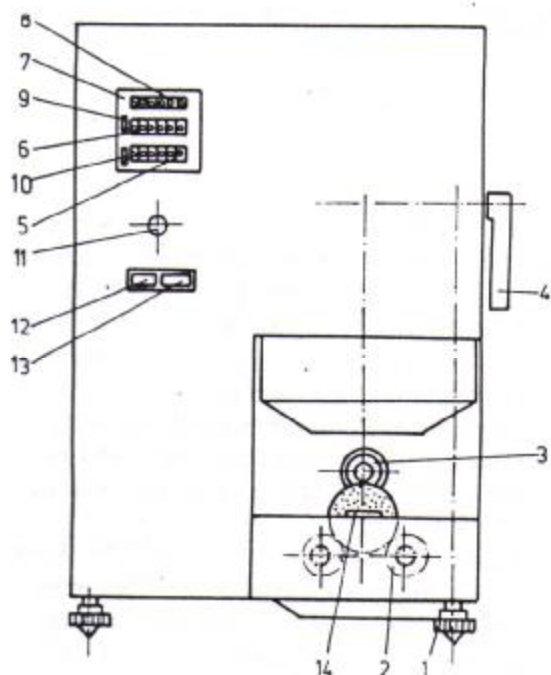


Fig.2.39. Aparat tip LS-1 pentru determinarea rezistenței superficiale a amestecurilor de formare crude și uscate :

Când pentru determinarea rezistenței superficiale se folosesc epruvete uscate, sistemul de încălzire este scos din funcțiune iar lampa cu infraroșii este menținută în poziția ei ridicată. Pentru epruvete uscate turația roților (2) trebuie să fie de 300 rot/2 min.

Numărul de rotații pe care trebuie să le efectueze rolele (2) se programează inițial pe numărătorul de impulsuri (7), prin apăsarea pe butoanele negre (8) începând de la stânga la dreapta, după acțiunea în prealabil a butonului (10) și deplasarea pârghiei (9).

În momentul când rolele (2) au efectuat numărul de rotații programat anterior, mecanismul de antrenare a roților este oprit automat. Rolele (2), sprijinind epruveta de încercat și învârtindu-se constant timp de 5 minute, erodează o anumită cantitate de amestec G_e de pe suprafața probei. Amestecul erodat cade într-o tavă și poate fi cântărit. Rezistența amestecului R_s se calculează cu relația:

$$R_s = \frac{G_i - G_e}{G_i} \cdot 100 \quad (\%) \quad (2.17)$$

în care G_i este greutatea inițială a epruvetei de încercat.

3. Modul de lucru

Pentru efectuarea determinărilor se vor prepara diferite amestecuri din care se vor realiza epruvete atât în stare crudă cât și uscată.

Aparatul LS-1 se așază în poziție orizontală, reglând picioarele (1) și controlând nivela cu bulă de aer (14). Pentru controlul temperaturii la suprafața probei se introduce termometrul prin bucașă (3) până când rezervorul cu mercur ajunge la mijlocul lungimii epruvetei.

La mecanismul superior de numărare (6) al numărătorului de impulsuri (7) se fixează numărul de rotații dorit, prin apăsarea butonului (10) și deplasarea pârghiei (9) până se simte o mică rezistență. Apoi se apasă din nou pe butonul (10) fără a da drumul la pârghie și se fixează numărul de rotații prin apăsarea pe butoanele (8). Se dă drumul la pârghia (9) și se apasă pe butonul (12). Funcționarea aparatului este evidențiată de aprinderea becului (11).

Efectuarea determinărilor pe epruvete crude cuprinde următoarea succesiune de operații:

-se reglează numărătorul de impulsuri (7) la 750 rot/5 min;

-se apasă pe butonul (13) punând în funcțiune emițătorul de infraroșii care poate fi ridicat sau coborât cu ajutorul pârghiei (4);

-se așază proba pe rolele (2);

-se apasă pe butonul (12) punându-se în funcțiune mecanismul de antrenare a rolor;

-după oprirea automată a funcționării aparatului, se cântărește amestecul din tava aparatului;

-se prelucrează datele conform indicațiilor anterioare;

-după utilizare se apasă butonul (13) și se întrerupe funcționarea lămpii cu infraroșii;

Pentru determinarea rezistenței superficiale a amestecurilor de formare uscate se procedează analog, numai că numărul de rotații este de 300 rot/2 min, fără raze infraroșii.

2.12.DETERMINAREA PROPRIETĂȚILOR PLASTICE ALE AMESTECURILOR DE FORMARE

1. Considerații teoretice

Plasticitatea este o proprietate foarte importantă a amestecurilor de formare deoarece are o influență hotărâtoare asupra configurației pieselor turnate.

Plasticitatea este proprietatea amestecurilor de formare de a se deforma sub acțiunea unei forțe exterioare fără a produce crăpături și a-și păstra forma după încetarea eforturilor.

Este de dorit ca amestecurile de formare să copieze bine configurația modelului la o forță exterioară cât mai mică sau numai sub greutate proprie, pentru a reduce consumul de energie necesară pentru formare.

Pentru aprecierea proprietăților plastice ale amestecurilor de formare se folosesc diferite caracteristici: capacitatea de compactizare, friabilitatea, capacitatea de curgere și fluiditatea. De aceea pentru determinarea proprietăților plastice se fac diferite încercări ale caracteristicilor susmenționate.

3. Metode de determinare și modul de lucru

Determinarea capacității de curgere se realizează prin mai multe metode. Capacitatea de curgere este proprietatea amestecurilor de formare de a se deforma plastic sub acțiunea unei forțe externe, fără să-și modifice volumul.

Măsurarea deformației epruvetei este cea mai răspândită și mai simplă metodă pentru determinarea plasticității amestecurilor de formare. În acest scop se îndeasă epruveta cu patru lovituri la sonetă și se măsoară înălțimea cu ajutorul indicatorului de pe aparat și se aplică a cincea lovitură.

Curgerea se determină cu ajutorul relației:

$$C = 100 \cdot \left(1 - \frac{\varepsilon}{2,5} \right) \quad (2.18)$$

în care: ε este deformația epruvetei, în mm, între a patra și a cincea lovitură.

Valorile minime pentru curgere, indicate pentru amestecuri de formare, determinate după această relație sunt:

-amestec de nisip cu ulei	88-98
-amestec pe bază de leșie sulfitică fără argilă	82-92
-amestec de model pentru forme crude	70-85
-amestec pe bază de nisip cu argilă	62-75

Determinarea greutății amestecului de formare care curge printr-o deschidere circulară.

Se execută o epruvetă standard (1) prin îndesare la sonetă cu o singură lovitură, apoi este introdusă împreună cu tubul (2) într-un dispozitiv special (3), Figura nr. 2.40. Se mai aplică încă două lovituri la sonetă și ca urmare amestecul de formare trece prin orificiul cu diametrul de 25 mm, într-o cantitate mai mare sau mai mică, în funcție de capacitatea de curgere.

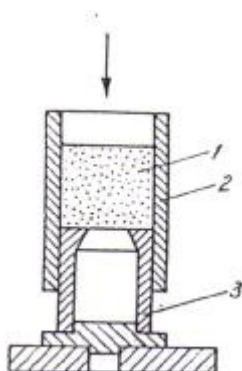


Figura nr. 2.40. Dispozitiv pentru determinarea capacității de curgere a amestecurilor de formare :1-epru-vetă standard ; 2-tubul epruvetei ; 3-tub special cu deschidere circulară de 25 mm.

Capacitatea de curgere se exprimă cu raportul:

$$\text{curgerea} = \frac{G_1}{G_2} \cdot 100, \quad (\%) \quad (2.19)$$

în care G_1 este cantitatea de amestec trecută, în g; G_2 - cantitatea inițială, în g.

Determinarea capacității de curgere cu ajutorul durității suprafețelor frontale ale epruvetei cilindrice standard.

Capacitatea de curgere se determină cu relația:

$$\text{curgerea} = \frac{D_i}{D_s} \cdot 100, \quad (\%) \quad (2.20)$$

în care D_i este duritatea suprafeței inferioare a epruvetei; D_s - duritatea suprafeței superioare a epruvetei.

Capacitatea de curgere se poate determina cu aceeași relație și pe proba în trepte, Figura nr. 2.41. Greutatea epruvetei este cuprinsă între 100 și 120 g. Metoda este suficient de precisă.

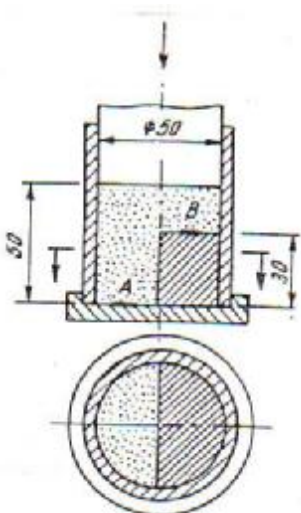


Figura nr. 2.41. Proba în trepte pentru determinarea capacității de curgere.

Determinarea capacității de curgere prin compactizare dinamică.

Compactizarea dinamică prin scuturare, vibrare etc este o metodă mai precisă decât cele descrise anterior. Epruveta în formă de con este supusă la o singură scuturare pe o masă specială cu înălțimea de cădere de 15 mm. Pentru a se realiza această cădere, masa este prevăzută cu un excentric (3), Figura nr. 2.42. Pentru efectuarea determinării, se taie vârful epruvetei, obținându-se un trunchi de con, apoi se așază pe masa aparatului și se supune la zece scuturări. Diferența dintre diametrul final al epruvetei, după scuturare și diametrul inițial exprima gradul de compactizare. Diametrul final se măsoară pe placa gradată (5).

Determinarea friabilității

Friabilitatea este proprietatea amestecurilor de formare de a curge ușor din buncăre, fără a forma bolți și de a se repartiza ușor în interiorul ramelor de formare sau în spațiul dintre model și pereții ramei.

Friabilitatea amestecului de formare se determină prin trecerea unei cantități de 50 g amestec printr-o garnitură de site cu ochiurile de 2,5; 1,6; 1,0; 0,63. Amestecul de formare care trece prin toate sitele se oprește pe tavă. După ce materialul este cernut timp de 5 minute, se cântărește cantitatea care a rămas pe fiecare sită apoi se calculează friabilitatea cu relația:

$$F = \frac{G_{2,5} + 1,35 \cdot G_{1,6} + 3,06 \cdot G_1 + G_{0,63}}{8,5(G_{2,5} + G_{1,6} + G_1 + G_{0,63})} \cdot 100 \quad (\%) \quad (2.21)$$

în care F este friabilitatea; $G_{2,5}, G_{1,6}, G_1$ - reziduul rămas pe sitele 2,5; 1,6 și 1,0; $G_{0,63}$ - reziduul rămas pe sita 0,63 și pe tavă.

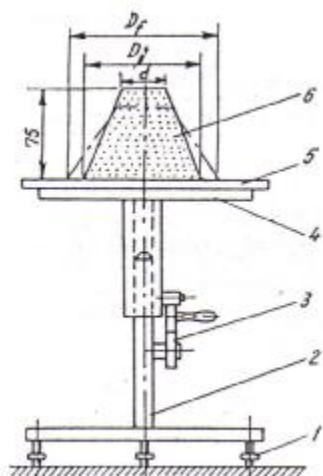


Figura nr. 2.42. Aparat pentru determinarea capacității de curgere prin compactizare dinamică: 1-șuruburi de reglare a verticalității; 2-tijă; 3-excentric; 4-masă; 5-placă; 6-epruvetă.

Din această relație se observă că atunci când nu rămâne amestec de formare pe sitele de 2,5; 1,6 și 1,0 mm numitorul este egal cu numărătorul, deci friabilitatea $F=100\%$. Amestecurile de formare cu friabilitatea mai mare de 70% se mulează bine la formare, iar cele cu friabilitate sub 40% se mulează slab.

Friabilitatea se determină ușor cu granulometrul existent în laborator.

2.13. FORMAREA MANUALĂ ÎN DOUĂ RAME CU MODEL SECȚIONAT ȘI CUTIE DE MIEZ

1. Considerații teoretice

Formarea manuală în două rame cu model secționat, cu sau fără cutie de miez este cea mai folosită dintre toate variantele de formare manuală. Se recomandă mai ales pentru turnarea pieselor unicat sau de serie mică, datorită simplității tehnologice, simplitate care o face accesibilă tuturor unităților industriale, indiferent de gradul dotării.

Metoda presupune executarea unei forme temporare, care poate fi crudă, când forma executată din amestec de formare nu se usucă înainte de turnare, sau uscată, când forma se usucă.

În ambele cazuri formarea se face cu amestecuri de formare umede.

Formele temporare crude se folosesc în general pentru turnarea de piese mici și mijlocii în cazul unei producții de serie.

În cazul unor piese mijlocii și mari, la care este necesar să se obțină o suprafață curată, fără defecte de turnare, se recomandă folosirea formelor uscate. Uscarea îmbunătățește caracteristicile de rezistență mecanică și permeabilitate și reduce simțitor cantitatea de gaze degajate la turnare.

Înainte de executarea formei, lucrătorul trebuie să cunoască aliajul ce urmează a fi turnat, pentru a-și alege amestecul de formare, pudrele și vopselele cele mai indicate. De asemenea, în funcție de mărimea și configurația piesei, el trebuie să cunoască poziția rețelei de turnare, așezarea răcitorilor și a maselotelor.

2. Metode de determinare și modul de lucru

Pentru realizarea formelor din amestec de formare sunt necesare următoarele:

- placă de formare;
- miezul confecționat în prealabil și uscat;
- rame de formare; modelul;
- amestec de formare;
- scule pentru formarea manuală.

Principalele etape ilustrate în Figura nr. 2.43 se succed astfel :

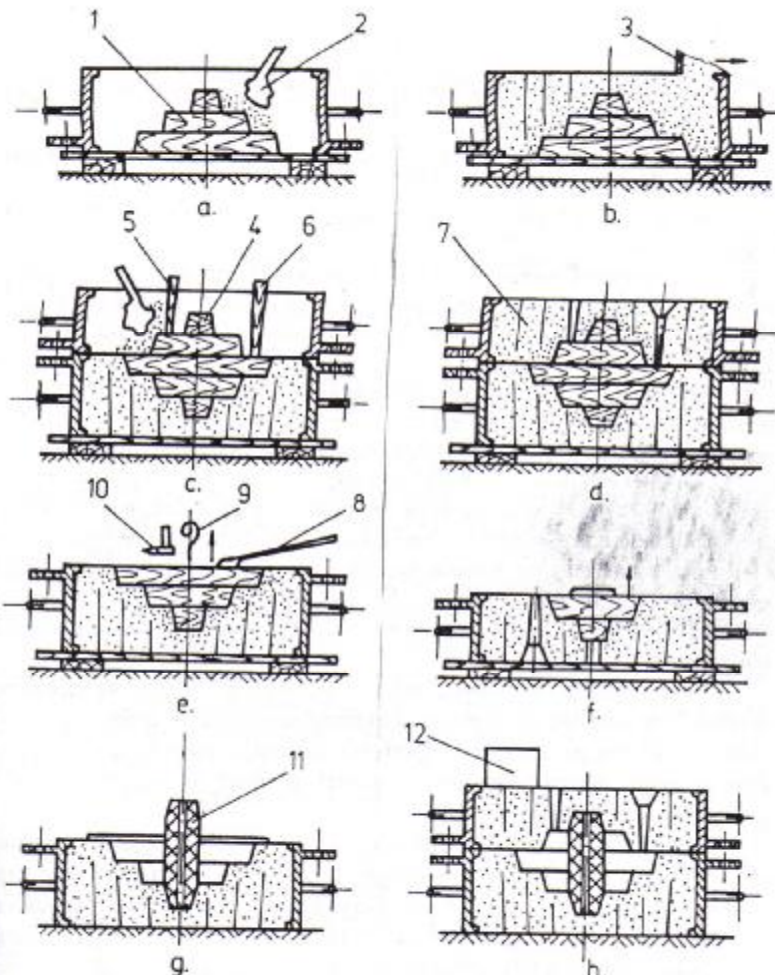


Figura nr. 2.43. Etapele formării manuale cu model secționat și cutie de miez : a și b –executarea semiformei inferioare ; c și d - executarea semiformei superioare ; e și f – extragerea semimodelelor din fiecare semiformă ; g – montarea miezului ; h – forma asamblată ; 1-semimodel inferior ; 2-săculeț cu lycopodiu sau grafit ; 3-riglă pentru îndepărtarea surplusului de amestec ; 4-semimodel superior ; 5-modelul răsuflătorii ; 6-modelul piciorului de turnare ; 7- canale de ventilare ; 8-penson ; 9-cârlig de demulare ; 10-ciocan ; 11-miez vertical ; 12-masă de îngreunare pentru asigurarea formei.

-se așază orizontal planșeta la o distanță convenabilă de amestecul de formare și de bancul cu scule;

-se curăță bine cu peria semimodelele și se verifică centrarea acestora, precum și ușurința lor de desfacere;

-se așază pe planșetă rama inferioară, cu urechile fără știfturi, îndreptate în jos;

-în interiorul ramei se așază semimodelul cu găuri de centrare, cu

suprafața de separație pe planșetă și se pudrează cu praf de izolație (licopodiu sau grafit), cu ajutorul unui săculeț de pânză rară., Figura nr. 2.43a.

-se cerne cu ajutorul sitei de mână un strat de amestec de model, în grosime de 20-30 mm și se îndeasă cu mâna, insistându-se mai ales asupra părților mai complicate ale modelului (colțuri, adâncituri);

-în continuare se introduce cu lopata amestec de umplere în straturi de aproximativ 70 mm grosime și se îndeasă cu partea ascuțită a bătătorului, începând de la margini către centru și având grijă să nu se lovească modelul. Deasupra modelului nu trebuie insistat prea mult pentru a nu se înrăutăți permeabilitatea la gaze a formei. Ultimul strat de amestec de umplere, care depășește marginea de sus a ramei cu 25-30 mm, se îndeasă cu partea plată a bătătorului;

-după îndeșarea ultimului strat de amestec de umplere se îndepărtează surplusul de amestec de formare cu ajutorul unei rigle de lemn sau metal (3), care se ghidează pe marginea superioară a ramei, Figura nr. 2.43 b. Operația este necesară pentru a se crea o suprafață plană în vederea așezării pe planșetă sau pe patul de turnare;

-după îndepărtarea surplusului de amestec se execută canale de aerisire (7) cu ajutorul unei vergele de oțel, pentru a ușura evacuarea gazelor degajate la turnare și solidificare. Vergeaua nu trebuie să atingă suprafața modelului, deoarece o deteriorează, iar la turnare aliajul pătrunde în canalele de aerisire, unde datorită secțiunii mici a acestora, se solidifică împiedicând ieșirea gazelor din cavitatea formei;

-folosindu-se mânerul ramei, se întoarce semiforma cu suprafața de separație în sus și se așază pe planșetă;

-se netezește suprafața de separație cu ajutorul troilei, după care se curăță prin suflare și se montează, ghidând pe cepuri semimodelul superior (4);

-se presară cu pudră de lycopodiu sau de grafit atât suprafața modelului cât și suprafața de separație;

-se montează rama de formare superioară, prin ghidare pe știfturi, verificându-se dacă are joc. Dacă are joc, rama de formare superioară se rotește ușor în sensul acelor de ceasornic;

-se așază modelul (6) pentru rețeaua de turnare și modelul (5) pentru răsuflătoare;

-în continuare se cerne amestec de model și apoi se încarcă amestec de umplere, procedându-se întocmai ca la confecționarea ramei inferioare, Figura nr. 2.43 c;

-după îndepărtarea surplusului de amestec se taie cu ajutorul lanțetei pâlnia de turnare, Figura nr. 2.43 d;

-se execută canalele de aerisire (7);

-se extrag modelele piciorului pâlniei și răsuflătorilor iar muchiile ascuțite se rotunjesc;

-se ridică semiforma superioară și se așază pe o planșetă alăturată cu suprafața de separație în sus.

Observație. Nu se admit neteziri sau planări în suprafața de separație pentru a nu strica etanșitatea cavității formei și a micșora bavura finală;

-locurile ascuțite sau subțiri, unde se presupune că aliajul lichid ar putea distruge forma se armează prin introducerea unor cuie de turnătorie;

-în planul de separație al semiformei inferioare se taie cu lanțeta și se netezesc canalele de alimentare, care fac legătura între piciorul pâlniei de alimentare și cavitatea formei, prin intermediul distribuitorului,(această operație nu se execută atunci când garnitura de model include modelul rețelei de turnare);

-se umezește suprafața amestecului de formare din imediata apropiere a modelului, cu ajutorul unei pensule (8), Figura nr. 2.43 e. Pentru a preveni degajarea unei cantități prea mari de vapori la turnare, este indicat ca amestecul să fie cât mai puțin posibil umezit;

-se introduce cârligul de demulare (9) în model, se bate ușor cu un ciocan (10) în toate direcțiile, după care se extrag cele două semimodele pe o direcție perpendiculară pe suprafața de separație, Figura nr. 2.43 e și f ;

-în eventualitatea unor deteriorări ale cavității în timpul demulării, cu ajutorul sculelor (lanțetă, croșetă, es, netezitoare) se execută reparațiile necesare;

-se taie un canal de etanșare în jurul cavității;

-se pudrează sau se vopsește cavitatea formei. La forme crude mici și mijlocii, pentru turnarea pieselor din fontă, pudrarea se face cu praf de cărbune sau cu grafit. La formele mari, uscate, cavitatea formei se vopsește înainte de uscare;

-se montează miezul (11) în semiforma inferioară (Figura nr. 2.43 g), după care se assemblează forma având grijă ca tijele de ghidare să intre ușor în orificiile urechilor de ghidare ;

-se consolidează forma prin așezare de greutate (12), cu bride sau cu șuruburi de strângere Figura nr. 2.43 h.

