

OPTIMIZAREA PROIECTĂRII MASELOTELOR PIESELOR TURNATE

Prof. dr. ing. Florin CHICHERNEA

Universitatea „Transilvania” din Braşov

REZUMAT. Piesele turnate intră în componența celor mai diverse produse. Calitatea produselor depinde de calitatea pieselor turnate. Proiectarea pieselor turnate a trecut de la metodele ingineresti clasice de calcul, la modelarea 2D și apoi la modelarea 3D. Există programe specializate pentru proiectarea 3D a pieselor turnate din prima fază a turnării, până la ultima fază a controlului. În lucrarea de față se prezintă abordarea problemelor din punct de vedere al meserie de proiectare a pieselor turnate. Calculatorul nu este nimic dacă nu se cunosc întâi problemele și fenomenele care au loc în timpul procesului de obținere a pieselor turnate. În această lucrare s-a insistat asupra dimensionării maselotelor pieselor turnate considerând trei ipoteze prezentate în lucrare.

Cuvinte cheie: piese turnate, proiectare, modelarea 2D, 3D, dimensionarea maselotelor.

ABSTRACT. Castings are used in the various products. Product quality depends on the castings quality. Designing castings went from classical engineering methods of calculation, 2D shape and then to 3D modeling. There are specialized programs/software for designing 3D cast form the first phase of casting, to the last phase of the control. In this paper we present the problem from the viewpoint of design trade castings. The computer is nothing if not first known problems and phenomena that occur during the process of obtaining castings. In this paper sizing insisted on casting feeders considering three hypotheses presented in the paper.

Keywords: casting, designing, modeling 2D, 3D, sizing feeders.

1. SOLIDIFICAREA PIESELOR TURNATE

Modul de solidificare al pieselor turnate se clasifică după următoarele criterii:

- după modul de creștere a zonei în curs de solidificare:
 - solidificare succesivă;
 - solidificare în volum;
- după prezența zonei bifazice:
 - solidificare fără zonă bifazică;
 - solidificare cu zonă bifazică.

După turnarea în forme, aliajul lichid începe să se solidifice. Această solidificare este însoțită la majoritatea aliajelor de fenomenul de contracție. În urma acestei contracții apar retasurile concentrate sau dispersate, la suprafață sau interioare. Aceste retasuri constituie defecte în piesele turnate. Retasurile nu pot fi eliminate, dar pot fi transferate din interiorul pieselor turnate prin următoarele procedee:

- modificarea constructivă, dar fără modificarea funcțională a piesei turnate;
- utilizarea răcitorilor interiori sau exteriori;
- utilizarea maselotelor.

Utilizarea maselotelor este un mod sigur de eliminare a retasurilor din interiorul pieselor turnate.

Funcțiile maselotelor sunt următoarele:

- asigură dirijarea solidificării piesei turnate;

- asigură o rezervă de metal cald pentru zonele piesei;

- asigură reținerea incluziunilor (daca maselota este situată înaintea piesei turnate);

- asigură curgerea liniștită, laminară a jetului de aliaj,

- asigură detașarea ușoară în cadrul operației de îndepărtare a rețelelor de turnare și maselotelor;

Folosirea acestor maselote implică și unele dezavantaje:

- se complică procesul tehnologic de fabricare a modelelor, a plăcilor port-model,

- consumul de aliaj lichid crește;

- apar operații suplimentare în cadrul procesului de curățire a pieselor turnate.

Maselotele se clasifică după următoarele criterii:

- după modul de acționare asupra nodului termic:
 - maselote directe așezate deasupra piesei turnate;
 - maselote indirecte sau laterale așezate lateral față de piesă;
- după poziția lor în formă:
 - maselote închise;
 - maselote deschise;
- după forma geometrică:
 - cilindrice;
 - tronconice;
 - prismatice;
 - ovale;

- după condițiile de răcire:
 - obișnuite;
 - izolate termic;
 - exoterme;
 - încălzite;
- după modul de îndepărtare, secțiunea transversală a alimentatorului maseletei:
 - secțiune constantă;
 - secțiune cu concentrator de efort.

Pentru ca o maselotă să fie eficientă trebuie să se solidifice în urma piesei turnate.

Forma optimă este aceea care asigură raportul minim între suprafață și volum, pentru ca pierderile de căldură să fie cele mai mici.

Din acest punct de vedere forma cea mai convenabilă este sfera, care are suprafața cea mai mică și volumul cel mai mare.