2.14. FORMAREA MANUALĂ CU MODEL NESEȚIONAT

1. Considerații teoretice

Metoda de formare manuală cu model dintr-o singură bucată se aplică de regulă în cazul pieselor de configurație relativ simplă, sau atunci când realizarea unei suprafețe de separație ar slăbi mult rezistența modelului, mai ales în părțile subțiri. În acest caz, așezarea modelului pe planșeta de formare produce greutatea, deoarece planul de secțiune maximă al modelului nu se găsește pe planșetă.

Formarea manuală cu model neseționat prezintă două variante:

-când modelul prezintă o suprafață plană care poate fi așezată pe planșetă într-o poziție stabilă pentru formare;

-când modelul nu are suprafață plană care ar permite poziționarea.

Pentru exemplificarea celor două variante, lucrarea de față prezintă formarea a trei piese și anume:

-confeccionarea unei forme pentru turnarea unui capac, al cărui model are o suprafață plană ce permite poziționarea pe planșetă;

-confeccionarea unei forme pentru turnarea unor greutateți, fără nici o suprafață plană;

-confeccionarea unei forme pentru turnarea unui braț, al cărui model prezintă suprafețe plane ce nu permit așezarea direct pe planșetă.

2. Modul de lucru

Sunt necesare:

- placă de formare (planșetă);
- miezul, confeccionat în prealabil și uscat;
- rame de formare;
- modelul;
- amestec de formare;
- scule de formare.

A. Formarea manuală în două rame cu suprafață de separație falsă.

Formarea în acest caz cuprinde următoarele etape:

-modelul de capac, prezentat în Figura nr. 2.44 a se curăță bine, după care se așază pe planșetă cu suprafața care nu are prevăzut adaos de prelucrare și care permite poziționarea;

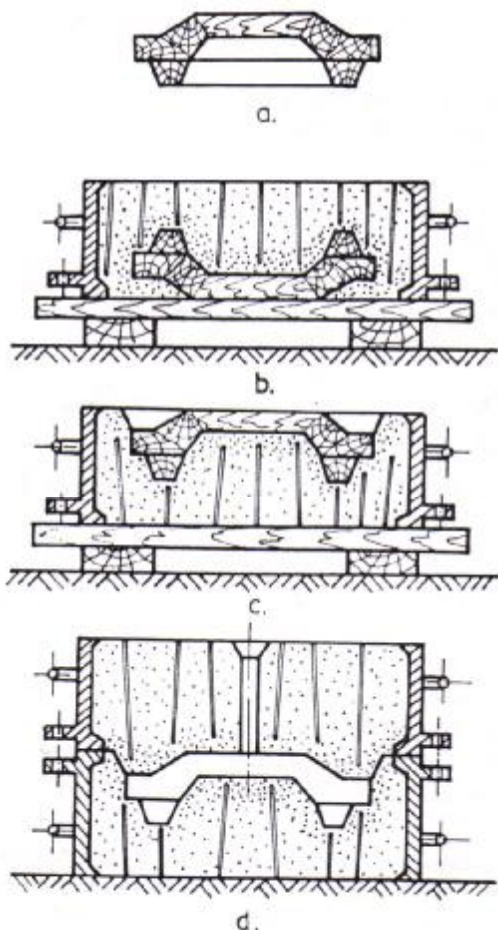


Fig.2.44. Etapele formării manuale cu model neseționat, folosind suprafață de separație falsă : a-model neseționat pentru un capac ; b-executarea semiformei inferioare ; c-exe-cutarea suprafeței de separație false ; d-forma asamblată.

-se așază pe planșetă rama inferioară cu urechile în jos, după care se execută în mod obișnuit semiforma inferioară, Figura nr. 2.44 b;

-se întoarce semiforma executată cu 180°, după care, cu lanțeta și troila se îndepărtează din suprafața de separație o cantitate minimă de amestec de model, astfel încât să devină posibilă demularea, netezindu-se apoi suprafața de separație obținută, Figura nr. 2.44 c;

-se montează rama superioară și modelul piciorului pâlniei de alimentare, după care se execută în mod obișnuit semiforma superioară, apoi se trece la demularea modelului și asamblarea semiformelor, Figura nr. 2.44d.

B. Formarea în două rame cu semiformă falsă

Pentru piese simple, în serie mică, se confecționează semiforme false din amestec de formare, Figura nr. 2.45.

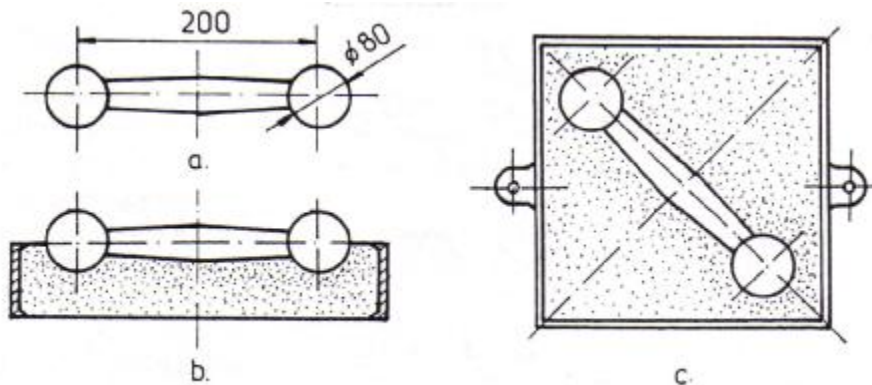


Figura nr. 2.45. Executarea semiformei false : a-model neseționat ; b-semiformă falsă ; c-așezarea modelului în semiforma falsă.

Tehnologia de formare cuprinde următoarele faze:

-se îndeasă amestec de formare, fără model, într-o ramă de formare ajutătoare (semiforma falsă). Îndesarea se face mai tare decât în mod obișnuit, semiforma falsă

folosindu-se numai pentru formare, nu și pentru turnare;

-se rabate semiforma falsă cu 180° și se scobește amestecul de formare din planul de separație, astfel încât să permită introducerea modelului în amestecul de formare până în planul de secțiune maximă, sau până într-o poziție care să permită o demulare corectă, Figura nr. 2.45 b și c;

-se netezește suprafața de separație, se pudrează pentru izolație și se așază deasupra rama inferioară, după care se execută o formare obișnuită;

-se rabat ambele semiforme (inferioară și falsă), se ridică semiforma falsă și se montează rama superioară, după care se execută în mod obișnuit semiforma superioară, urmând demularea și asamblarea formei.

Pentru piese mai complicate, la o producție de serie mare se execută o semiformă falsă din ghips, semiformă care poate rezista la un număr mare de formări. Tehnologia de execuție a formei pentru turnarea brațului din Figura nr. 2.46, cuprinde următoarele faze:

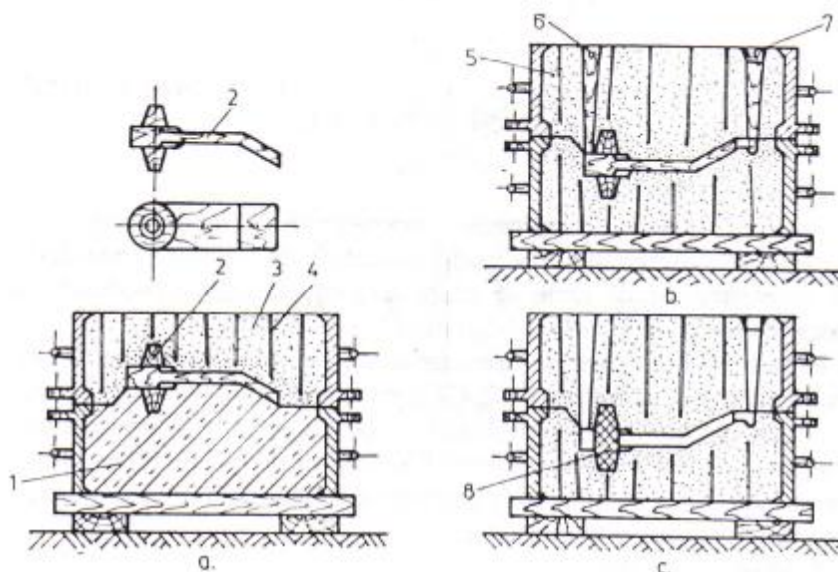


Figura nr. 46. Etapele formării cu model neseționat folosind o semiformă falsă din ghips : a-executarea semiformei inferioare ; b-executarea semiformei superioare ; c-forma asamblată; 1-semiformă falsă din ghips; 2-model neseționat; 3-semiforma inferioară; 4-canale de ventilare; 5-semiforma superioară; 6-răsuflătoare; 7-pâlnia și piciorul de turnare; 8-miez vertical.

-se execută o semiformă falsă (1) din ipsos pe care se așază modelul neseționat (2);

-se motează rama inferioară peste semiforma falsă și se execută obișnuit semiforma inferioară (3),

Figura nr. 2.26a;

-se rabate ansamblul, se îndepărtează semiforma falsă și după montarea ramei superioare se execută semiforma superioară, Figura nr. 2.46b;

-se execută demularea, montarea miezului 8 și apoi a semiformelor, figura 2.46 c.

2.15. FORMAREA MANUALĂ ÎN TREI SAU MAI MULTE RAME DE FORMARE

1. Considerații teoretice

Formarea în trei sau mai multe rame se aplică în cazul pieselor înalte sau a pieselor care necesită mai multe suprafețe de separație. Alegând un număr corespunzător de rame se poate asigura extragerea modelului din amestecul de formare fără să se deterioreze cavitatea formeii.

Pentru exemplificare, s-a ales formarea în trei rame pentru turnarea unei roți de transmisie (Figura nr. 2.47) și pentru un cot de țevă cu racord și flanșă, Figura nr. 2.48 a. Aceste forme se pot executa și în două rame cu ajutorul unor miezuri, acest procedeu fiind chiar recomandat din punct de vedere economic, însă s-a introdus intenționat formarea în trei rame pentru a se putea face diferența între procedee.

2. Modul de lucru

Sunt necesare următoarele scule și materiale:

- amestec de formare;
- scule pentru formarea manuală;
- model pentru roata de transmisie, Figura nr. 2.47 b;
- model pentru cot de țevă cu racord și flanșă, Figura nr. 2.48 a ;
- rame de formare.

Ambele modele au câte două suprafețe de separație și anume: modelul roții de transmisie are o suprafață după planul A-B și alta după suprafața C-D-E-F-G-H; modelul cotului de țevă are suprafețele de separație după planele A-B și A'-B'.

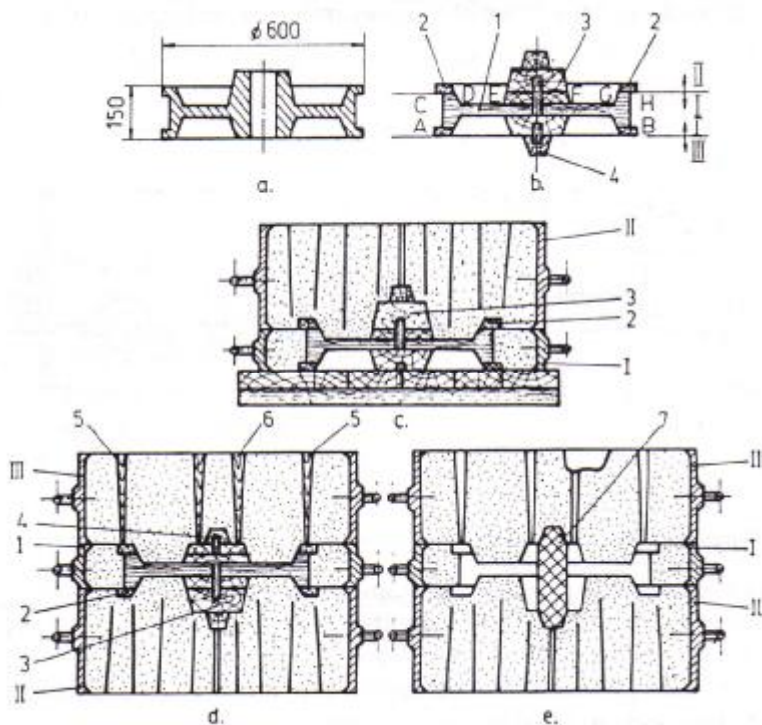


Figura nr. 2.47. Formarea manuală în trei rame pentru turnarea unei roți de transmisie cu curele: a-piesa turnată; b-modelul roții; c-executarea semiformei mijlocii I și a semiformei inferioare II; d-executarea semiformei superioare; e-forma asamblată; 1-corpul modelului; 2-element de formă inelară; 3-modelul butucului; 4-modelul mărcii superioare; 5-modele pentru răsufători; 6-modelul piciorului de turnare; 7-miez.

Pentru simplificarea explicațiilor se va considera că modelul roții de transmisie, Figura nr. 2.47 b este format din părțile (1), (2), (3) și (4), iar modelul cotului de țevă cu racord și flanșă, Figura nr. 2.48 a, se compune din părțile (1), (2) și (3). Înălțimile ramelor de formare mijlocii se vor alege în așa fel încât dimensiunile lor să fie cât mai apropiate de dimensiunile dintre suprafețele de separație ale modelelor, de preferat identice, pentru a se realiza suprafețe de separație plane. În cazul când înălțimile ramelor de formare mijlocii sunt diferite de dimensiunile dintre suprafețele de separație, este necesară finisarea suprafeței de separație a semiformei mijlocii, ceea ce duce la un consum suplimentar de manoperă. Pentru acest motiv formarea în trei sau mai multe rame trebuie evitată ori de câte ori este posibil.

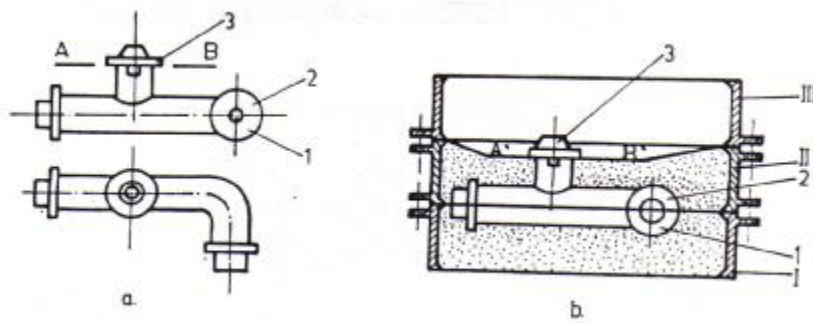


Figura nr. 2.48. Formarea manuală în trei rame pentru turnarea unui cot cu flanșă și racord :a-model ; b-executarea semiformei inferioare I și a celei intermediare II ;
1-model inferior; 2-model mijlociu; 3-model superior; A'B'-suprafață de separație denivelată.

Succesiunea operațiilor tehnologice la formarea în trei rame este dată în continuare pentru cele două piese.

A. Formarea în trei rame a roții de transmisie

-se așază pe o planșetă partea de model (1) cu suprafața A-B în jos, Figura nr. 2.47 c, apoi se așază rama de formare mijlocie tip I;

-se îndeasă amestecul de formare până la partea superioară a ramei, se înlătură surplusul de amestec prin răzuire, apoi se netezește suprafața superioară în jurul modelului, suprafața C-H;

-se așază partea de model (2) de formă inelară și modelul butucului (3) de formă tronconică, se pudrează suprafața de separație cu licopodiu apoi se așază rama de formare inferioară tip II și se îndeasă cu amestec de formare până la partea superioară a acesteia. Se înlătură surplusul de amestec prin răzuire și se execută canale de aerisire. Cele două semiforme împreună cu modelul se întorc cu 180° și se netezește suprafața care a fost în contact cu planșeta, se pudrează cu licopodiu și se așază rama superioară tip III, Figura nr. 2.47 d;

-se așază cele două modele pentru răsuflători (5), modelul mărcii (4) și modelul piciorului de turnare (6), apoi se îndeasă amestec de formare în rama superioară până se umple. Se îndepărtează surplusul de amestec prin răzuire cu linialul, se execută canalele de aerisire și se taie cu ajutorul lanțetei pâlnia de turnare. Se extrag modelele pentru răsuflători și piciorul de turnare, apoi se ridică semiforma superioară tip III așezându-se cu suprafața de separație în sus.

-se extrage modelul mărcii (4) din semiforma superioară, se extrage corpul modelului 1 din semiforma intermediară și se ridică de pe semiforma inferioară pentru a se putea crea posibilitatea extragerii părților (2) și (3).

-se repară cavitățile semiformelor, se pudrează cu pudră refractară (sau se vopsesc dacă se usucă), se introduce miezul (7) deja confecționat și se assemblează forma pentru turnare, Figura nr. 2.47 e.

B. Formarea în trei rame a cotului cu flanșă și racord, (Figura nr.2.48).

-se execută semiforma inferioară I, Figura nr. 2.48 b, ca la formarea cu model secționat. Se întoarce rama inferioară cu 180° , se așază partea (2) a modelului, modelele pentru răsuflători și modelul pentru piciorul de turnare;

-se pudrează cu licopodiu, se așază rama de formare mijlocie II și se îndeasă amestec de formare până la nivelul A'-B' până sub flanșa racordului, Figura nr. 2.48 b. Dacă rama intermediară are o înălțime corespunzătoare, flanșa racordului ajunge în semiforma superioară și formarea nu ridică probleme deosebite. În cazul în care înălțimea ramei intermediare II este mai mare, sau mai mică decât distanța dintre cele două suprafețe de separație A-B și A'-B', suprafața superioară a semiformei mijlocii trebuie fasonată manual, așa cum se observă în Figura nr. 2.48 b.

-după netezirea suprafeței de separație denivelată A'-B', se montează partea de model (3), se pudrează cu licopodiu, se așază rama superioară III și se îndeasă amestec de formare. După extragerea modelelor pentru răsuflători și piciorul de turnare, se execută canalele de aerisire, se ridică semiforma superioară și se întoarce cu 180° .

-se extrage partea de model (3), se ridică semiforma mijlocie II, apoi se întoarce cu 180° și se extrage partea de model (2). Se extrage apoi și partea de model (1) din semiforma inferioară I.

-după ce se repară cavitățile semiformelor, se pudrează cu pudră refractară sau se vopsesc în cazul când se usucă, se introduce miezul și se assemblează forma de turnare.

2.16. FORMAREA MANUALĂ ÎN MIEZURI

1. Considerații teoretice

Formarea manuală în miezuri este un procedeu folosit mai ales la executarea pieselor mari pentru care ar fi necesare modele și rame cu gabarit și greutate mare. Asemenea utilaje tehnologice sunt greu de manevrat și precizia dimensională a pieselor este destul de redusă. Pentru a preveni aceste neajunsuri, se poate aplica metoda formării în miezuri, metodă ce presupune realizarea conturului exterior și interior al piesei numai cu miezuri. În asemenea situație miezurile exterioare se assemblează perfect și se consolidează fie prin strângere cu bride fie prin înșurubare. Pentru realizarea cavității pieselor se utilizează miezuri interioare care se montează în locașurile executate în miezurile exterioare.

Pentru piesele de serie cu gabarit mare, formarea în miezuri se execută și în solul turnătoriei. În acest scop se sapă o groapă în sol și se izolează hidrofug, urmând ca formarea să se realizeze practic numai prin montarea miezurilor.

La piesele mici, când nu există rame de formare, se pot confecționa miezuri exterioare din amestec pe bază de silicat de sodiu întărite cu CO_2 care pot ține loc de forme.