Urmează, în ordinea descreșterii eficienței, din punctul de vedere menționat mai sus maseletele cu formă:

- cilindrică;
- cilindrică cu terminații inferioare și superioare sferice;
- pătrate.

2. METODE DE DIMENSIONARE A MASELOTELOR

Dimensionarea maselelelor pieselor turnate se face prin următoarele metode, teoretice sau experimentale:

- metoda sferelor înscrise;
- metoda conținutului minim de aliaj lichid în maselotă;
- metoda volumelor;
- metoda zonei de acțiune a maseletei;
- metoda modulelor [1] sau regula lui Chvorinov [2].

Metoda modulelor

O cale de a calcula cantitatea minimă de aliaj din maselotă este utilizarea regulii lui Chvorinov, care spune că timpul de solidificare al maseletei ($t_{maselotă}$) trebuie să fie mai mare decât timpul de solidificare al piesei ($t_{piesă}$). Orice valoare poate fi aleasă pentru timp, dar o valoare cu 25% mai mare este cea mai potrivită.

$$t_{maselotă} = 1,25 * t_{piesă} \quad (1)$$

$$\text{sau} \quad \left(\frac{V_m}{S_m} \right)_{maselotă}^n = 1,25 * \left(\frac{V_p}{S_p} \right)_{piesă}^n \quad (2)$$

$$\text{sau} \quad M_m = C_{CHV} * M_p \quad (3)$$

Modulul se definește ca fiind raportul dintre volumul (maseletei, piesei) și suprafața (maseletei, piesei):

$$M = \frac{V}{S} \quad (4)$$

unde: V_m, V_p sunt volumul maseletei, respectiv al piesei (cm^3); S_m, S_p – suprafața maseletei, respectiv a piesei (cm^2); M_m – modulul maseletei (cm); M_p – modulul piesei (cm); C_{CHV} – coeficientul lui Chvorinov [2].

3. CALCULUL DIMENSIUNILOR MASELOTELOR

În această lucrare se prezintă modul de calcul al dimensiunilor maselelelor pentru piesa din figura 1 și foto 1.

Calculul se face cu ajutorul unui program cu care se obțin automat toate diagramele.

Calcululele au fost făcute pentru o maselotă care alimentează 1, 1,5, 2, 3 și 4 piese și pentru următoarele ipoteze:

- A) volum de aliaj lichid minim în maselotă;
- B) dimensiunile maseletei sunt egale ($h = D$);
- C) dimensiunile maseletei sunt diferite ($h = 2D$);
- D) dimensiunile maseletei sunt diferite ($D = 2h$).

Dimensiunile piesei turnate se pot observa în figura 2.

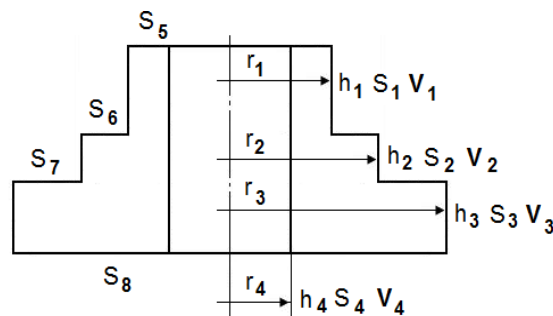


Fig. 2. Dimensiunile piesei studiate.

În urma rulării programelor s-au obținut următoarele date.

– pentru ipoteza volumului minim în maselotă datele calculate se pot observa în tabelul 1, iar pentru ipoteza dimensiunilor egale ale maseletei ($h = D$) datele calculate se pot observa în tabelul 2;

– pentru ipoteza dimensiunilor diferite ale maseletei ($h = 2D$), datele calculate se pot observa în tabelul 4.

În tabelele 5 și 6 se pot observa diferențele procentuale între ipotezele de calcul (A – ipoteza volumului minim în maselotă, B – ipoteza dimensiunilor ($D \approx h$) egale ale maseletei și C – ipoteza dimensiunilor ($h = 2D$) diferite ale maseletei).

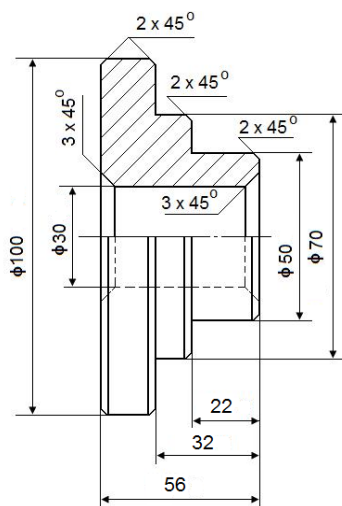


Fig. 1.



Foto 1. Piesa finită.

Tabelul 1. A – Ipoteza volumului minim în maseletă

O maseletă						UM
1 piesă	1,5 piese	2 piese	3 piese	4 piese		
1,75	2,63	3,51	5,26	7,02	$m_{piesă}$	kg
2,6	3,91	5,21	7,83	10,44	$m_{maseletă}$	kg
6,96	9,15	11,33	15,51	20,52	$m_{totală}$	kg
7,4	10,8	14,4	22,8	30,4	$h_{maseletă}$	cm
8	7,8	7,8	7,6	7,6	$D_{maseletă}$	cm
343,89	515,8	687,73	1033,79	1378,38	$V_{maseletă}$	cm ³

Tabelul 2. B – Ipoteza dimensiunilor ($D \approx h$) egale ale maseletei

O maseletă						UM
1 piesă	1,5 piese	2 piese	3 piese	4 piese		
1,75	2,63	3,51	5,26	7,02	$m_{piesă}$	kg
2,61	4,64	6,19	11,99	20,89	$m_{maseletă}$	kg
6,98	9,46	12,79	21,26	33,14	$m_{totală}$	kg
7,6	8,9	10	12,7	15,2	$h_{maseletă}$	cm
7,6	8,8	10,2	12,6	15,2	$D_{maseletă}$	cm
344,59	541,03	816,71	1582,76	2756,77	$V_{maseletă}$	cm ³

În tabelul 3 se pot observa diferențele procentuale între cele două ipoteze de calcul (ipoteza volumului minim în maseletă și ipoteza dimensiunilor ($D \approx h$) egale ale maseletei).

Pentru ipoteza dimensiunilor diferite ale maseletei ($h = 2D$), datele calculate se pot observa în tabelul 4.

În tabelele 5 și 6 se pot observa diferențele procentuale între ipotezele de calcul (A – ipoteza volumului minim în maseletă, B – ipoteza dimensiunilor ($D \approx h$) egale ale maseletei și C – ipoteza dimensiunilor ($h = 2D$) diferite ale maseletei).

Tabelul 3. Diferențe procentuale între ipotezele A-B (tabelul 1-tabelul 2)

O maseletă						UM
1 piesă	1,5 piese	2 piese	3 piese	4 piese		
0	0	0	0	0	$m_{piesă}$	%
0,38	18,67	18,81	53,13	100,1	$m_{maseletă}$	%
0,29	3,39	12,89	37,07	61,5	$m_{totală}$	%
2,7	-17,59	-30,56	-44,3	-50	$h_{maseletă}$	%
-5	12,82	30,77	65,79	100	$D_{maseletă}$	%
0,2	4,89	18,75	53,1	100	$V_{maseletă}$	%

(-) Scade valoarea din tabelul 2 față de valoarea din tabelul 1.

(+) Crește valoarea din tabelul 2 față de valoarea din tabelul 1.

(0) Aceeași valoare.

OPTIMIZAREA PROIECTĂRII MASELOTELOR PIESELOR TURNATE

Tabelul 4. C – Ipoteza dimensiunilor ($h = 2D$) diferite ale maseletei

O maseletă						UM
1 piesă	1,5 piese	2 piese	3 piese	4 piese		
1,75	2,63	3,51	5,26	7,02	$m_{piesă}$	kg
2,94	3,99	5,21	8,24	12,44	$m_{maseletă}$	kg
6,93	9,29	11,34	16,26	22,58	$m_{totală}$	kg
12,1	13,7	15,2	17,9	20,1	$h_{maseletă}$	cm
6,4	7	7,6	8,8	10,2	$D_{maseletă}$	cm
389,05	526,97	689,19	1088,15	1641,6	$V_{maseletă}$	cm ³

Tabelul 5. Diferențe procentuale între ipotezele A-C (tabelul 1-tabelul 4)

o maseletă						
1 piesă	1,5 piese	2 piese	3 piese	4 piese		
0	0	0	0	0	$m_{piesă}$	%
13,08	2,05	0	5,24	19,16	$m_{maseletă}$	%
-0,43	1,53	0,09	4,84	10,04	$m_{totală}$	%
63,51	26,85	5,56	-21,49	-33,88	$h_{maseletă}$	%
-20	-10,26	-2,56	15,79	34,21	$D_{maseletă}$	%
13,13	2,17	0,21	5,26	19,1	$V_{maseletă}$	%

- (-) Scade valoarea din tabelul 4 față de valoarea din tabelul 1.
 (+) Crește valoarea din tabelul 4 față de valoarea din tabelul 1.
 (0) Aceeași valoare.