4. Modul de lucru

Pentru realizarea lucrării sunt necesare următoarele scule și materiale:

-două cutii de miez necesare pentru realizarea miezurilor exterioare, Figura nr. 2.49 a și b;

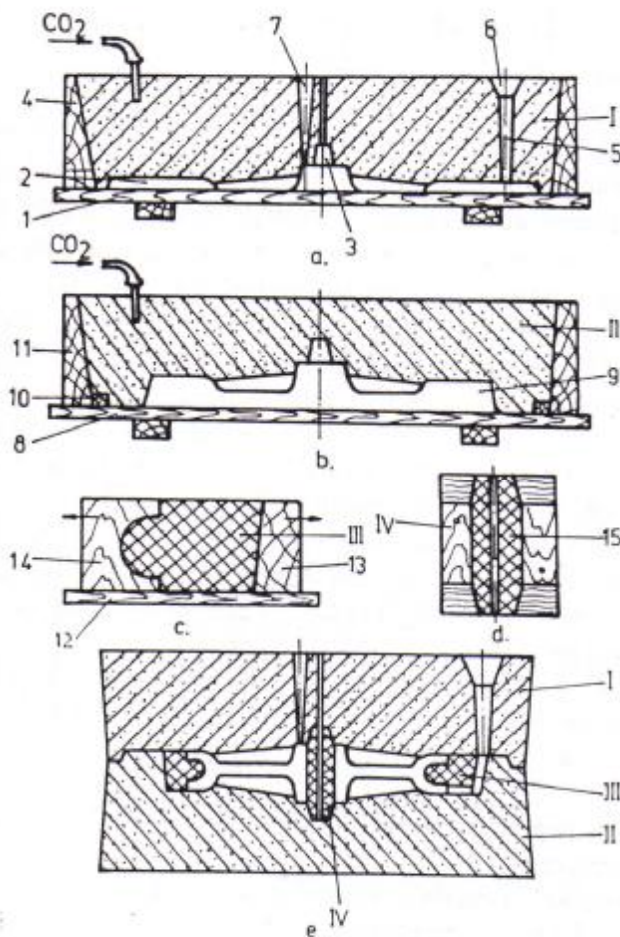


Figura nr. 2.49. Etapele formării manuale în miezuri :

a-executarea miezului superior I ; b-executarea miezului inferior II ; c-executarea miezului exterior divizat III ; d-executarea miezului interior IV ; e- forma asamblată;

1-blatul cutiei I; 2-semimodel superior; 3-modelul mărcii; 4-elemente laterale; 5-modelul piciorului de turnare; 6-modelul pâlniei; 7-modelul răsuflătorii; 8-blatul cutiei II; 9-semimodel inferior; 10-rigle pentru realizarea unui canal de centrare; 11-elemente laterale; 12-blatul cutiei III; 13 și 14-elemente laterale; 15-miez central

- două cutii de miez pentru confecționarea miezurilor mici, Figura nr.2.49 c și d;
- amestec pe bază de silicat de sodiu;
- butelie cu CO₂ prevăzută cu reductor de presiune;
- scule pentru formarea manuală.

Succesiunea operațiilor tehnologice precum și utilajul tehnologic folosit se pot urmări în Figura nr. 2.49.

În vederea realizării formei pentru o rolă de cablu se vor folosi două cutii de miez demontabile, cu blat în partea inferioară. Astfel, pentru miezul superior I se folosește cutia din Figura nr. 2.49 a, alcătuită din blatul (1), modelul (2) cu marca (3) și pereții laterali (4) care formează un cadru demontabil. Alimentarea cu aliaj lichid a piesei se va face prin rețeaua de turnare care se va realiza cu modelele pentru piciorul de turnare (5), pâlnia (6), iar evacuarea gazelor se va face prin răsuflătoarea (7).

Pentru realizarea miezului II se va utiliza cutia de miez din Figura nr. 2.49 b, alcătuită din platoul (8), modelul (9), din riglele (10) pentru obținerea unui canal de ghidare și pereții laterali (11).

Miezul III, divizat din motive practice în 3-4 segmente identice, se confecționează cu ajutorul cutiei din Figura nr. 2.49 c, formată din placa de bază (12) și din părțile mobile (13) și (14) care se pot deplasa după miezuire în sensul indicat de săgeți.

Miezul IV se confecționează cu cutia din Figura nr. 2.49 d, formată din două jumătăți, cu o concavitate cilindrică și cu două mărci tronconice.

Pentru realizarea formei se vor efectua următoarele operații tehnologice:

- se curăță suprafața interioară a cutiei de praf și de eventuale resturi de amestec de formare;
- se montează modelele pentru piciorul de turnare (5), pâlnia (6) precum și modelul pentru răsuflătoarea (7);

- se umple cutia I cu amestec pe bază de silicat de sodiu apoi se îndepărtează surplusul de amestec cu un lineal;

- se execută câteva găuri în amestec cu o vergea și se va sufla CO₂ printr-un furtun prevăzut cu o țeavă, până se întărește miezul;

- se repetă operațiunile de mai sus și pentru miezurile II, III și IV;

- miezurile se extrag din cutiile I și II fie prin demontarea lateralelor (4), respectiv (11), fie prin întoarcerea miezurilor cu tot cu cutii la 180° și ridicarea cutiilor de pe miezuri. Pentru asamblarea formei se așază miezul II pe un strat de amestec afânat și nivelat așa cum se observă în Figura nr. 2.49 e;

- în miezul II se montează miezul IV și segmentele de miez III care realizează canalul de cablu la periferia rolei;

- în prealabil s-au executat în miezul II și în unul din segmentele de miez III alimentatoare prin care va intra aliaj lichid în formă;

- în final forma se închide cu miezul I care ține loc de semiformă superioară și se asigură cu greutate în vederea turnării.

2.17. FORMAREA MANUALĂ CU ȘABLOANE DE ROTAȚIE

1. Considerații teoretice

Metoda formării manuale prin șablonare se deosebește de formarea cu model, prin faptul că pentru obținerea cavității formei nu se mai folosește modelul ci o scândură sau o tablă profilată, numită șablon.

Aplicarea metodei prezintă o serie de avantaje, cum ar fi:

-consum mai mic de materiale și manoperă pentru confecționarea șablonului, în raport cu modelul și cutiile de miez;

-timp de obținere a piesei mai redus decât în cazul formării cu model;

-costul mai redus al piesei turnate prin folosirea șabloanelor, care sunt mai ieftine;

Apar însă și unele inconveniente dintre care amintim:

-consum mai mare de manoperă pentru formare, cu folosirea de personal cu calificare ridicată;

-dimensiunile pieselor turnate sunt mai puțin precise decât la formarea cu model.

Metoda este justificată în cazul în care se cere un număr mic de piese turnate, când precizia dimensională necesară nu este prea mare, iar mărimea și forma pieselor se pretează la formarea prin șablonare.

Atunci când piesa poate fi generată prin mișcarea de rotație a unui profil generator, se poate realiza forma piesei fără ajutorul modelului, folosind un dispozitiv de șablonare.

În funcție de poziția axei de rotație a șablonului, metoda prezintă două variante și anume:

-formarea cu șablon cu ax vertical;

-formarea cu șablon cu ax orizontal.

Prima variantă se folosește atunci când diametrul piesei este mai mare decât înălțimea, cum ar fi cazul volanților, roților de curea, a diferitelor capace etc.

Formarea cu șablon cu ax orizontal se aplică în cazul pieselor de revoluție de lungime mare, cum ar fi cilindrii de laminor, diferite tuburi etc.

A. Formarea manuală cu șablon cu ax vertical

Lucrarea prezintă tehnologia de formare cu șablonul a roții de curea, prezentată în Figura nr. 2.50 a.

2. Modul de lucru

Pentru realizarea lucrării sunt necesare următoarele scule și materiale:

-amestec de formare;

-miezul, în stare uscată;

-scule pentru formare;

-rame de formare;

-dispozitivul de șablonare;

-șabloane.

Un dispozitiv de șablonare, Figura nr. 2.50, se compune dintr-un suport de fontă (1), axul de oțel (2), inelul de fixare (3) și brațul port-șablon (4), care se rotește în jurul axului (2). Șabloanele se confecționează din lemn, cu grosimea de 30-45 mm. De-a lungul părții de lemn șablonul este teșit și armat cu tablă de oțel de 1-3 mm grosime.

Tehnologia de formare cu șablon de rotație cu ax vertical cuprinde următoarele faze:

-se curăță bine cele două șabloane, care reprezintă conturul suprafeței superioare (șablonul I), respectiv al suprafeței inferioare (șablonul II), Figura nr. 2.50 b;

-în solul turnătoriei se sapă o groapă și se pregătește un pat tare, prin metoda cunoscută, Figura nr. 2.50 c. Pe fundul gropii se fixează suportul de fontă (1) al dispozitivului de șablonare, prin niște țărushi de fixare. Pentru asigurarea poziției verticale a axului dispozitivului, se folosește o nivelă de apă și un echer;

-după executarea patului tare se șablonează conturul suprafeței superioare a piesei cu ajutorul șablonului I, Figura nr. 2.50 c;

-după netezirea suprafeței obținute cât și a suprafeței de separație, se izolează peste tot cu pudră de licopodiu și se așază deasupra rama de formare (5);

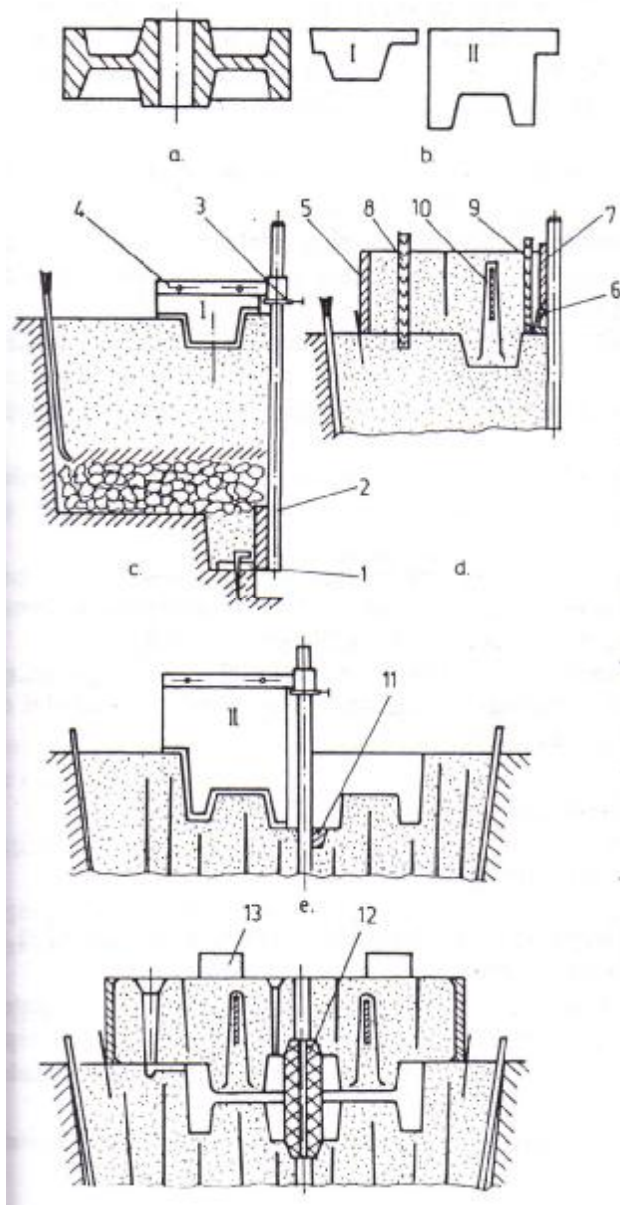


Figura nr. 2.50. Formarea manuală cu șablon de rotație cu ax vertical : a-piesa turnată ; b-șabloane de rotație cu ax vertical ; c-dispozitivul de șablonare și executarea primei operații de șablonare ; d-executarea semiformei superioare ; e-executarea semiformei inferioare prin a doua șablonare ; f-forma asamblată ; 1-suport de fontă ; 2-ax vertical ; 3-inel de fixare ; 4-braț port-șablon ; 5-ramă de formare ; 6-modelul mărcii superioare ; 7-bucșă ; 8-modelul piciorului de turnare ; 9-modelul răsuflătorii ; 10-cârlige pentru susținerea amestecului de formare ; 11-modelul mărcii inferioare ; 12-miez ; 13-greutate pentru asigurarea formei.

-se cerne un strat de amestec de model cu o grosime de aproximativ 20 mm, după care se montează cârligele (10), cu scopul de a rigidiza porțiunea de amestec din partea de jos a cavității. Cârligele se ung, în prealabil, cu o soluție de argilă pentru a spori aderența amestecului la suprafața lor;

-se execută apoi semiforma în maniera obișnuită, având grijă ca la îndesare să nu se lovească cârligele, Figura nr. 2.50 d;

-se demulează țeava (7), se ridică și se întoarce semiforma cu suprafața de separație în sus, după care se demulează modelul mărcii de miez (6) și se execută reparațiile;

-se montează șablonul II și se execută suprafața inferioară a piesei. Partea de sus a șablonului nu trebuie să depășească suprafața de separație, operația încheindu-se în momentul în care șablonul atinge această suprafață, Figura nr. 2.50 e;

-se înlătură șablonul și se introduce pe ax modelul mărcii de miez (11). Marca se formează prin îndepărtarea succesivă a amestecului de formare;

-se îndepărtează axul, se execută reparațiile, se vopsesc și se usucă semiformele, după care se montează miezul (12) și se assemblează forma, care se rigidizează cu ajutorul greutăților (13), Figura nr. 2.50 f.

B. Formarea manuală cu șablon cu ax orizontal

Lucrarea prezintă tehnologia de formare cu șablonul a cilindrului de laminor prezentat în Figura nr. 2.51.

Sunt necesare:

- amestec de formare;
- scule de formare;
- rame de formare tip cutie cu secțiune hexagonală;
- șablon.

Șablonul se confecționează din lemn de esență tare sau din tablă și este prevăzut cu un ax având o manivelă la unul din capete.

Secțiunea hexagonală a ramelor este justificată de necesitatea economisirii amestecului de formare. La capete ramele sunt închise ca niște cutii, pentru ca formele să reziste mai bine la presiunea ridicată a oțelului care se toarnă și care atinge valori foarte mari.

Tehnologia de formare cu șablon cu ax orizontal, cuprinde următoarele faze:

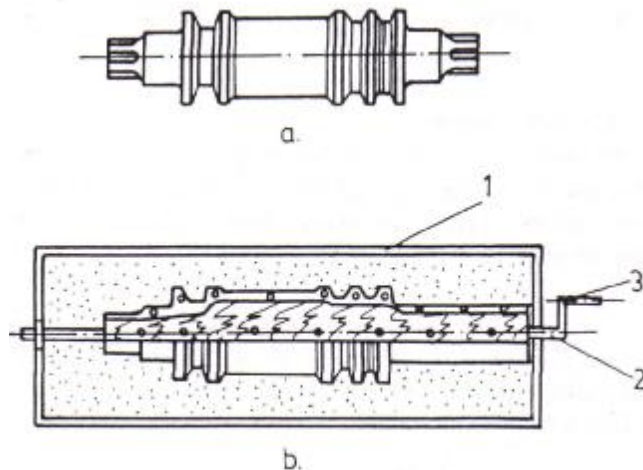


Figura nr. 2.51. Formarea manuală cu șablon de rotație cu ax orizontal : a-cilindru de laminor ; b-vederea de sus a unei semiforme executate prin șablonare cu ax orizontal

- se îndeasă amestec de formare în rama (1), astfel încât să mai rămână 30-40 mm până la șablon;
- se adaugă în spațiul rămas amestec de model mai gras (cu un conținut mai mare de liant) și se îndeasă până când dimensiunile cavității se apropie de cele ale piesei finite;
- se montează axul șablonului în lagărele (2) și se șablonează prin acționarea manivelei (3);
- se execută în mod asemănător și cealaltă semiformă, după care se taie rețeaua de turnare, se vopsesc semiformele, se usucă și se assemblează pentru turnare.

Observație. La piesele de acest tip formarea se face în poziție orizontală, iar turnarea în poziție verticală.

2.18. FORMAREA MANUALĂ CU ȘABLOANE DE TRANSLAȚIE

1. Considerații teoretice

Formarea manuală cu șabloane de translație se aplică pentru obținerea unor piese turnate mari, care au profil constant ce se poate realiza prin translatarea unui șablon convex sau concav de-a lungul unui ax. Prin această metodă se pot obține de exemplu țevi și coturi cu flanșe pentru instalații sanitare etc.

Pentru executarea formelor sunt necesare o serie de șabloane și un dispozitiv de șablonare care are rolul de a ghida șabloanele în timpul formării. În Figura nr. 2.52 este reprezentat un cot cu flanșe care trebuie turnat rapid, fără a se executa model.

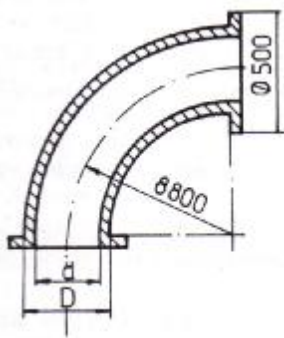


Figura nr. 2.52. Cot cu flanșe

În vederea formării acestui cot este necesar să se confecționeze dispozitivul de șablonare metalic cu flanșe din lemn, având forma și dimensiunile indicate în Figura nr. 2.53. În același timp trebuie executate și patru șabloane de translație cu forma și dimensiunile din Figura nr. 2.54, care se vor numera în ordinea folosirii lor la formare.

2. Modul de lucru

Pentru desfășurarea lucrării sunt necesare următoarele:

- amestec de formare;
- scule pentru formarea manuală;
- dispozitivul de șablonare cu flanșe, Figura nr. 2.53;
- patru șabloane, Figura nr. 2.54 a, b, c și d;
- rame de formare.

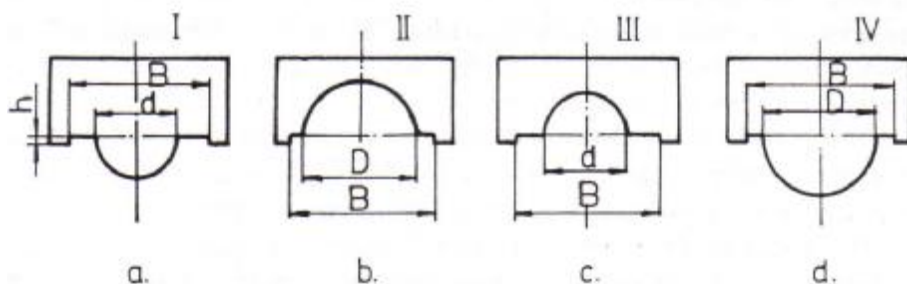


Figura nr. 2.53. Dispozitiv de șablonare pentru formarea manuală cu șabloane de translație: 1-cadru metalic; 2-model pentru flanșă

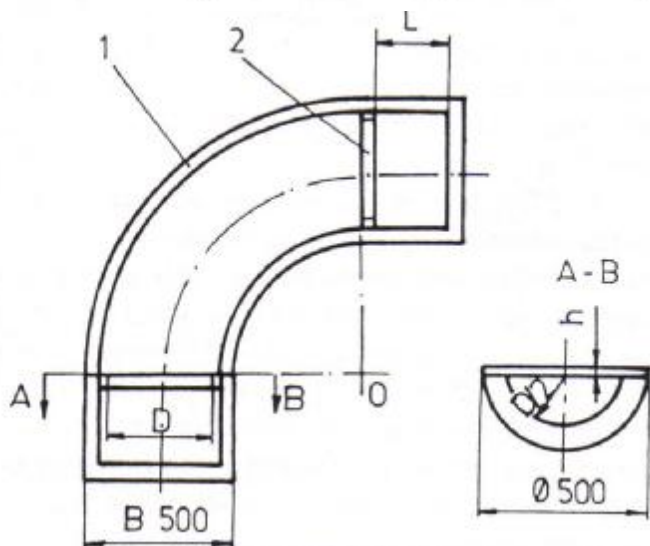


Figura nr. 2.54. Șabloane de translație folosite pentru executarea formei de turnare a unui cot cu flanșe: a și d-șabloane convexe; b și c-șabloane concave.

Dispozitivul de șablonare se execută din oțel lat prin sudare sau se poate executa și din lemn. Acest dispozitiv are dublă funcție:

- ghidează cele patru șabloane folosite la formare;
- dă posibilitatea fixării primelor două jumătăți de flanșe care se vor forma în semiforma inferioară.

Mărcile miezului se vor forma în prelungirea fiecărui capăt al cotului, adică în prelungirile de lungime D ale dispozitivului de șablonare.

Șabloanele se execută din lemn fără a se ține seama de valoarea sporului de contracție, dat fiind faptul că metoda nu asigură o precizie dimensională prea mare. Deschiderea B a șablonului servește la ghidarea acestora pe dispozitivul de șablonare.

În Figura nr. 2.55 este redată succesiunea operațiilor tehnologice întâlnite la formarea manuală cu șabloane de translație.

Pe o planșetă (1) se așază dispozitivul de șablonare (2), se pudrează cu licopodiu și apoi se așază rama inferioară (3), Figura nr. 2.55 a.

Se îndeasă amestecul de formare cu un bătător manual îngust pe lângă pereții ramei și cu un bătător plat în partea de mijloc a formei. Se îndepărtează surplusul de amestec prin răzuire apoi se execută canalele de aerisire (4) și se întoarce semiforma inferioară cu 180° , Figura nr. 2.55 b.

Se finisează suprafața de separație și se șablonează cu șablonul I, realizându-se un canal de secțiune semicirculară cu diametrul d . În timpul șablonării, șabloanele trebuie să fie tot timpul perpendiculare pe suprafața de separație și orientate spre centrul razelor de racordare (punctul O din Figura nr. 2.52 și 2.53). Locașul mărcilor trebuie să aibă o înclinare de $30-40^\circ$.