Tabelul 6 – Diferențe procentuale între ipotezele B-C (Tabelul 2-Tabelul 4)

o maseletă						
1 piesă	1,5 piese	2 piese	3 piese	4 piese		
0	0	0	0	0	$m_{piesă}$	%
-11,22	16,29	18,81	45,51	67,93	$m_{maseletă}$	%
0,72	1,83	12,79	30,75	46,77	$m_{totală}$	%
-37,19	-35,04	-34,21	-29,05	-24,38	$h_{maseletă}$	%
18,75	25,71	34,21	43,18	49,02	$D_{maseletă}$	%
-11,43	2,67	18,5	45,45	67,93	$V_{maseletă}$	%

- (-) Scade valoarea din tabelul 4 față de valoarea din tabelul 2.
 (+) Crește valoarea din tabelul 4 față de valoarea din tabelul 2.
 (0) Aceeași valoare.

Pentru ipoteza dimensiunilor ($D = 2h$) diferite ale maseletei, datele calculate se pot observa în tabelul 7.

În tabelele 8, 9 și 10 se pot observa diferențele procentuale între cele patru ipoteze de calcul (A –

ipoteza volumului minim în maseletă, B – ipoteza dimensiunilor ($D \approx h$) egale ale maseletei, C – ipoteza dimensiunilor diferite ale maseletei ($h = 2D$) și D – ipoteza dimensiunilor ($D = 2h$) diferite ale maseletei).

Tabelul 7. D – Ipoteza dimensiunilor ($D = 2h$) diferite ale maseletei

o maseletă						UM
1 piesă	1,5 piese	2 piese	3 piese	4 piese		
1,75	2,63	3,51	5,26	7,02	$m_{piesă}$	kg
3,03	5,95	10,17	24,52	47,61	$m_{maseletă}$	kg
7,82	12,55	18,77	37,96	66,54	$m_{totală}$	kg
5,1	6,3	7,6	10,1	12,6	$h_{maseletă}$	cm
10	12,6	15	20,1	25,2	$D_{maseletă}$	cm
400,35	785,14	1342,35	3235,15	6281,18	$V_{maseletă}$	cm ³

Tabelul 8. Diferențe procentuale între ipotezele A-D (tabelul 1-tabelul 7)

o maseletă						
1 piesă	1,5 piese	2 piese	3 piese	4 piese		
0	0	0	0	0	$m_{piesă}$	%
-14,19	-34,29	-48,77	-68,07	-78,07	$m_{maseletă}$	%
-11	-27,09	-39,64	-59,14	-69,16	$m_{totală}$	%
45,1	71,43	89,47	125,74	141,27	$h_{maseletă}$	%
-20	-38,1	-48	-62,19	-69,84	$D_{maseletă}$	%
-14,1	-34,3	-48,77	-68,05	-78,06	$V_{maseletă}$	%

- (-) Scade valoarea din tabelul 7 față de valoarea din tabelul 1.
 (+) Crește valoarea din tabelul 7 față de valoarea din tabelul 1.
 (0) Aceeași valoare.

Tabelul 9. Diferențe procentuale între ipotezele B-D (tabelul 2-tabelul 7)

O maselotă						
1 piesă	1,5 piese	2 piese	3 piese	4 piese		
0	0	0	0	0	$m_{piesă}$	%
-13,86	-22,02	-39,13	-51,1	-56,12	$m_{maselotă}$	%
-10,74	-24,62	-31,86	-43,99	-50,2	$m_{totală}$	%
49,02	41,27	31,58	25,74	20,63	$h_{maselotă}$	%
-24	-30,16	-32	-37,31	-39,68	$D_{maselotă}$	%
-13,93	-31,09	-39,16	-51,08	-56,11	$V_{maselotă}$	%

(-) Scade valoarea din tabelul 7 față de valoarea din tabelul 2.
 (+) Crește valoarea din tabelul 7 față de valoarea din tabelul 2.
 (0) Aceeași valoare.