După șablonare se netezește foarte bine întreaga cavitate și se izolează cu pudră de licopodiu. O măsură foarte practică în acest sens ar putea fi mularea unei folii subțiri de polietilenă pe această suprafață. În această situație, semiforma inferioară devine jumătate din cutia de miez necesară confecționării miezului (6), Figura nr. 2.55 c.

În cavitatea de secțiune semicirculară executată anterior, se introduce amestec de miez până în apropierea suprafeței de separație. Pentru armarea miezului se va folosi armătura (7) care se va unge în prealabil cu o soluție de argilă. Se îndeasă în continuare amestec de miez cu un ciocan de lemn, astfel ca raza conturului miezului să depășească raza conturului exterior al piesei cu $10-15$ mm.

După îndesarea amestecului se șablonează cu șablonul II (vezi poz. 8 din Figura nr. 2.55 c) care este prevăzut cu o concavitate de diametru D . Se netezește suprafața șablonată și se pudrează cu licopodiu, după care se verifică dacă mărcile au aceeași înclinare ca în semiforma inferioară. Se montează apoi jumătățile de model pentru flanșele (9), modelul pentru piciorul de turnare (10), modelele pentru răsuflătorii (11) și se pudrează cu licopodiu.

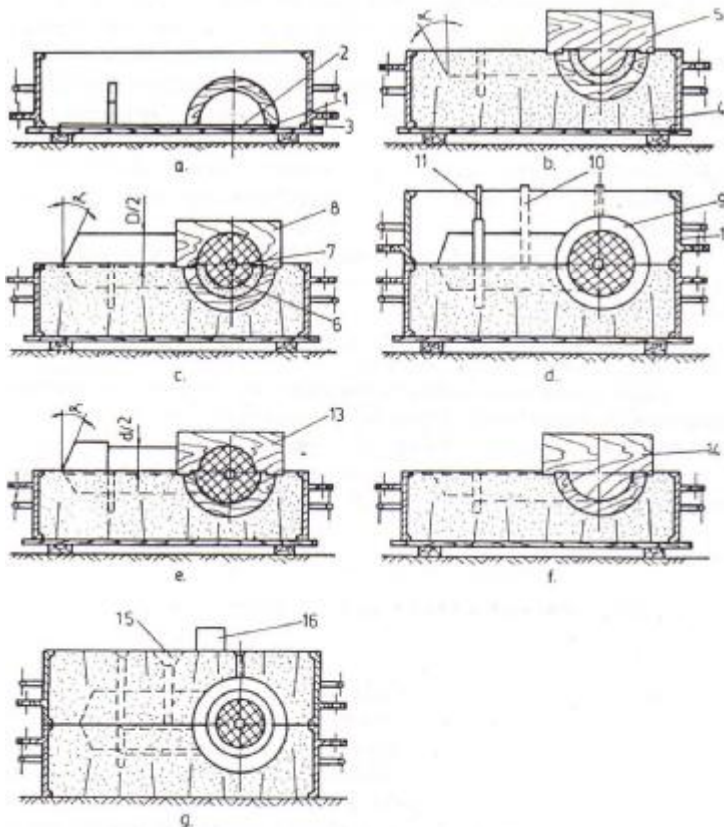


Figura nr. 2.55. Etapele formării cu șablon de translație :

a-așezarea ramei de formare și a dispozitivului de șablonare ; b-realizarea unei cavități cu diametrul d cu ajutorul șablonului I ; c-realizarea semimodelului superior din amestec de formare cu ajutorul șablonului II ; d-realizarea semiformei superioare ; e-realizarea jumătății superioare de miez cu ajutorul șablonului III ; f-realizarea semiformei inferioare cu ajutorul șablonului IV ; g-forma asamblată ; 1-planșetă de formare ; 2-dispozitiv de șablonare ; 3-ramă inferioară ; 4-canale de aerisire ; 5-șablonul I ; 6-miez ; 7-armătura miezului ; 8-șablonul II ; 9-semimodelul superior al flanșei ; 10-modelul piciorului de turnare ; 11-modele pentru răsuflători ; 12-rama superioară ; 13-șablonul III ; 14-șablonul IV ; 15-pâlnia de turnare ; 16-greutate pentru asigurarea formei.

În această situație semiforma inferioară împreună cu miezul (6), ține loc de model pentru realizarea semiformei superioare.

Se montează rama superioară (12) și se execută semiforma superioară după metode cunoscute, Figura nr. 2.55 d. Se îndepărtează semiforma superioară, se rabate la 180° și se depune alăturat. Se șablonază porțiunea dintre flanșe cu șablonul III (reperul 13 din Figura nr. 2.55 e), prevăzut cu o concavitate de diametru d realizând și partea superioară a miezului (6). Șablonarea se execută respectând aceleași reguli ca la șablonările anterioare, cu mențiunea că mărcile miezului 6 în semiforma superioară au diametrul egal cu D .

După definitivarea șablonării, miezul (6) se netezește, apoi se extrage cu grijă din formă și se depune pe un strat de amestec afânat. Miezul se vopsește și apoi se usucă.

Se șablonază cu șablonul (14) în semiforma inferioară până la partea interioară a flanșelor, Figura nr. 2.55 f.

După șablonare se înlătură dispozitivul de șablonare, se demulează jumătățile de flanșe din semiforma superioară, se taie canalele de alimentare, se finisează semiformele, se vopsesc și se usucă.

Figura nr. 2.53 g redă o secțiune prin forma asamblată. Turnarea se realizează prin pâlnia (15), iar forma este asigurată prin greutatea (16).

2.19. FORMAREA MANUALĂ CU MODEL SCHELET

1. Considerații teoretice

Metoda de formare manuală cu model schelet se folosește la confecționarea formelor pentru turnarea de piese cu gabarit mare la care nu se poate executa o șablonare obișnuită. Ea presupune executarea unui schelet de model și a unui șablon, cu ajutorul cărora se confecționează un model din amestec de formare, care servește la obținerea formei propriu-zise.

Avantajul metodei constă în realizarea unor importante economii de manoperă și materiale la confecționarea garniturii de model respective.

Prezintă însă și inconvenientul unui timp de confecționare a formei mai mare, comparativ cu formarea cu garnitură de model precum și al necesității de mână de lucru cu calificare ridicată.

Lucrarea prezintă tehnologia de execuție a unei forme cu ajutorul modelului schelet, pentru turnarea unei țevi din fontă cu diametrul foarte mare.

2. Modul de lucru

Pentru efectuarea lucrării sunt necesare:

- amestec de formare;
- scule de formare;
- modelul schelet, Figura nr. 2.56;
- șablon, Figura nr. 2.57 ;
- rame de formare.

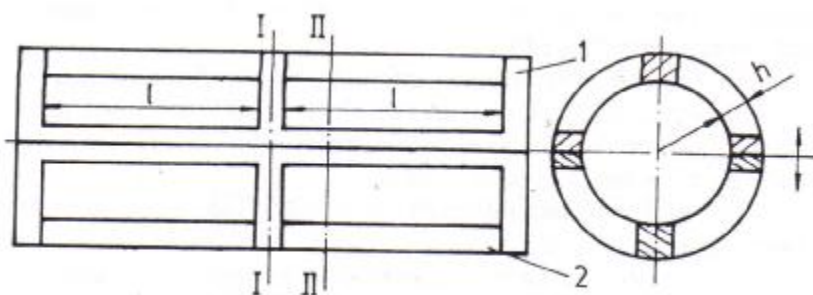


Figura nr. 2.56. Model schelet; 1-semimodel superior; 2-semimodel inferior

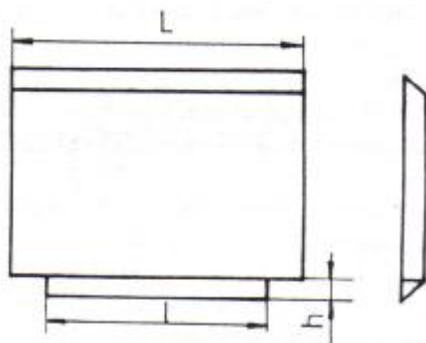


Figura nr. 2.57. Șablon

Modelul schelet prezentat în lucrare este format din patru nervuri longitudinale și trei transversale, a căror grosime h , măsurată radial, coincide cu grosimea piesei ce urmează să fie turnată. El este format din două semimodele (1) și (2), Figura nr. 2.56, care se assemblează obișnuit prin cepuri de ghidare.

Șablonul necesar pentru formare se confecționează din lemn esență tare cu grosimea de aproximativ 20 mm și următoarele dimensiuni:

- l – distanța dintre nervurile transversale;
- h – grosimea nervurilor, măsurată radial;
- $L = l + (100 \dots 200) \text{ mm}$.

Tehnologia de formare cu model schelet cuprinde următoarele faze:

-pe planșeta (1), Figura nr. 2.58 a, se așază rama de formare inferioară (5) și semimodelul (2) cu găuri de centrare care se pudrează cu lycopodiu;

-se cerne și se îndeasă un strat de amestec de model (3), apoi amestecul de umplere (4); se răzuie cu o riglă surplusul de amestec și se practică canalele de aerisire (6);

-după întoarcerea semiformei inferioare cu suprafața de separație în sus, se șablonează după conturul interior al modelului, sprijinind partea de lungime L a șablonului (7) pe nervurile transversale, și apoi se formează locașurile pentru mărci, Figura nr. 2.58 b;

-se finalizează suprafața șablonată, se izolează bine cu praf de lycopodiu și se trece la confecționarea miezului;

-se introduce în cavitatea din semiformă un strat de amestec de miez care se îndeasă și apoi se montează armătura (8) a miezului. Se montează semimodelul schelet (9), după care se continuă îndeșarea amestecului de miez în interiorul modelului cu ajutorul unui ciocan de lemn (10). Se șablonază exterior sprijinind partea de lungime L a șablonului pe nervurile transversale, după care se finalizează suprafața obținută și se izolează bine cu praf de lycopodiu, Figura nr. 2.58 c;

-se montează rama superioară (11) și se execută obișnuit semiforma superioară, prevăzută cu piciorul pâlniei de alimentare (13) și răsuflătoarea (14), Figura nr. 2.58 d;

-se înlătură semiforma superioară și se șablonază miezul folosind partea profilată de lungime l a șablonului, Figura nr. 2.58 e;

-se demulează semimodelul (9), se finalizează și apoi se îndepărtează miezul (15), Figura nr. 2.58 f;

-se execută în semiforma inferioară o ultimă șablonare, cu partea profilată de lungime l a șablonului (7), pentru îndepărtarea surplusului de amestec, aflat între nervuri, Figura nr. 2.58 g;

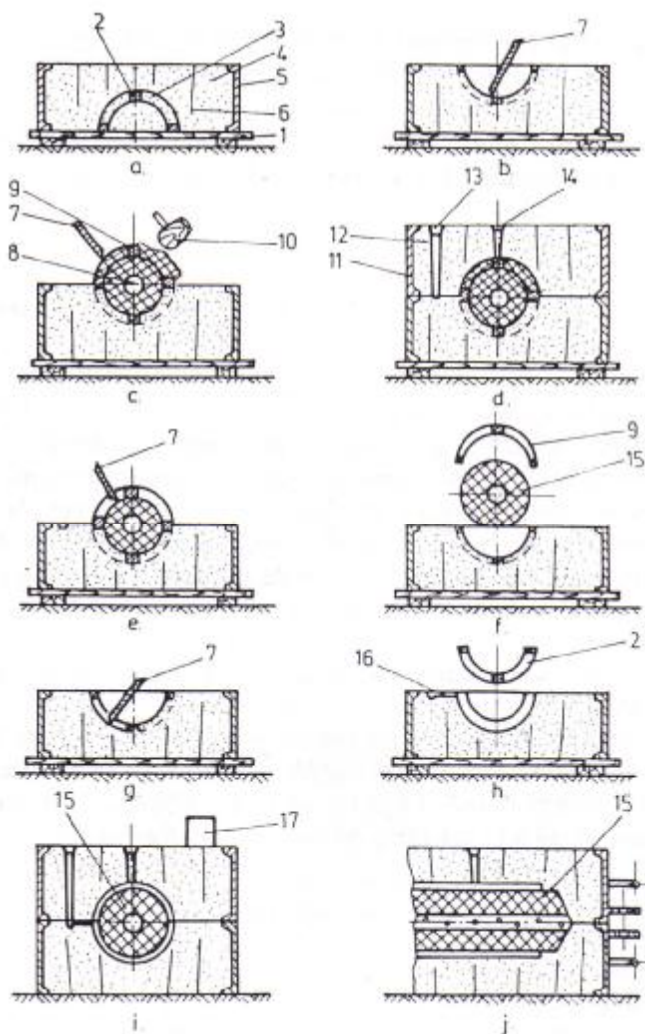


Figura nr. 2.58. Etapele formării cu model schelet : a-așezarea semimodelului inferior și umplerea ramei cu amestec ; b-șablonarea cu partea dreaptă a șablonului ; c-executarea modelului superior din amestec de formare ; d-executarea semiformei superioare ; e-șablonarea părții superioare a miezului cu partea profilată a șablonului ; f-ridicarea semimodelului superior și scoaterea miezului ; g-executarea semiformei inferioare cu partea profilată a șablonului ; h-executarea canalului de alimentare și scoaterea semimodelului inferior ; i și j-forma asamblată.

-se demulează semimodelul (2), se finalizează semiforma inferioară și se taie canalul de alimentare (16), Figura nr. 2.58 h, după care ambele semiforme și miezul se vopsesc și se usucă;

-se montează miezul (15) și apoi se assemblează forma, care se consolidează cu greutatea (17), Figura nr. 2.58 i și j.

2.20. FORMAREA MANUALĂ CU UTILIZAREA MIEZURILOR PASTILĂ

1. Considerații teoretice

Formarea manuală cu miezuri auxiliare sau miezuri pastilă se utilizează, în general, pentru obținerea unor piese, care în mod normal impun pentru formare folosirea unor garnituri de trei rame, metoda permițând folosirea unui număr de numai două rame. Aplicarea procedurii permite deci simplificarea procesului tehnologic de formare, prezentând și avantajul unor piese turnate la care posibilitățile de apariție a unor defecte de turnare sunt mai reduse.

În lucrare, succesiunea operațiilor de formare este descrisă pentru cazul concret al confecționării unei forme, pentru turnarea unei țevi cu două ramificații, care fac între ele și totodată cu axa țevii, unghiuri de 90°, Figura nr. 2.59. Avându-se în vedere faptul că amândouă ramificațiile sunt prevăzute cu câte o flanșă, formarea ar fi posibilă numai în trei rame de formare sau în două prin aplicarea procedurii cu miez pastilă.

2. Modul de lucru

Sunt necesare:

- amestec de formare;
- garnitură de două rame;
- scule de formare;
- model secționat după planul I-I, Figura nr. 2.59 a;
- miez;
- miezul pastilă.

Tehnologia de formare cu ajutorul miezurilor pastilă presupune parcurgerea următoarelor etape:

- pe placa de formare se așază rama inferioară și semimodelul corespunzător (1), după care se execută o formare obișnuită;
- se întoarce semiforma obținută cu 180°, se netezește suprafața de separație, apoi se montează semimodelul (2);
- se pudrează cu praf de separație;
- se montează rama superioară, modelul piciorului pâlniei de alimentare și răsuflătorilor;

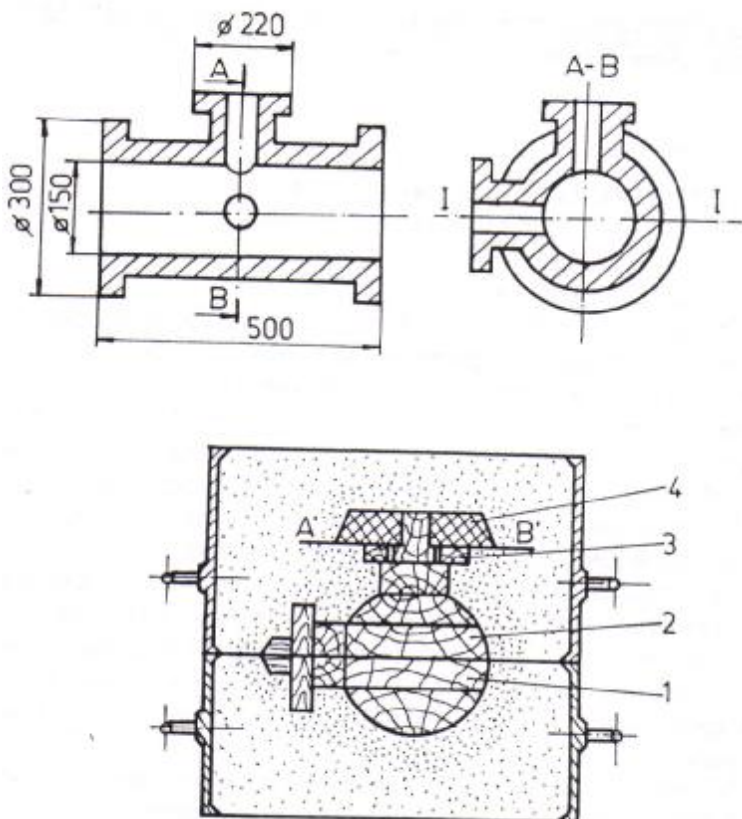


Figura nr. 2.59. Țeavă cu ramificații: a- piesa turnată; b-utilizarea miezului pastilă; 1-semimodel inferior; 2-semimodel superior; 3-parte inelară demontabilă a modelului; 4-miez pastilă.

-se cerne amestec de model și se adaugă amestec de umplere care se îndeasă până la suprafața ce susține partea inelară demontabilă (3) a modelului;

-se montează flanșa inelară (3), se adaugă amestec și se îndeasă până la planul A'-B', determinat de partea superioară a flanșei inelare, Figura nr. 2.59 b;

-după netezirea planului A'-B' se extrage flanșa (3) și deasupra cavității se așază miezul pastilă, apoi se continuă îndeșarea și se definitivează semiforma superioară în mod obișnuit;

-se îndepărtează semiforma superioară, se execută demularea, reparațiile, montarea miezului și asamblarea formei.

2.21. FORMAREA MANUALĂ CU MODEL PREVĂZUT CU PĂRȚI DEMONTABILE

1. Considerații teoretice

Formarea manuală cu model cu părți demontabile se aplică în cazul când modelul are anumite proeminențe care nu pot fi extrase fără a se distruge amestecul de formare. Părțile demontabile pot fi situate la partea superioară a modelului, la partea inferioară sau lateral. Unele modele circulare cu diametru mare cum ar fi coroanele dințate la care dantura se realizează prin turnare, prezintă părți demontabile la periferie.

Confecționarea modelelor cu părți demontabile este mai rentabilă la producția de unicate deoarece costul este mai redus decât cel al unei cutii de miez. La producția de serie mică, modelele cu părți demontabile nu se mai recomandă deoarece la formări repetate se produce uzura lor, se măresc jocurile de montaj și scade precizia dimensională a pieselor. În acest caz, pentru realizarea proeminențelor pieselor se recomandă utilizarea miezurilor, care asigură o precizie dimensională mai bună și care asigură amortizarea mai rapidă a cheltuielilor.

În principiu, la formarea cu model prevăzut cu părți demontabile se îndeasă amestec de formare până se acoperă proeminența (1), Figura nr.2.60, astfel ca aceasta să aibă stabilitate, după care se extrage cuiul de fixare (2) și se continuă îndesarea până la umplerea completă a ramei.

Prin extragerea cuiului (2), partea demontabilă (1) care realizează proeminența piesei devine independentă, astfel că la demulare se poate extrage întâi modelul și apoi partea demontabilă fără ca forma să se deterioreze.

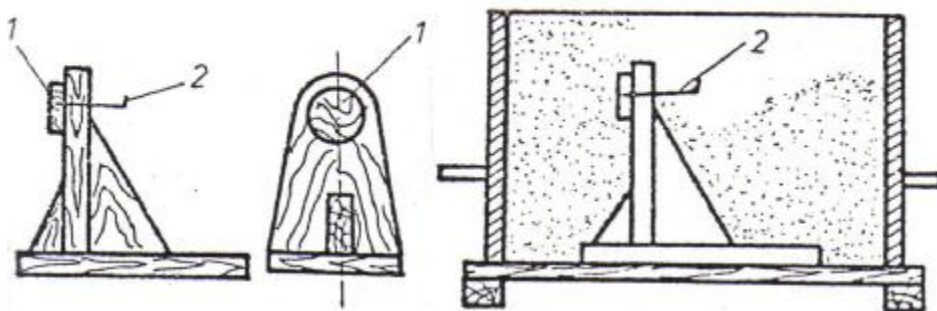


Figura nr. 2.60. Principiul formării cu model prevăzut cu părți demontabile : a-model cu parte demontabilă fixată cu cui ; b-executarea formei ; 1-parte demontabilă ; 2-cui de fixare.

Părțile demontabile se pot monta pe model și cu ajutorul unei îmbinări pe coadă de rândunică așa cum se observă în Figura nr. 2.61, unde este redat modelul unui corp de lagăr.

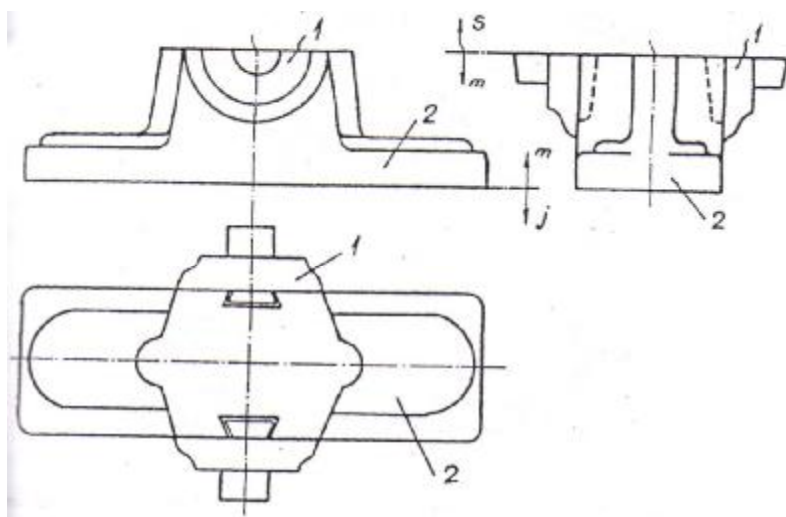


Figura nr. 2.61. Model cu părți demontabile pentru un corp de lagăr : 1-pastile demontabile ale modelului ; 2-corpul modelului.

2. Modul de lucru

Pentru desfășurarea lucrării sunt necesare:

- amestec de formare și amestec pentru miez ;
- trei rame de formare ;
- model cu părți demontabile (corp de lagăr) ;
- scule pentru formare manuală .

Modelul este confecționat din lemn și este prevăzut cu părțile demontabile (1), cu îmbinare pe coadă de rândunică.

Poziția de turnare și suprafețele de separație au fost alese ca în Figura nr. 2.61, astfel ca să se asigure evacuarea corectă a gazelor care ar putea lua naștere la turnare. În același timp poziția de turnare asigură și așezarea mai ușoară a miezului în formă.

Sucesiunea operațiilor tehnologice la formarea cu model prevăzut cu părți demontabile se poate urmări în Figura nr. 2.62:

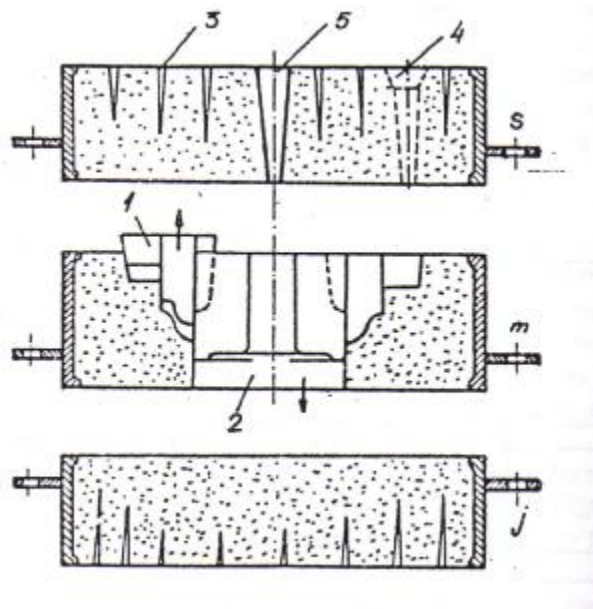


Figura nr. 2.62. Fazele executării formelor pentru turnarea unui corp de lagăr folosind model cu părți demontabile pe coadă de rândunică : 1-parte demontabilă ; 2-corpul modelului ; 3-canal de ventilație ; 4-pâlnia și piciorul de turnare ; 5-răsuflătoare.

-se așază rama inferioară, poziția *j*, pe o planșetă cu urechile de ghidare în jos, apoi se îndeasă amestecul de formare, se îndepărtează surplusul și se execută canalele de ventilație.

-se întoarce rama inferioară cu 180°, se montează rama mijlocie, poziția *m*, apoi se așază modelul și piciorul de turnare, se pudrează în interiorul ramei cu licopodiu astfel ca să se acopere uniform modelul și suprafața de separație;

-se îndeasă amestec de formare până se umple rama, se îndepărtează surplusul de amestec și se netezește cu troila a doua suprafața de separație a formei. Se execută canalele de ventilație cu ajutorul unei vergele;

-se montează rama superioară, poziția *s*, răsuflătoarele, apoi se pudrează licopodiu în interiorul ramei. Se îndeasă amestec de formare, se îndepărtează surplusul de amestec cu o riglă apoi se execută canalele de aerisire (3) cu o vergele. Cu ajutorul lanțetei se realizează o pâlnie de turnare la partea superioară a piciorului de turnare, apoi se extrage cu atenție modelul piciorului și răsuflătorilor;

-se ridică rama superioară, se întoarce cu 180° și se așază lateral pe un strat de amestec de formare afânat și nivelat;

-pentru demularea modelului este necesar să se extragă mai întâi părțile demontabile (1), după care se întoarce cu atenție rama mijlocie la 180° și se așază lateral pentru extragerea corpului (2) al modelului.

După remedierea eventualelor mici deteriorări, se așază rama mijlocie peste rama inferioară, se montează miezul deja confecționat și se închide forma prin așezarea ramei superioare peste cea mijlocie.

Pentru evitarea dezaxărilor în suprafața de separație, se recomandă folosirea unor tije de centrare mobile atât la formare cât și la închiderea formei.

2.22. EXECUTAREA FORMELOR COJI CU MODELE FUZIBILE

1. Considerații teoretice

La executarea formelor coji cu modele fuzibile trebuie parcurse următoarele etape:

- proiectarea procesului tehnologic;
- executarea matrițelor pentru modele fuzibile;
- prepararea amestecurilor fuzibile;
- executarea modelelor fuzibile ;
- asamblarea modelelor fuzibile în ciorchine;
- executarea formei coajă;
- evacuarea modelelor fuzibile din forma coajă;
- uscarea formei coajă;
- împachetarea formei coajă;
- calcinarea formei coajă.

2. Modul de lucru

A. Prepararea amestecului fuzibil

Se va utiliza un amestec fuzibil compus din 50% stearină și 50% parafină.

Componentele se topesc într-o instalație cu pânză de apă, încălzită cu rezistențe electrice. Schema instalației este prezentată în Figura nr. 2.63.

Componentele amestecului fuzibil se introduc în stare solidă în rezervorul (1), acoperit cu capacul (2). Prin capac trece agitatorul manual (3) și termometrul (4) ce indică temperatura masei fuzibile.

Rezervorul (1) este înconjurat de pânza de apă (5) ce se încălzește cu rezistențele electrice (6). Nu se recomandă încălzirea directă deoarece materialele componente sunt inflamabile.

Se ridică temperatura instalației până la 90°C și după topirea completă a componentelor se rotește agitatorul (3) în vederea omogenizării masei fuzibile.

Se menține apoi fără agitare amestecul fuzibil în stare topită la aceeași temperatură timp de 30 minute în vederea degazării și separării impurităților. Masa fuzibilă se evacuează prin conducta (7), iar reziduurile se evacuează prin conducta (8). Înainte de o nouă încărcare se verifică rezervorul (1) dacă mai conține impurități.

Bușonul (9) servește la alimentarea cu apă, iar conducta (10) pentru evacuarea apei din instalație.

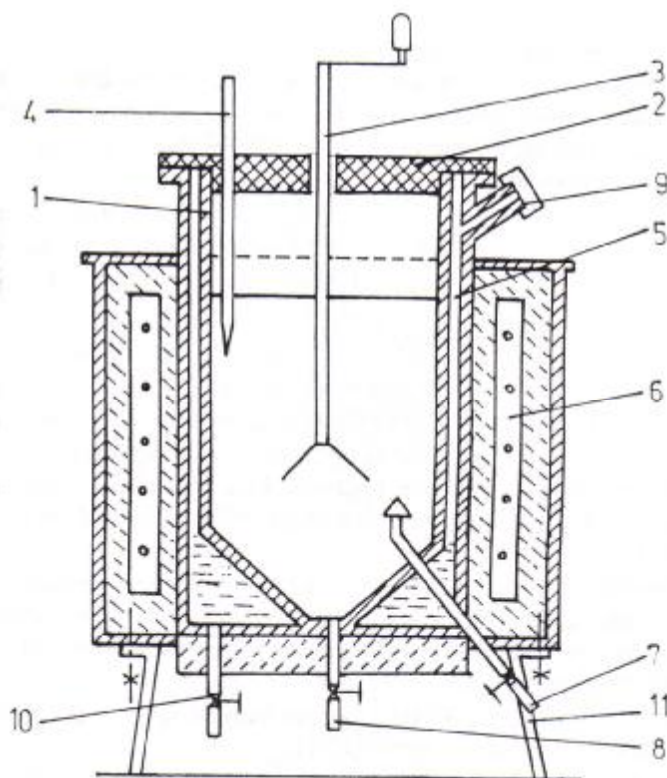


Figura nr.2.63. Schema instalației de preparare a amestecurilor fuzibile :

1-rezervor cu pereți dubli și pânză de apă ; 2-capac ; 3-agitator manual ; 4-termometru ; 5-pânză de apă ; 6-rezistențe electrice ; 7-conductă de evacuare a masei fuzibile ; 8-conductă de evacuare a reziduurilor ; 9-bușonul conductei de alimentare cu apă ; 10-conductă de evacuare a apei ; 11-picioare de sprijin.

Întreaga instalație se sprijină pe suportii (11) fixați de o masă de laborator.

Materialul fuzibil se toarnă în niște forme metalice urmând să fie încălzit în instalația de presare. Uneori materialul fuzibil poate fi turnat direct în cilindrul instalației de presare deja încălzit la temperatura de 40-45°C unde se așteaptă să se răcească lent până la temperatura de presare.

B. Executarea modelelor fuzibile

Modelele fuzibile se vor executa pentru piesa din Figura nr. 2.64. Întrucât piesele sunt mici, pentru a se realiza economie de metal, se vor confecționa grupuri de patru modele ce se vor asambla ulterior prin suprapunere formând ciorchinele.

Amestecul fuzibil preparat în instalația din Figura 2.63 se introduce în cilindrul de presare (1) (Figura nr. 2.65). Acest cilindru este menținut la temperatura de 40-45°C (ideal 42-43°C) în apa caldă din cilindrul (2) încălzită cu termoplonjorul (3) .

Figura nr.2.64. Piesa turnată În cilindrul de presare (1) se introduce pistonul (4) acționat manual de tija cu mânere (5).

Prin apăsarea pe mânere, pistonul (4) coboară în cilindrul (1) și obligă masa fuzibilă aflată în stare păstoasă să treacă prin ajutorul (6) și să ajungă în matrița (7).

Matrița este prevăzută cu plan de separație orizontal, deci este alcătuită din semimatrița superioară (7') și semimatrița inferioară (7''). Matrița este construită pentru realizarea unui grup de (4) modele (1) și un inel central (3) (Figura nr. 2.66).

Întrucât modelele și inelul central trebuie să aibă gol interior matrița este prevăzută cu miezurile metalice (8).

Pentru extragerea modelelor fuzibile, matrița este prevăzută cu o placă de extracție (9) ce se ridică datorită unui mecanism cu excentric.

Acest extractor urmărește extragerea intactă a grupului de modele.

Semimatrița inferioară este prevăzută cu o placă (10), având un locaș conic, în care intră capul conic al fiței filetate (12).

Matrița se poate ridica și coborî, ghidată pe tijele (11), datorită tijeii filetate (12) care trece prin piulița specială (13). Aceasta piulița este fixată de masa (14) cu șuruburi.

Prin rotirea roții de manevră (15) spre dreapta sau spre stânga se obține ridicarea sau coborârea matriței.

Înainte de presare, matrița (7) se află în poziția inferioară. Se verifică golurile matriței ca să nu conțină

resturi de material fuzibil. Se unge cavitatea cu o cârpă înmuiată în ulei silionic sau în ulei de transformator pentru a preveni aderarea modelelor fuzibile la matriță.

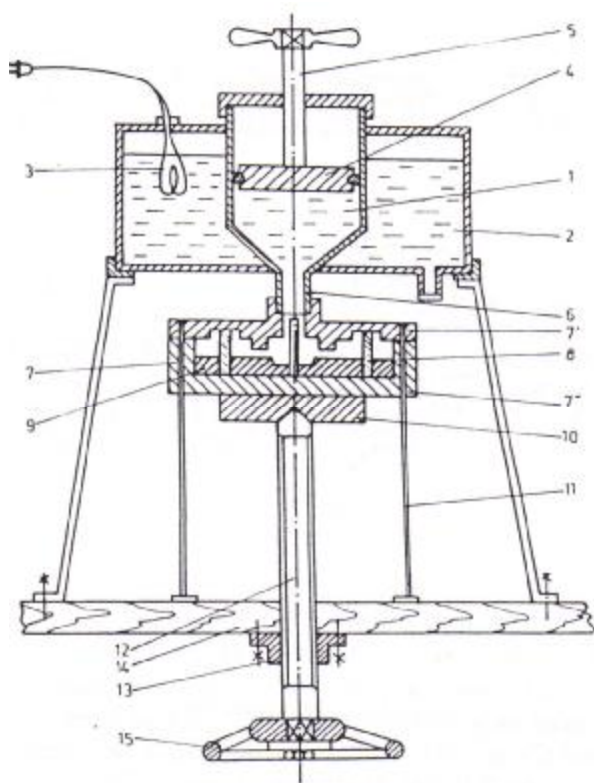


Figura nr.2.65. Schema instalației de presare a amestecului fuzibil în matriță :

1-rezervor ; 2-vas cu apă încălzită pentru menținerea amestecului fuzibil la temperatura de presare ; 3-termoplonjor ; 4-piston ; 5-tija pistonului ;6-ajutaj ; 7'-semimatrița superioară ; 7''-semimatrița inferioară ; 8-miezuri metalice ; 9-placă extractoare ; 10-placă prevăzută cu locaș conic ; 11-tije de ghidare ; 12-tijă filetată ; 13-piuliță specială ; 14-masă ; 15-roată de manevră.

Se suprapune semimatrița superioară (7') peste semimatrița inferioară (7''), apoi se rotește spre dreapta roata de manevră (15) și întreaga matriță (7) se ridică până când ajutorul 6 intră în canalul de alimentare al matriței (se realizează etanșarea).

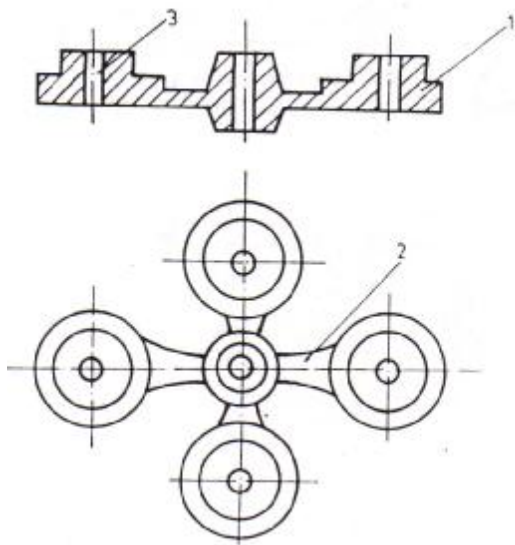


Figura nr. 2.66. Grup de modele fuzibile.

Se presează materialul fuzibil în matrița (7). După 2 minute, se acționează în sensul invers și matrița coboară. Se lasă matrița să se răcească timp de 5 minute pentru a se solidifica modelele fuzibile.

Se ridică cu grijă semimatrița (7'), apoi se acționează asupra pârghiei extractorului și placa (9) ridică grupul de modele din semimatrița (7'').

Se introduce grupul de modele în apă rece (temperatura 20°C) pentru a se definitiva întărirea modelelor.

Se folosește tija (1), ce se întoarce cu cârligul în jos. Se montează modelul pâlniei de turnare (2), executat separat, apoi se suprapun grupurile de modele (3), iar în final se montează șaiba (4) și piulița (5). Se obține ciorchinele cu modele fuzibile din Figura nr. 2.67

Executarea formei coajă propriu-zisă presupune următoarele faze:

- scufundarea ciorchinelui într-o soluție de degresare;
- scufundarea ciorchinelui într-o barbotină primară;
- presărarea ciorchinelui cu praf de cuarț;
- introducerea ciorchinelui într-o soluție de clorură de amoniu 20%, pentru întărirea primului strat refractar, conform reacției :

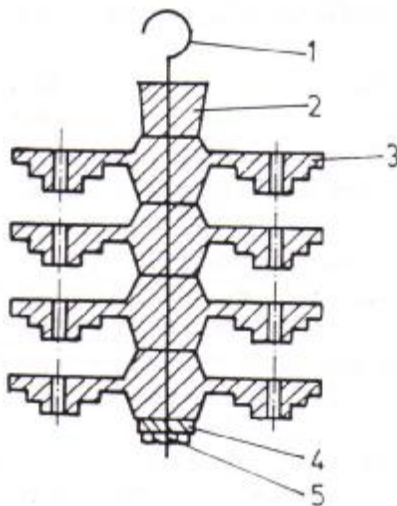
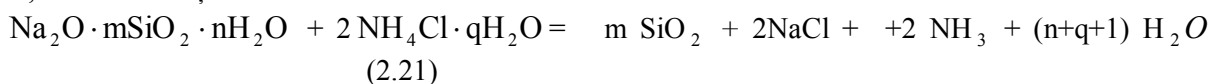


Figura nr. 2.67. Asamblarea modelelor fuzibile în ciorchine : 1-tijă cu cârlig; 2-modelul pâlniei de turnare; 3-grupuri de modele suprapuse; 4-șăibă plată; 5-piuliță.

- executarea stratului refractar secundar urmând același traseu tehnologic de la primul strat refractar;
- executarea straturilor terțiare;

- evacuarea modelului fuzibil din forma coajă;
- uscarea formei coajă;
- împachetarea modelului fuzibil într-o cutie specială;
- calcinarea formei coajă.

Compoziție :

-barbotină primară : 55% $\text{Na}_2\text{O} \cdot m\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$
45% praf de cuarț cu granulația de 0,063 mm

-barbotină secundară: 51% $\text{Na}_2\text{O} \cdot m\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$
48% praf de cuarț cu granulația de 0,1 mm

-barbotina terțiară: 48% $\text{Na}_2\text{O} \cdot m\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$
52% praf de cuarț cu granulația de 0,2 mm.

După depunerea ultimului strat refractar ciorchinele se scufundă din nou în barbotina terțiară, se lasă să se scurgă surplusul de barbotină terțiară și se introduce ciorchinele în soluție de clorură de amoniu pentru a stabili ultimul strat de granule.

Îndepărtarea modelului fuzibil din forma coajă se poate realiza prin:

-metoda umedă – în apă la 80-90°C;

-metoda uscată – introducerea ciorchinelui într-un curent de aer cald – se execută întâi o uscare la temperatura ambiantă, apoi se crește treptat temperatura până la 50°C după care ciorchinele se introduce cu pâlnia în jos în incinta încălzită pentru topirea și evacuarea modelelor.

Uscarea formelor coji se realizându-se printr-o încălzire cu viteză redusă în scopul prevenirii fisurării și exfolierii. Descărcarea formelor coji uscate la temperatura de 250°C este contraindicată deoarece atât răcirea bruscă după uscare cât și încălzirea bruscă la calcinare pot produce fisurarea lor.

Este de dorit ca formele coji să se transfere de la uscător la cuptorul de calcinare. Dacă această operație este imposibilă atunci se lasă ca temperatura formelor să scadă sub 150°C, apoi se scot din cuptor și se pot păstra pe sol la temperatura ambiantă.

Calcinarea se realizează prin încălzirea formelor coji la 950-1050°C. În intervalul 800-900°C are loc transformarea cuarțului β în tridimit cu o creștere în volum de 14,7% (la 870°C), deci în acest interval viteza de încălzire va fi mai redusă pentru a preveni fisurarea formelor.

Împachetarea formelor coji se folosește la piese mijlocii și mari și constă în introducerea formei coajă într-o cutie metalică și umplerea spațiului dintre ciorchine și pereții cutiei cu material granular stabilizat termic, provenit de la sfărâmarea formelor coji rebutate.

Se recomandă turnarea aliajului în formele calde (peste 700°C), imediat după calcinare, pentru a se asigura fluiditatea necesară redării celor mai fine detalii și răcirea odată cu forma pentru a se reduce contracția frânată și tensiunile interne în piesele turnate.

2.23. EXECUTAREA FORMELOR COJI CU SUPRAFAȚĂ DE SEPARAȚIE DIN AMESTECURI TERMOREACTIVE

1. Considerații teoretice

Obținerea formelor coji prin procedeul Croning presupune utilizarea amestecurilor de formare termoreactive care se întăresc chimic la temperatura de 250-300°C.