Tabelul 10. Diferențe procentuale între ipotezele C-D (tabelul 4 - tabelul 7)

O maselotă						
1 piesă	1,5 piese	2 piese	3 piese	4 piese		
0	0	0	0	0	$m_{piesă}$	%
-2,97	-32,94	-48,77	-66,39	-73,87	$m_{maselotă}$	%
-11,38	-25,98	-39,58	-57,17	-66,07	$m_{totală}$	%
137,25	117,46	100	77,23	59,52	$h_{maselotă}$	%
-36	-44,44	-49,33	-56,22	-59,52	$D_{maselotă}$	%
-2,82	-32,88	-48,66	-66,36	-73,86	$V_{maselotă}$	%

(-) Scade valoarea din tabelul 7 față de valoarea din tabelul 4.
 (+) Crește valoarea din tabelul 7 față de valoarea din tabelul 4.
 (0) Aceeași valoare.

4. DIAGrame

Cu datele din tabelele 1, 2, 4 și 7 au fost trasate diagramele din figurile 3, ..., 9.

4.1. Masa maselotei în funcție de numărul pieselor turnate

Cu datele din tabelele 11, 12, 13 și 14 s-au trasat diagramele din figurile 3, 4, 5 și 6 în care se prezintă dependența masei maselotei în funcție de numărul pieselor alimentate, în cele patru ipoteze de lucru,

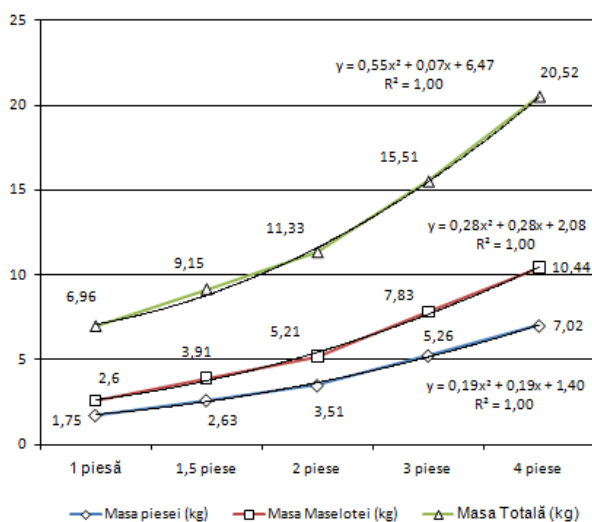


Fig. 3. Dependenta masei maselotei în funcție de numărul pieselor turnate.

pentru 1, 1,5, 2, 3 și 4 piese alimentate de o maselotă.

4.2. Dimensiunile maselotei în funcție de numărul pieselor turnate

Cu datele din tabelele 15 și 16 s-au trasat diagramele din figurile 7 și 8 în care se prezintă dependența dimensiunilor maselotei în funcție de numărul pieselor turnate, în cele patru ipoteze de lucru, pentru 1, 1,5, 2, 3 și 4 piese alimentate de o maselotă.

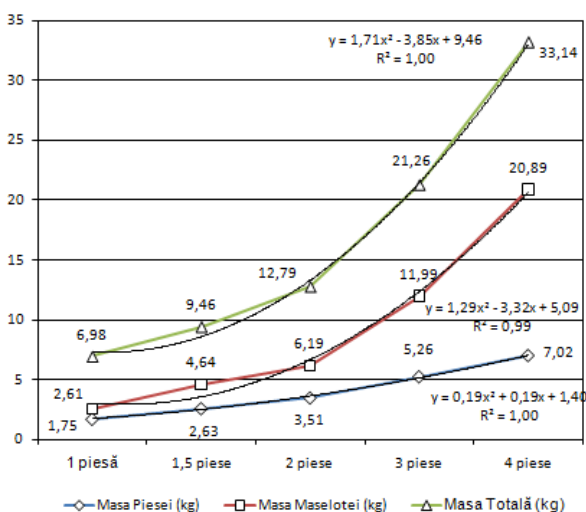


Fig. 4. Dependenta masei maselotei în funcție de numărul pieselor turnate.

OPTIMIZAREA PROIECTĂRII MASELOTELOR PIESELOR TURNATE

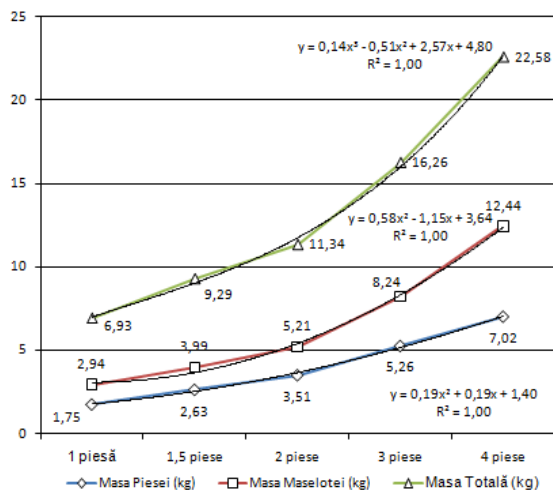


Fig. 5. Dependenta masei maselei în funcție de numărul pieselor turnate.