Procesul tehnologic de fabricare a pieselor turnate prin procedeul Croning cuprinde următoarele operații:

- prepararea amestecului de formare cu lianți termoreactivi;
- executarea formelor coji și a miezurilor coji;
- asamblarea și consolidarea formelor coji în vederea turnării;
- turnarea aliajului lichid în forme;
- dezbaterea formelor și curățirea pieselor turnate.

La prepararea amestecului de formare termoreactiv numit și nisip peliculizat se folosesc următoarele materiale:

-nisip cuarțos STAS 5609-88, având granulația medie $M_{50}=0,15$ mm și componenta levigabilă max. 0,3% - un conținut mai mare de componentă levigabilă produce o scădere a rezistenței mecanice a formelor coji;

-*novolac* în soluție alcalină cu concentrație 78-80%. Novolacul produs de Combinatul chimic Făgăraș trebuie să aibă conform N.I. 2714 următoarele caracteristici:

-conținut de rășină	minim 68%;
-vâscozitatea la 25°C	20-37 Poise
-densitate la 25°C	min. 1,1 g/cm ³ .

-*întăritor F* – produs de Combinatul chimic Făgăraș ce trebuie să aibă conform N.I. 3373-73 următoarele caracteristici:

-aspect	pulbere alb-gălbuie;
-hexametilentetramină	77%;
-stearat de calciu	25%;
-umiditate	max. 1,5%.

La lucrare se utilizează nisip peliculizat gata preparat în instalație specializată.

2. Modul de lucru

Pentru desfășurarea lucrării se vor utiliza:

- plăci portmodel special încălzite cu rezistențe electrice;
- cutie de miez metalică;
- instalație cu rezervor fix, pentru executarea formelor coji ;
- cuptor pentru definitivarea polimerizării liantului;
- nisip peliculizat;
- soluție alcalină de novolac;
- ulei siliconic pentru ungerea plăcilor portmodel.

Forma coajă se va executa pentru piesa din Figura nr. 2.68 a, conform tehnologiei din Figura nr. 2.68

b.

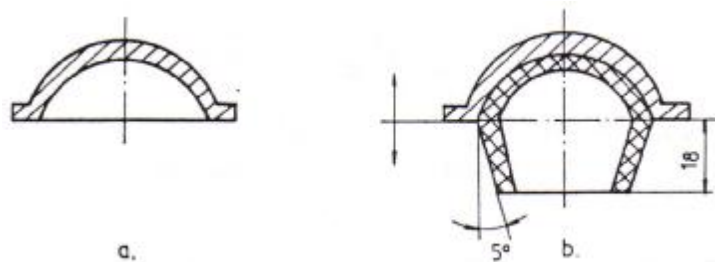


Figura. 2.68. Desenul piesei turnate (a) și desenul tehnologic (b) pentru turnarea piesei în forme coji cu suprafață de separație.

Semiformelor coji se realizează cu ajutorul plăcilor portmodel speciale reprezentate în Figura nr. 2.69 și 2.70.

O placă portmodel specială, Figura nr. 2.69, Figura nr. 2.70 este alcătuită dintr-o placă metalică inferioară (1) și o placă metalică superioară (2), distanțate pe tot conturul de izolatorul (3).

Între cele două plăci se află rezistența electrică (4), alimentată cu curent de la rețea prin intermediul conductorului izolat (5) și a ștecherului (6).

Semimodelele (7) și modelul pentru rețeaua de turnare (8) sunt fixate cu șuruburi pe placa superioară (2). Placa mai este prevăzută cu extractoarele (9) ce trec printre rezistențele electrice (4) și pot fi aduse în poziția inițială cu ajutorul resorturilor (10).

Placa I este prevăzută cu proeminența conică (11) care are rolul de a realiza o cavitate conică în semiforma coajă (1), în timp ce placa portmodel II are o cavitate conică (11) pentru realizarea unei proeminențe conice în semiforma (2). Aceste adâncituri și proeminențe în forma coajă servesc pentru centrare în vederea evitării deplasărilor în planul de separație.

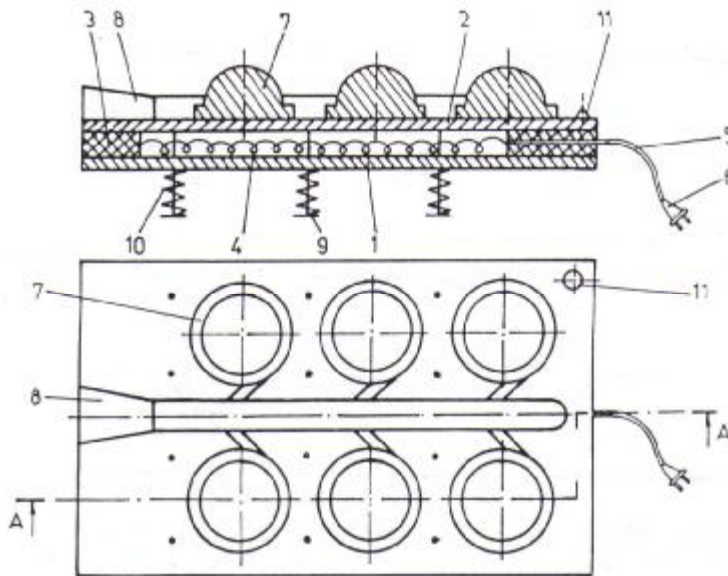


Figura nr. 2.69. Placă portmodel I :
1-placă inferioară; 2-placă superioară; 3-izolator; 4-rezistență electrică; 5-conductor izolat; 6-ștecher; 7-semimodel metalic; 8-semimodelul rețelei de turnare; 9-tije extractoare; 10-resorturi; 11-model pentru gaură de centrare.

Pentru executarea formei coajă se introduc pe rând fiecare placă portmodel încălzită la 150-200°C sub rezervorul instalației de executare a formelor coji reprezentată în Figura nr. 2.71.

La apăsarea pe pedala (1), tija (2) coboară împreună cu dopul tronconic (3), astfel că amestecul termoreactiv din rezervor cade pe placa portmodel (4) încălzită. Surplusul de amestec termoreactiv trece prin ochiurile grătarului (5), se colectează în cuva (6) și este recirculat cu ajutorul elevatorului (7).

Amestecul termoreactiv se menține pe placa portmodel încălzită un anumit timp în funcție de grosimea de perete urmărită. Acest timp se determină experimental, iar grosimea peretelui formei coajă se alege în funcție de presiunea metalostatică a aliajului lichid.

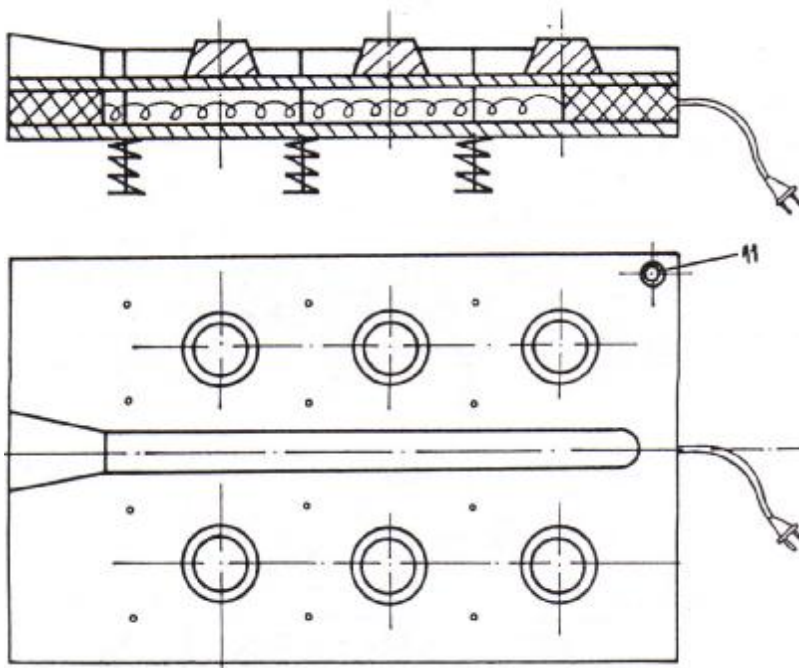


Figura nr. 2.70. Placă portmodel II :
1-placă inferioară; 2-placă superioară; 3-izolator; 4-rezistență electrică; 5-conductor izolat; 6-ștecher; 7-semimodel metalic; 8-semimodelul rețelei de turnare; 9-tije extractoare; 10-resorturi; 11-cavitate pentru realizarea cepului de centrare a semiformei II.

După întărirea amestecului termoreactiv placa portmodel încălzită se scoate de sub rezervorul instalației, se deconectează de la rețea și se așază pe o suprafață plană. Prin apăsarea plăcii portmodel extractoarele se ridică și împing semiforma coajă realizând

demularea.

La destinderea resorturilor (10), extractoarele (9) revin în poziția inițială.

Definitivarea întăririi liantului și deci a formei coajă se realizează prin introducerea acesteia într-un cuptor cu rezistori, reprezentat în Figura nr. 2.72. Cuptorul este alcătuit din mantaua metalică 1 în interiorul

căreia s-au zidit vatra (2), pereții laterali (3), bolta (4). Cuptorul este încălzit cu rezistorii (5). În interior, cuptorul este prevăzut cu rastelele (6), pe care se introduc semiformele coji așezate pe plăci de încălzire pentru a nu se deforma. Instalația de supraveghere și comandă a cuptorului cuprinde butonul de pornire (7), voltmetrul (8), milivoltmetrul indicator (9) cuplat cu un termocuplu cromel-alumel, lampă de semnalizare (10) și butonul de deconectare (11).

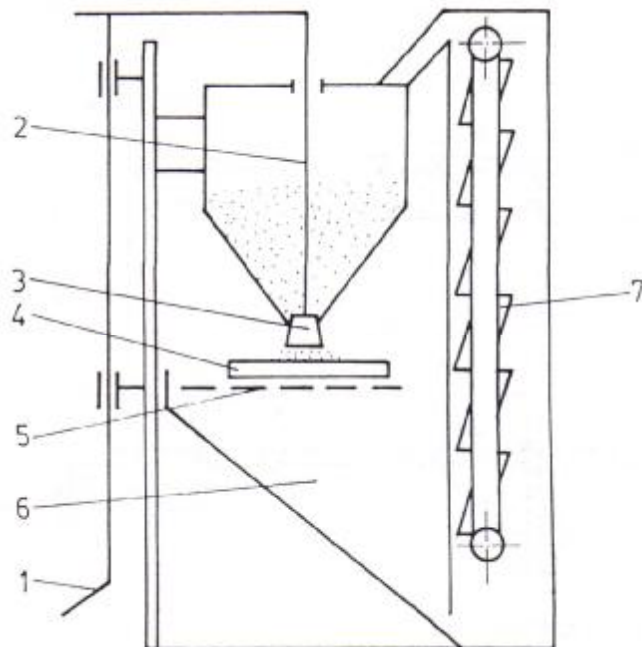


Figura nr. 2.71. Schema instalației cu rezervor fix pentru executarea formelor coji din amestecuri termoreactive: 1-pedală; 2-tijă; 3-dop tronconic; 4-placă portmodel încălzită; 5-grătar; 6-cuvă colectoare; 7-elevator cu cupe pentru recicluarea amestecului termoreactiv.

Cuptorul se încălzește la 200-250°C. Formele coji se mențin la această temperatură în funcție de grosimea lor un anumit timp determinat experimental.

Pentru executarea miezurilor coji se utilizează cutia de miez metalică reprezentată în Figura nr. 2.73. Cutia de miez are plan de separație vertical și este centrată cu două cepuri metalice. Se încălzește cutia în cuptorul din Figura nr. 2.72, până ajunge la temperatura de 200°C, se scoate din cuptor și se umple cu amestec termoreactiv pe la partea superioară. După 1-2 minute cutia se întoarce la 180° și restul de amestec termoreactiv ce nu a reacționat curge din cutie.

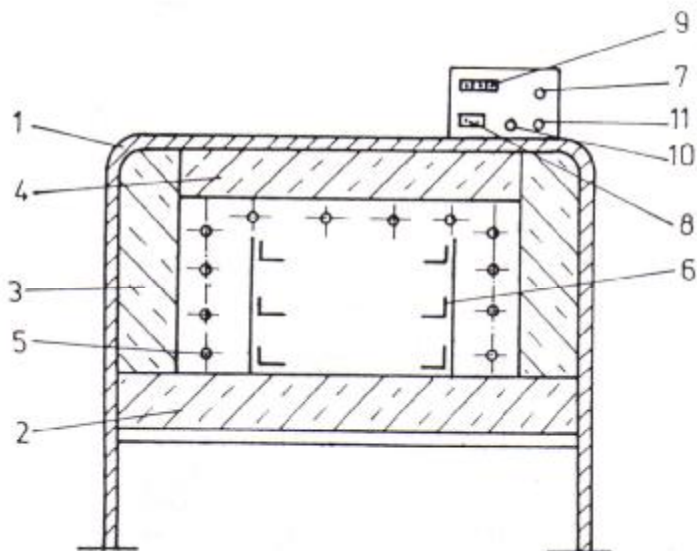


Figura nr. 2.72. Cuptor cu rezistori folosit pentru definitivarea polymerizării liantului: 1-manta metalică; 2-vatră; 3-pereți laterali; 4-boltă; 5-rezistori; 6-rastele pentru forme coji; 7-buton pentru conectare; 8-voltmetru; 9-milivoltmetru indicator; 10-lampă de semnalizare a funcționării cuptorului; 11-buton de deconectare.

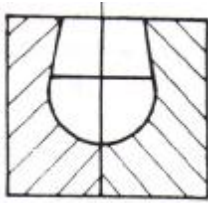


Figura.nr2 .73. Cutie de miez metalică având plan de separație vertical.

Se desface cutia de miez și se extrage manual miezul coajă. Grosimea miezului coajă depinde de durata de staționare a amestecului termoreactiv în cutia de miez.

Se așază semiforma (2), rece, pe o suprafață plană și se vopsește în zona mărcilor, precum și pe margini cu o soluție de novolac și întăritor F în alcool. În locașul mărcilor se montează miezurile (3), calde, la 200°C. În acest fel ele se lipesc în semiforma (2).

Peste semiforma (2), rece, vopsită pe contur, se suprapune centrat semiforma coajă (1), caldă. În acest fel semiforma (1) se lipește de semiforma (2) (Figura nr. 2.74). Formele se pot asigura suplimentar cu scoabe elastice în vederea turnării..

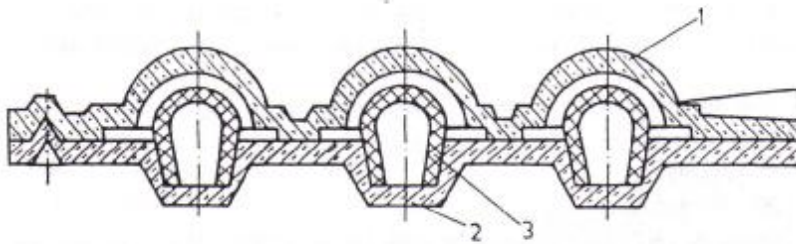


Figura nr. 2.74. Formă coajă asamblată : 1,2-semiforme; 3- miez coajă.

Formele coji asamble se așază în rastele speciale în poziție verticală în vederea umplerii cu aliaj lichid.

2.24.EXECUTAREA FORMELOR COJI DIN AMESTEC CU SILICAT DE SODIU ÎNTĂRIT CU CO₂

1. Considerații teoretice

Amestecurile cu silicat de sodiu se pretează la executarea formelor coji, deoarece au fluiditate bună și prin întărire chimică realizează o rezistență satisfăcătoare.

Precizia dimensională a formelor coji este suficient de ridicată, întrucât demularea se realizează după întărirea chimică a amestecului.

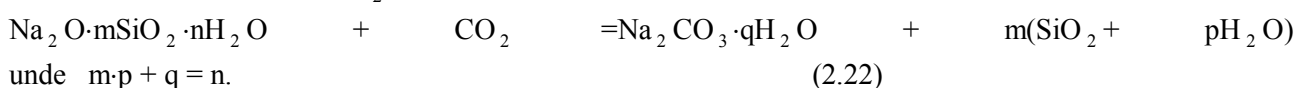
Rezistența mecanică a formelor coji confecționate din amestec de formare cu silicat de sodiu depinde de următorii factori:

- calitatea silicatului de sodiu care trebuie să aibă modulul 2,7-3 și densitatea 1,45-1,52 g/cm³;
- cantitatea de liant care trebuie să fie în jur de 6%, cu toate că permeabilitatea maximă se obține la 8% iar rezistența mecanică maximă la 9%;
- grosimea peretelui formei coajă care se alege astfel ca forma să reziste la presiunea metalostatică a aliajului lichid fără să se deformeze și fără să se fisureze;
- gradul de îndesare.

Datorită faptului că formele coji au grosimea de perete mai redusă decât formele obișnuite, pentru o bună rezistență mecanică este necesar să se folosească un procedeu combinat: îndesare mecanică și întărire chimică.

Permeabilitatea formelor coji este mai mare decât la formele clasice întrucât gazele ce se formează la turnare, parcurg un drum mai scurt spre exterior. La o aceeași grosime de formă coajă, permeabilitatea diferă în funcție de gradul de îndesare. La o îndesare manuală și întărire chimică, permeabilitatea este mai mare decât la o îndesare prin scuturare și întărire chimică.

Întărirea chimică cu CO₂ are loc astfel:



În urma reacției de întărire rezultă gelul de siliciu ce nu poate exista în stare lichidă la temperatura ambiantă și se întărește realizând legătura dintre granulele de nisip. Acest gel este foarte poros, astfel că poate îngloba o cantitate mare de apă. Dacă formele coji se usucă, apa din porii silicatului se evaporă și rezistența mecanică a formelor coji crește.

Al doilea produs de reacție este carbonatul de sodiu, material higroscopic, care mărește riscul de producere a suflurilor. Totodată, în contact cu aliajul lichid, carbonatul de sodiu disociază în NaO₂ care micșorează refractaritatea și CO₂ ce favorizează apariția suflurilor.

2. Modul de lucru

- amestec de formare;
- butelie cu CO₂;
- placă portmodel de construcție specială;
- cutie de miez specială;
- troilă, lanțetă;
- ramă de lemn.

Pentru piesa turnată din Figura nr. 2.75a se adoptă tehnologia de turnare reprezentată în Figura nr. 2.75b.

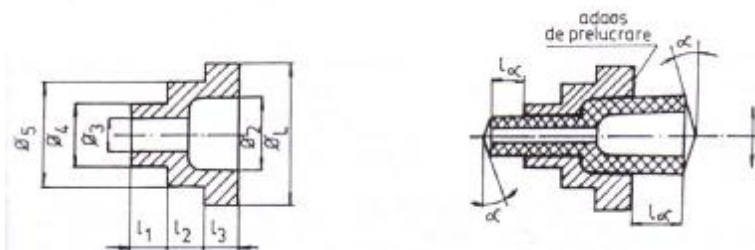


Figura nr. 2.75. Piesă turnată (a) și tehnologia de turnare în forme coji (b).

Forma coajă va fi alcătuită din două semiforme coji simetrice executate pe placa portmodel prezentată în Figura nr. 2.76.

Placa portmodel este alcătuită din placa inferioară (1) și placa superioară (2) pe care sunt fixate modelele metalice (3) cu șuruburile (4). Garnitura de cauciuc (5) are rolul de a realiza etanșarea și distanțarea celor două plăci pe tot conturul. Modelele (3) și placa superioară (2) sunt prevăzute cu orificii de insuflare (6), respectiv (7).

Dioxidul de carbon este introdus între cele două plăci prin conducta (8), legată printr-un tub flexibil de butelia cu CO₂ sau cu instalația de distribuție.

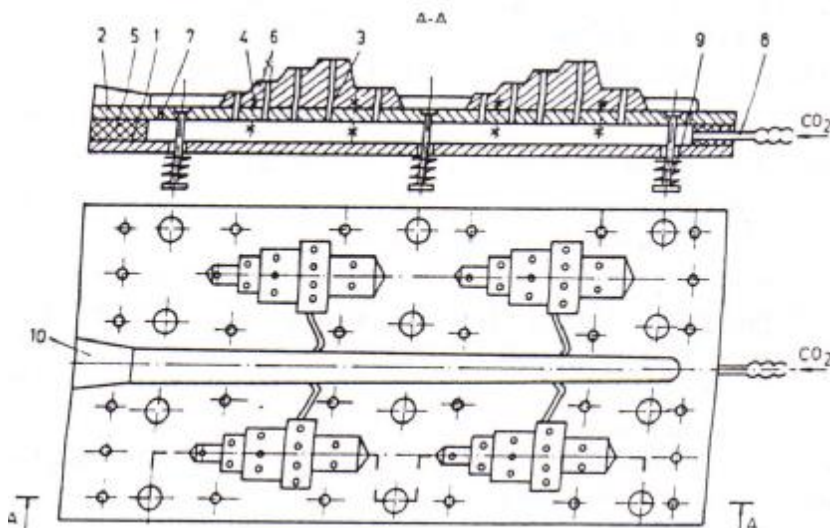


Figura nr. 2.76. Placă portmodel pentru executarea formelor coji din amestec pe bază de silicat de sodiu și întărire chimică cu CO₂: 1-placă inferioară; 2-placă superioară; 3-modele metalice; 4-șuruburi de fixare; 5-garnitură de cauciuc; 6-orificiu de insuflare prin model; 7-orificiu de insuflare prin placă; 8-conductă de alimentare cu CO₂; 9-extractoare; 10-modelul rețelei de turnare.

Pentru demularea semiformelor coji placa este prevăzută cu extractoarele (9). Modelul pentru rețeaua de turnare (10) este fixat cu șuruburi pe placa superioară (2).

Cutia de miez reprezentată în Figura nr. 2.77 este adaptată pentru insuflarea cu CO₂. Este alcătuită din semicutiile (1) și (2) ce se centrează una față de alta prin sistem cep-gaură.

Profilul interior al miezului coajă este realizat de dispozitivul de insuflare (3), prevăzut cu conicități în vederea extragerii ușoare din miez și cu orificii de insuflare.

La unul din capetele cutiei există un locaș pentru centrarea acestui dispozitiv.

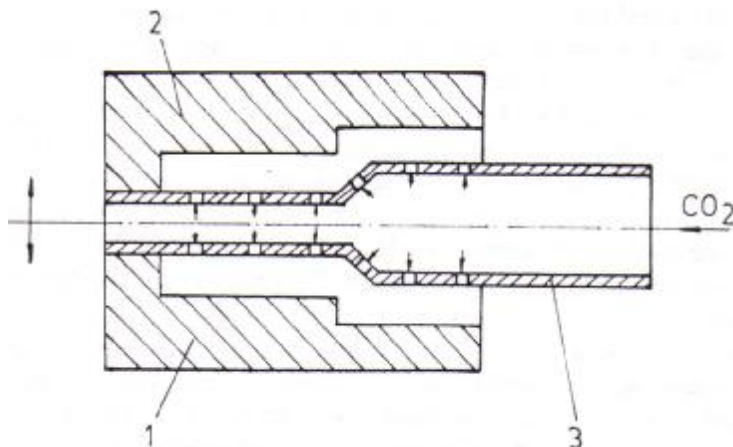


Figura nr.2.77. Cutie de miez : 1 și 2-semicutii de miez ; 3-dispozitiv de insuflare a CO₂.

A. Executarea semiformelor coji.

Pe placa portmodel din Figura nr. 2.76 se așază o ramă de lemn cu

înălțimea de 20 mm. Laturile acestei rame se află la periferia plăcii portmodel și au rolul de a împiedica împrăștierea amestecului de formare cu silicat de sodiu.

Se acoperă placa portmodel cu amestecul de formare urmărind ca acest strat să aibă o grosime de aproximativ 20 mm. În acest scop profilul exterior al formei coajă se poate realiza cu lanțeta și troila sau cu o placă profilată. Se urmărește ca stratul de amestec să fie continuu și cât mai uniform pentru a nu fi afectată

rezistența formei coajă. Se deschide robinetul de la butelia cu CO_2 după ce în prealabil reductorul de presiune a fost reglat în așa fel încât presiunea CO_2 la ieșire să fie cuprinsă între 1 și 3 atm. Insuflarea cu CO_2 cu o presiune mai mare conduce la împrăștierea amestecului. CO_2 pătrunde prin conducta (8) în spațiul dintre plăcile (1) și (2) și este uniform distribuit în masa de amestec prin orificiile (6) și (7). După întărirea stratului de amestec se întrerupe admisia CO_2 și se ridică rama de lemn. Pentru demulare se așază placa portmodel pe suprafața plană și apoi se apasă astfel că resorturile extractoare (9) se comprimă, iar tijele ridică semiforma coajă.

În cazul când se constată aderarea semiformei coajă la placa portmodel și la model, suprafața plăcii se acoperă cu un strat subțire de motorină sau petrol lampant.

Cealaltă semiformă fiind simetrică se execută în mod identic.

B. Executarea miezurilor coajă se efectuează în cutia de miez reprezentată în Figura nr. 2.77 și cuprinde următoarele etape:

- se curăță cavitatea cutiei de miez și se unge cu lichidul antiaderent;
- se assemblează semicutiile (1) și (2);
- se introduce dispozitivul de insuflare (3) în locașul dintre cele două semicutii;
- se introduce amestec de formare cu silicat de sodiu în spațiul liber dintre semicutii și dispozitivul (3).

Pentru o mai bună uniformizare a amestecului se poate vibra sau chiar îndesa manual cu o vergea;

-se introduce CO_2 prin dispozitivul (3) astfel că CO_2 trece prin orificii și ajunge în amestecul din cutie pe care îl întărește;

-se întrerupe admisia CO_2 și se extrage dispozitivul de insuflare (3) din miezul coajă;

-se desface cutia de miez și se extrage miezul coajă.

C. Asamblarea formelor coji. Se montează miezurile în una din semiforme, vezi Figura nr. 2.78, apoi se suprapune cealaltă semiformă și se asigură pentru turnare cu scoabe elastice sau bride.

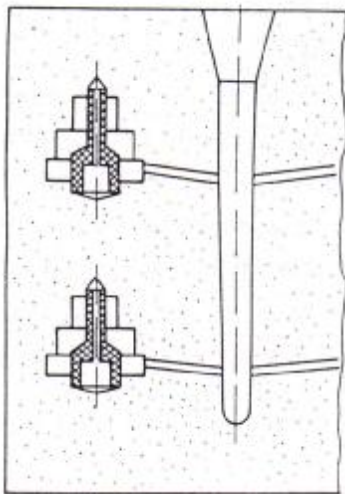


Figura nr. 2.78. Asamblarea formei coajă.

În unele situații miezurile se fixează în semiforme prin ungerea mărcilor cu silicat de sodiu urmată de suflarea CO_2 prin rețeaua de turnare.

2.25.EXECUTAREA FORMELOR CU AJUTORUL MODELELOR VOLATILE

1.Considerații teoretice

Acest procedeu de formare face parte din categoria formării cu modele pierdute, iar procedeu de turnare se numește turnare în forme pline. Aceste denumiri sunt justificate de faptul că în momentul turnării modelul se află în formă.

Datorită acțiunii termice a aliajului lichid, modelul se volatilizează și locul lui este ocupat de aliajul lichid care copie configurația golului.

Acest procedeu de formare are următoarele avantaje:

-modelul este aproape identic cu piesa turnată, diferind numai prin adaosul de contracție. În rest modelul prezintă găuri sau goluri interioare și exterioare având configurația piesei turnate. În componența garniturii mai intră modelele maselotelor și a rețelei de turnare, care însă nu afectează configurația piesei;

-întrucât modelul are goluri interioare și exterioare, nu sunt necesare cutii de miez, deoarece modelul nu se extrage din formă;

-nu mai este necesară miezuirea, uscarea miezurilor, montarea lor și închiderea formei;

-formele nu au suprafață de separație, deoarece modelul rămâne în amestec, deci dispare pericolul dezaxării (deplasarea în planul de separație) și al apariției bavurilor;

-reduce manopera la operațiile de formare și finisare a piesei;

-se pot turna piese mari, simple sau complicate fără a folosi garnituri de model masive care se manevrează greu și care consumă mult material lemnos.

Dintre dezavantaje enumerăm:

-costul ridicat al polistirenului expandat;

-necesitatea aprovizionării cu polistiren expandat plăci sau polistiren granule în cantități mari care să satisfacă volumul și ritmul de producție;

-polistirenul expandat nu se poate recupera, (de unde și denumirea de *modele pierdute*);

-se degajează gaze nocive la turnare;

-dotarea modelăriei cu mașini pentru expandarea polistirenului granule în cazul producției de serie mare;

-necesitatea stabilirii unui procedeu eficient de executare a modelelor volatile (procedeu trebuie să fie ieftin, să nu consume mult material, să fie productiv și să necesite consum redus de manoperă);

-productivitatea secției de turnătorie depinde direct de productivitatea secției de modelărie;

-suprafața pieselor turnate are o calitate mai scăzută decât a pieselor turnate prin procedee convenționale, dacă nu se iau măsuri speciale.

2. Modul de lucru

A.Confecționarea modelelor volatile

Această operație trebuie executată în așa fel încât să fie eficientă, iar modelele trebuie să fie cât mai precise și cu suprafața cât mai netedă pentru a conferi aceleași calități și pieselor turnate. Modelele volatile se execută în două variante, în funcție de caracterul producției:

a. Pentru producția de unicate și serie mică.

Modelele se execută prin tăierea, șlefuirea și înclierea subansamblelor din polistiren expandat. Polistirenul expandat este un material spongios cu densitatea între 15-25kg/m³. Densitatea polistirenului expandat depinde de gradul de expandare. Cu cât densitatea este mai mică și gradul de expandare mai mare, cu atât materialul este mai apt pentru execuția modelelor volatile, deoarece este mai ușor, se consumă în cantități mai mici, și se degajează mai puține gaze la turnare.

Polistirenul expandat este insensibil la variația umidității din amestec, deci piesele turnate vor avea o precizie dimensională ridicată, dacă modelele sunt executate precis. Polistirenul expandat nu are rezistență mecanică ridicată și de aceea modelele volatile executate din acest material nu se pretează la formarea cu amestecuri clasice care se îndeasă, ci la formarea cu amestecuri speciale, cu întărire chimică sau cu autoîntărire, care nu necesită îndesare.

Polistirenul expandat se poate prelucra ușor prin tăiere cu fierăstrăul sau cu o rezistență electrică, se poate prelucra pe mașini unelte, se poate șlefui cu pânză sau hârtie abrazivă și se poate înclia.

Tăierea polistirenului expandat cu o rezistență electrică este avantajoasă deoarece este mai puțin periculoasă decât tăierea cu ferăstrăul, iar suprafața prelucrată este netedă și rezistentă.

Prin topire suprafața prelucrată se acoperă cu o peliculă de polistiren lichid care ulterior se solidifică, rezultând o suprafață netedă și mai dură decât restul materialului.

Executarea modelelor pentru producția de unicate presupune următoarele etape:

-alegerea materialelor, respectiv a polistirenului expandat care se livrează sub formă de plăci cu diferite dimensiuni;

-trasarea elementelor constructive ale garniturii de model pe semifabricate de polistiren;

-decuparea acestor elemente din materialul brut cu ajutorul ferăstrăului sau al unei rezistențe electrice;

-aducerea acestor subansamble la dimensiunile finale prin șlefuire cu hârtie sau pânză abrazivă;

-încleierea subansamblelor pe baza unui trasaj de execuție.

Întrucât suprafața polistirenului expandat nu este perfect netedă, se procedează la acoperirea asperităților modelului cu un strat subțire de parafină topită. Stratul de parafină se egalizează ca grosime cu o cârpă înmuiată în apă fierbinte.

Întrucât forma nu mai poate fi protejată cu vopsea refractară deoarece conține modelul volatil, pentru evitarea aderențelor se vopsește modelul înainte de operația de formare. Este necesar ca mediul de dispersie al vopselei refractare să nu constituie un solvent pentru polistirenul expandat, deoarece afectează calitatea și chiar integritatea modelului.

b. Pentru producția de serie mare.

Modelele trebuie executate într-un ritm rapid și de aceea confecționarea se realizează de obicei prin expandarea granulelor de polistiren în matrițe introduse în autoclave cu abur.

Inițial granulele se încălzesc pentru ca materialul să se înmoaie și apoi se introduce abur pentru ca să aibă loc o preexpandare. Se obține un fel de spumă care ulterior se introduce în matrițe prevăzute cu orificii prin care intră aburul. Expandarea finală are loc în matrițe, modelele rezultând cu suprafețe foarte netede.

La interfața polistiren-matriță, celulele spongioase au dimensiuni mai mici și sunt deformate către interfață, deoarece în timpul expandării, materialul este foarte plastic. De aceea rezultă modele cu suprafețe mai netede.

Dacă modelele sunt prea complicate, atunci se pot expanda în matrițe mai multe subansamble simple care se assemblează ulterior prin lipire (cu clei aracet, clei de oase sau chiar polistiren expandat cald).

Acest proces scade productivitatea muncii și de aceea în practică se preferă executarea modelelor volatile printr-o singură expandare în matriță. În acest caz matrița este complicată, cu mai multe părți mobile având o precizie dimensională mai scăzută și un cost ridicat.

B. Executarea formelor-coji

Ca amestec de formare se poate utiliza amestec cu silicat de sodiu și întărit cu CO_2 , amestec cu ciment sau amestec autoîntăritor cu rășini sintetice.

Modelele din polistiren expandat se pretează și la formarea cu ajutorul câmpului magnetic, când amestecul de formare este compus din alice de fontă sau oțel cu dimensiuni apropiate de ale granulelor de nisip natural.

Principalele faze pentru realizarea pieselor turnate prin acest procedeu sunt următoarele (Figura nr. 2.79):

-pe platoul (1) se așază rama (ramele) de formare (2);

-se introduce în ramă un strat de amestec de formare suficient de gros pentru a rezista la presiunea metalostatică a aliajului lichid. Acest strat se vibrează ușor, dacă este posibil și se nivelează. Pe acest strat se așază garnitura de model din polistiren expandat ce cuprinde modelul propriu-zis (3), modelul de rețea de turnare (4) și modelele maselotelor (5). Modelul (3) este prevăzut cu cavitatea necesară obținerii găurii din piesă fără miez;

-se introduce amestec de formare (6) în spațiul dintre garnitura de model și rama (2) și în cavitatea modelului. În cavitate se introduce și țeava (7) prevăzută cu orificii ce are rol de armătură cât și rol de canal de evacuare a gazelor din miez;

-se îndepărtează surplusul de amestec de formare;

-se execută canalele de ventilare (dacă este cazul pentru că amestecul neîndesat are permeabilitate).

Pentru a favoriza contracția liberă a piesei, uneori între model și ramă se pot executa niște goluri cu lanțete sau troilă cu condiția să nu afecteze rezistența amestecului la presiunea metalostatică;

-se așteaptă o anumită perioadă pentru întărirea amestecului sau se execută o întărire chimică;

-se toarnă aliaj lichid prin pâlnie astfel că el va ocupa progresiv cavitatea lăsată de modelul volatil.

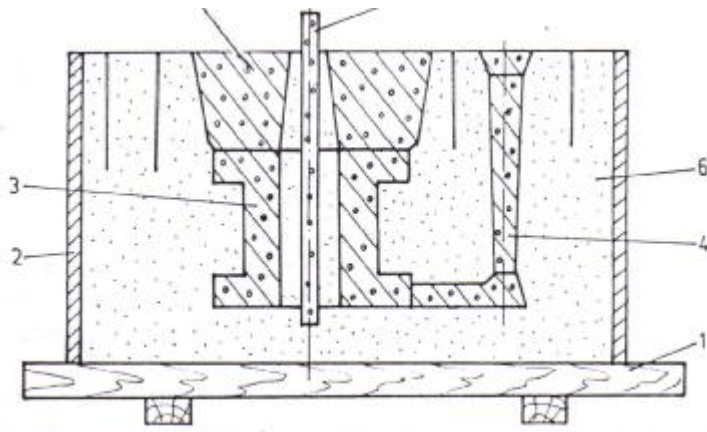


Figura nr. 2.79. Formarea cu ajutorul modelelor volatile: 1-platou de formare; 2-ramă (rame) de formare; 3-model din polistiren expandat; 4-modelul rețelei de turnare; 5-modelul maselei; 6-amestec de formare; 7-țeavă cu orificiu pentru armarea și ventilarea miezului.

Polistirenul expandat se poate utiliza și în procedeele convenționale de formare pentru execuția părților demontabile.

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 modificatori, 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

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

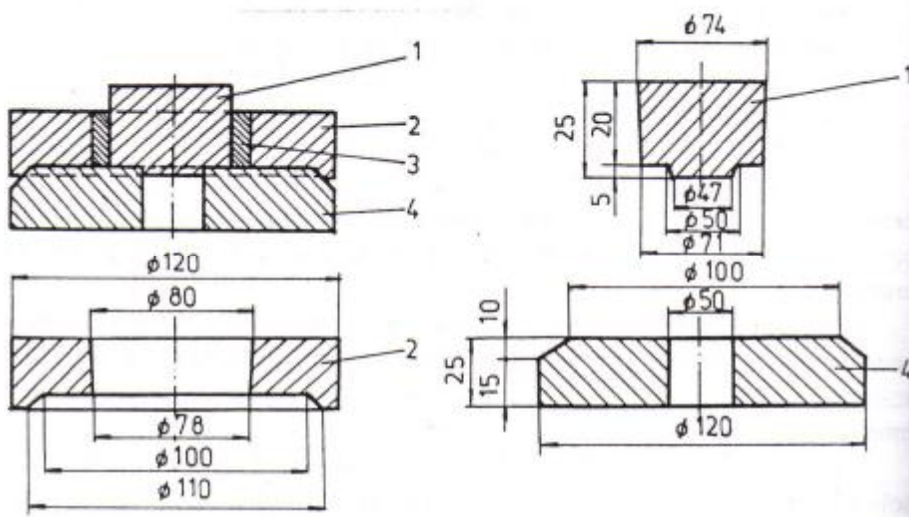


Figura nr.3.1. Determinarea tendinței de formare a crăpăturilor la cald la aliajele neferoase: 1-miez metalic din oțel; 2-ramă inelară exterioară; 3-epruvetă inelară turnată; 4-placă de bază.

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.

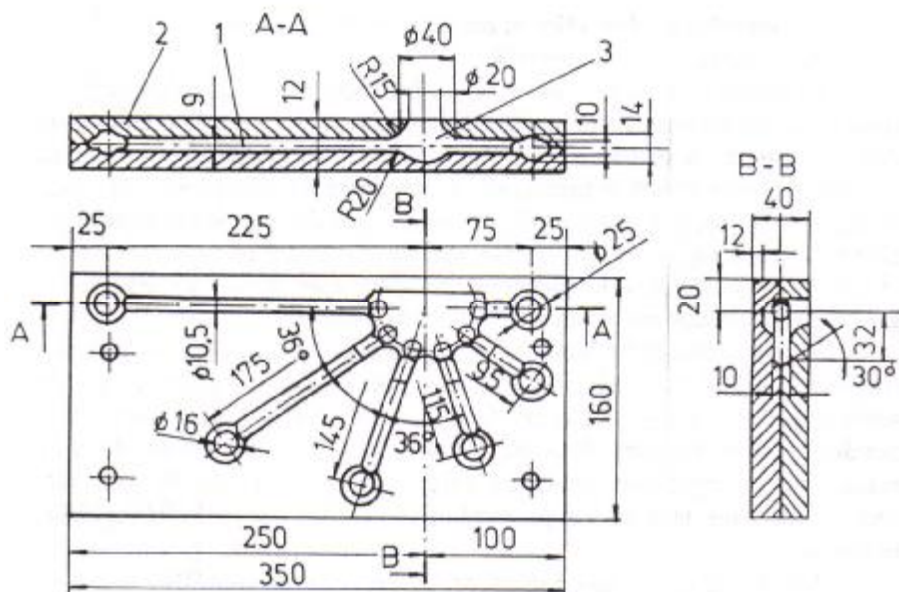


Figura nr. 3.2. Determinarea tendinței de apariție a crăpăturilor, în funcție de dimensiunea liniară a piesei respective, la aliajele neferoase: 1-cavitate propriu-zisă; 2-semiformă; 3-zonă alimentare

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.

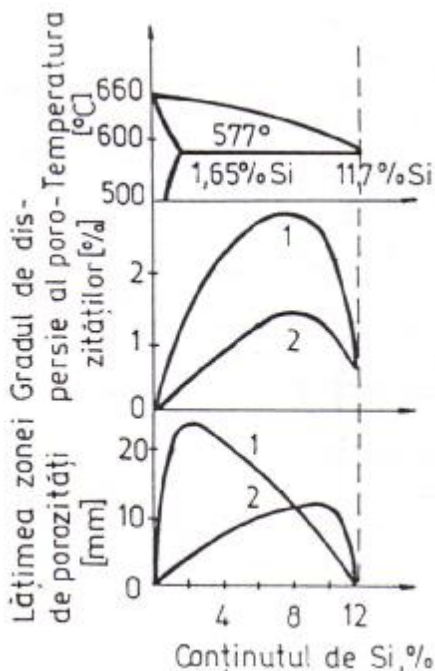


Figura nr.3.3. Influența vitezei de solidificare asupra mărimii volumului retasurii dispersate, la aliajele hipoeutectice din sistemul Al-Si: 1-turnarea în forme din amestec; 2-turnarea în forme metalice.

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.

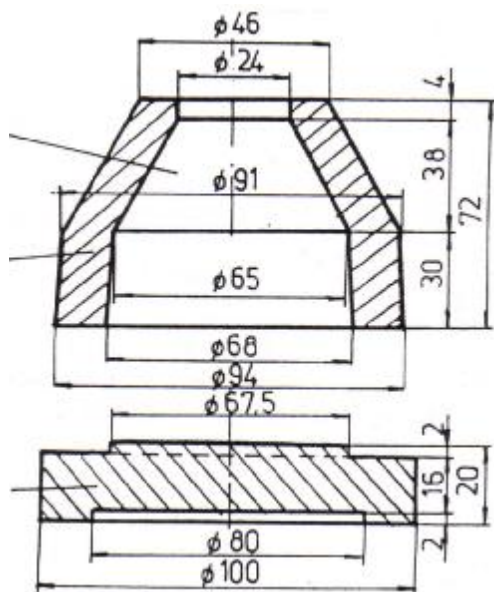


Figura nr.3.4. Forma pentru turnarea probei tehnologice de determinare a contractiei volumice: 1-formă; 2-suport; 3-cavitate propriu-zisă

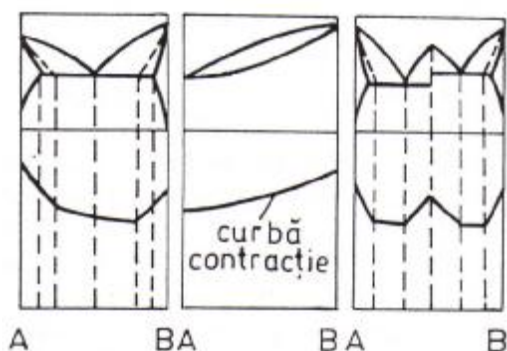


Figura nr.3.5. Reprezentarea calitativă a variației contractiei liniare în funcție de tipul diagramei de echilibru

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

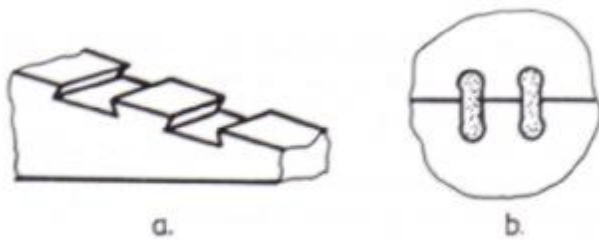


Figura nr. 3.7. Fixarea elementelor tipizate: a-mecanic (caneluri); b-cu lianți.

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

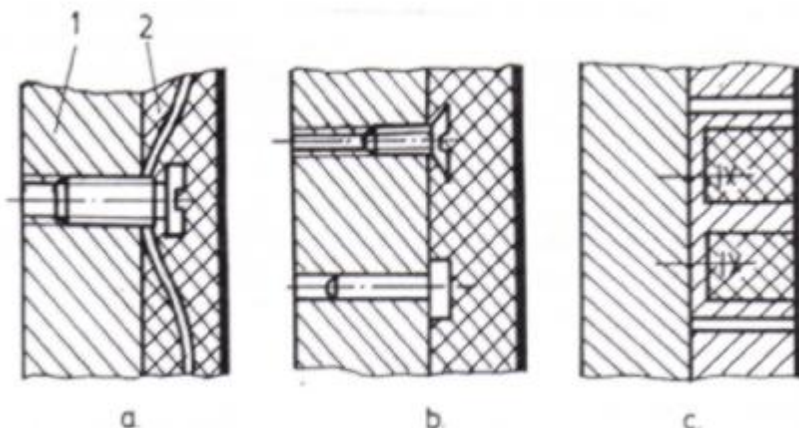


Figura nr.3.8. Diferite construcții ale pereților formei metalice pentru piese mari: a,b,c-variante; 1-formă metalică; 2- căptușeală refractară

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.

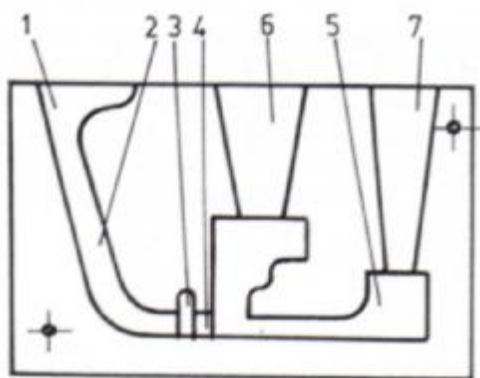
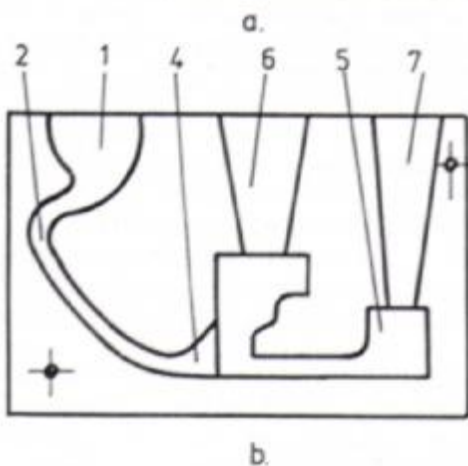


Figura nr3.9. Rețele de turnare specifice formelor metalice: a-aliaje cu contracție mare; b-aliaje cu contracție mică; 1-pâlnie; 2-piciorul pâlniei; 3-maselotă închisă laterală; 4-alimentator în fantă; 5-piesă turnată; 6-maselotă deschisă de secțiune ovală; 7-răsuflătoare.



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.

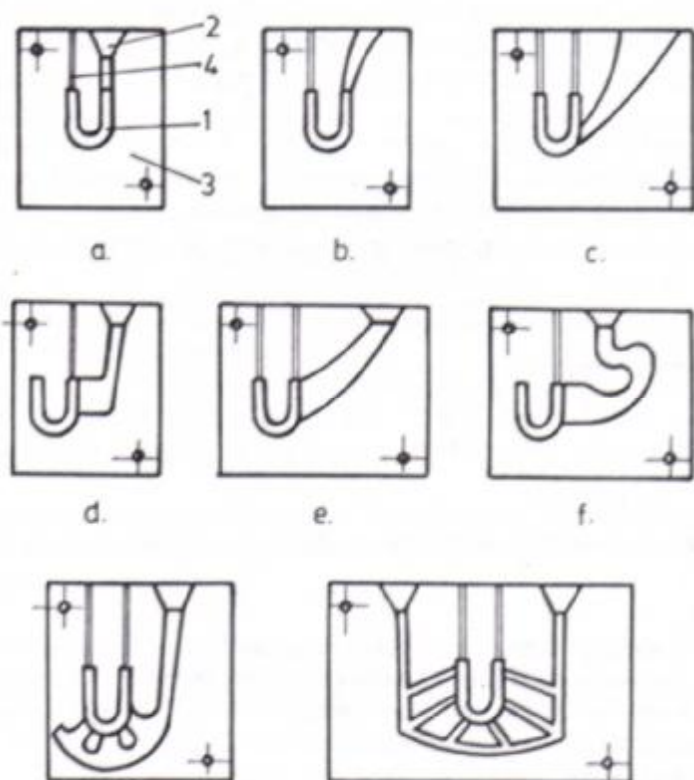


Figura nr.3.10. Posibilități de realizare a rețelei de turnare, la turnarea unei piese de tip clopot, din aliaj neferos, în formă metalică: a...h-variante; 1-cavitate propriu-zisă; 2-pâlnie; 3-semiformă; 4-canal aerisire.

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 $j > g$.

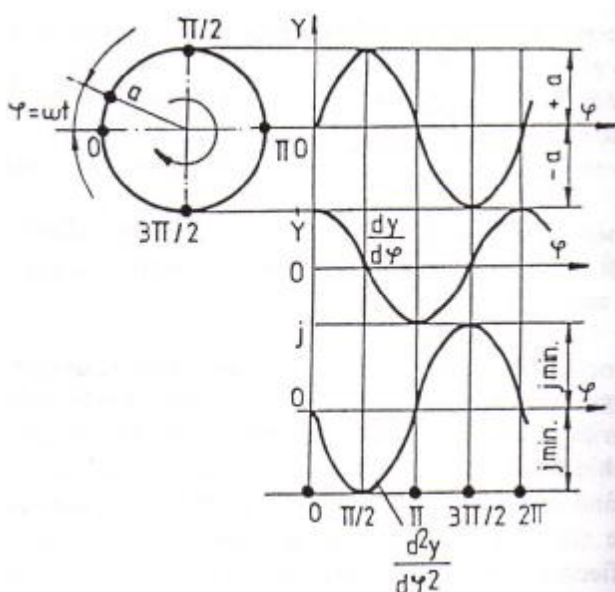


Figura nr. 3.11. Reprezentarea grafică a corelației amplitudine-frecvență la turnarea în câmp vibrator.

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.

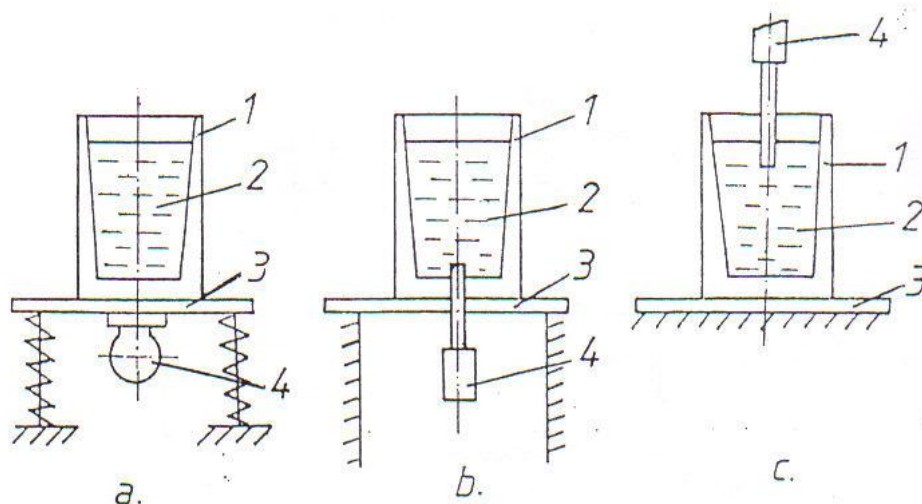


Figura nr. 3.12. Schema vibrării aliajului lichid: a-masa vibratoare; b-aplicarea vibrațiilor direct asupra aliajului pe la partea de jos a acestuia; c-idem pe la partea de sus; 1-formă; 2-aliaj topit; 3-placă; 4-vibrator.

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.

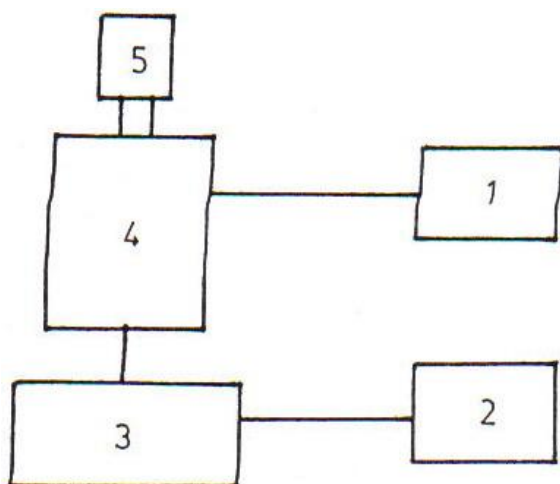


Figura nr.3.13. Schema instalației: 1-sursă de curent continuu; 2-generator de frecvență; 3-amplificator; 4-vibrator; 5-formă..

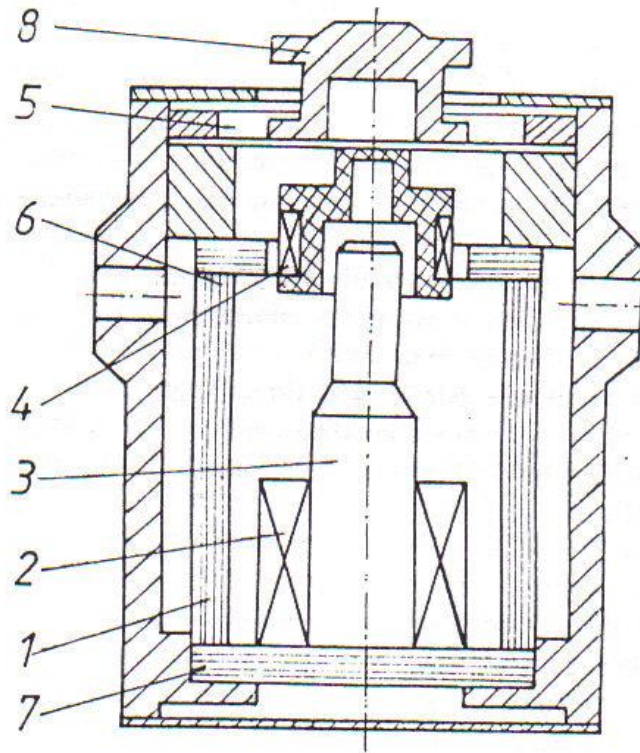


Figura nr.3.14. Schema vibratorului electrodinamic: 1-tole I; 2-bobină fixă; 3-miez; 4-bobină mobilă; 5-arc; 6-tole II; 7-tole III; 8-cuplaj.

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.

Inconvenientele 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.

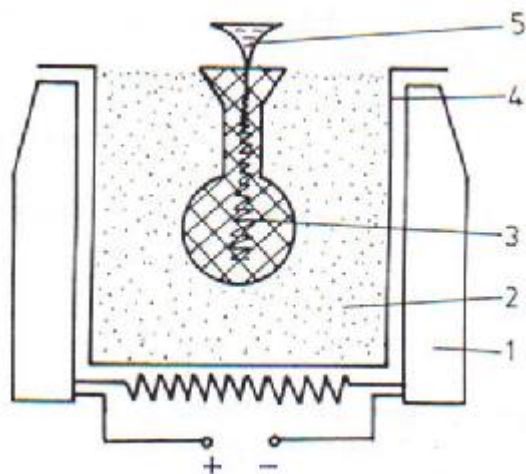


Figura nr.3.15. Instalația de turnare în câmp electromagnetic:
1-electromagnet; 2-alice; 3-model polistiren;
4-ramă specială cu fund; 5-aliaj lichid.

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.

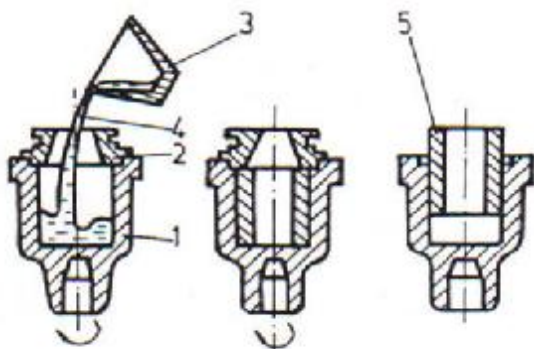


Figura nr.3.16. Turnarea centrifugă a pieselor cilindrice cave pe mașini cu axă verticală: 1-forma; 2-capac; 3-oală de turnare; 4-jetul de aliaj lichid; 5-piesă turnată.

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:

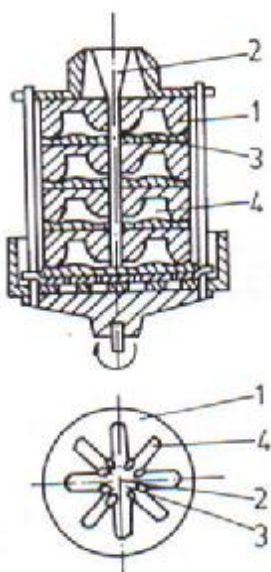


Figura nr.3.17. Turnarea centrifugă a pieselor fasonate pe mașini cu axă verticală de rotație: 1-formă; 2-pâlnie de turnare; 3-alimentator radial; 4-cavitătea formei.

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

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

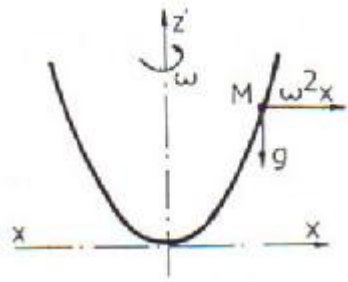


Figura nr.3.18. Schema pentru determinarea formei suprafeței libere a aliajului la turnarea centrifugă cu axă verticală de rotație.

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.

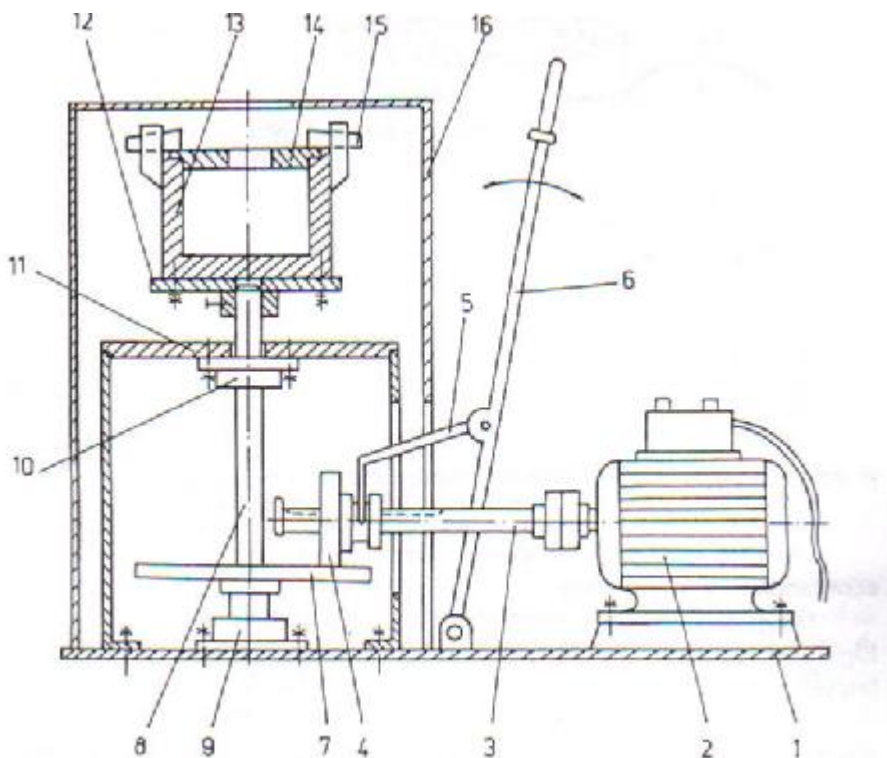


Figura nr. 3.19. Mașina de turnare centrifugă cu axă verticală de rotație și cu viteză variabilă: 1-placă de bază; 2-electromotor de acționare; 3-arbore de antrenare; 4-rolă de fricțiune glisantă; 5-furcă; 6-pârghie; 7-disc; 8-axă verticală; 9-lagăr inferior; 10-lagăr superior; 11-carcasă; 12-flanșă; 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).

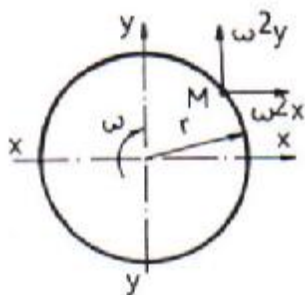


Figura nr. 3.20. Schemă pentru determinarea formei suprafeței libere a aliajului la turnarea centrifugă cu axă orizontală de rotație.

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.

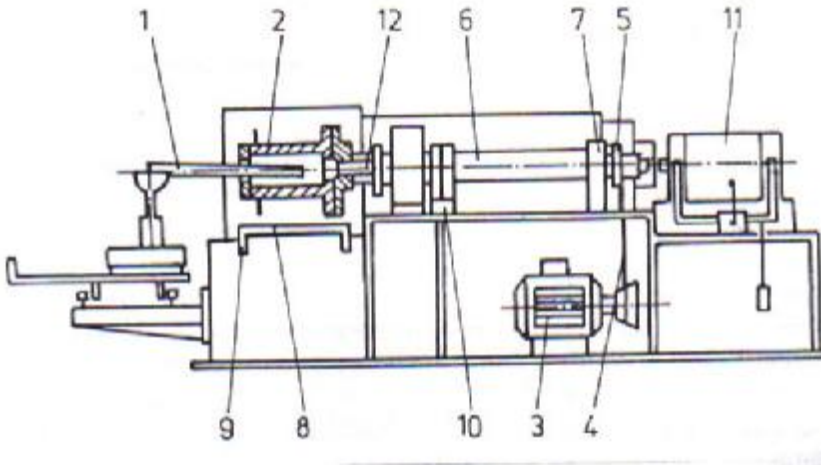


Figura nr. 3.21. Mașină de turnare centrifugă cu axă orizontală de rotație: 1-jgheab de turnare; 2-formă metalică; 3-motor de antrenare; 4-curea de transmisie; 5-roți de curea; 6-ax de antrenare; 7-lagăr; 8-țeavă pentru răcire cu apă; 9-țeavă de alimentare; 10-lagăr; 11-sistem de extragere a piesei (cilindru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