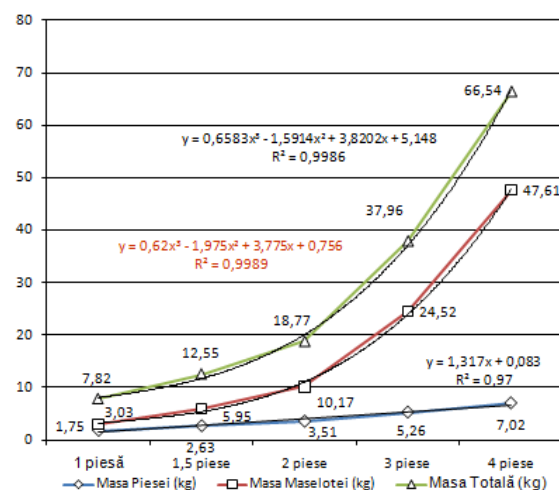


Fig. 6. Dependenta masei maselei în funcție de numărul pieselor turnate.

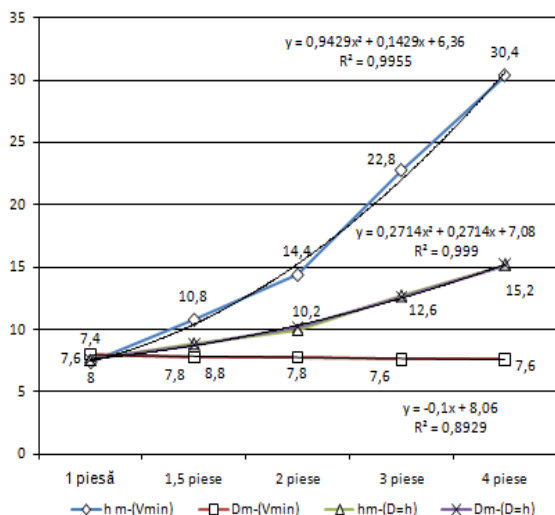


Fig. 7. Dependenta dimensiunilor maselei în funcție de numărul pieselor turnate.

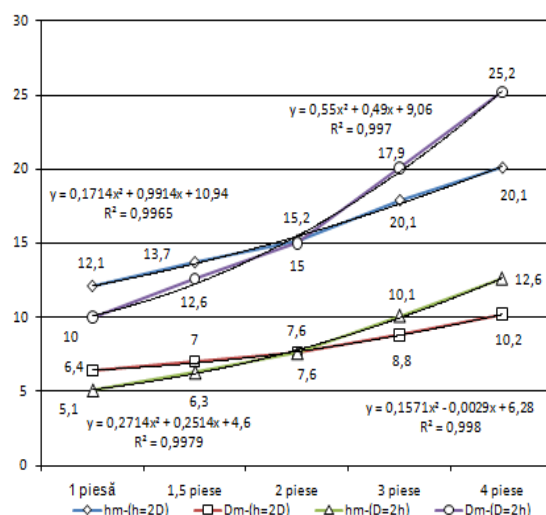


Fig. 8. Dependenta dimensiunilor maselei în funcție de numărul pieselor turnate.

Tabelul 11. A – Ipoteza volumului minim în maseleto

O maseleto					UM
1 piesă	1,5 piese	2 piese	3 piese	4 piese	
1,75	2,63	3,51	5,26	7,02	$m_{piesă}$ kg
2,6	3,91	5,21	7,83	10,44	$m_{maseleto}$ kg
6,96	9,15	11,33	15,51	20,52	$m_{totală}$ kg

Tabelul 12. B – Ipoteza dimensiunilor ($D \approx h$) egale ale maselei

O maseleto					UM
1 piesă	1,5 piese	2 piese	3 piese	4 piese	
1,75	2,63	3,51	5,26	7,02	$m_{piesă}$ kg
2,61	4,64	6,19	11,99	20,89	$m_{maseleto}$ kg
6,98	9,46	12,79	21,26	33,14	$m_{totală}$ kg

Tabelul 13. C – Ipoteza dimensiunilor ($h = 2D$) diferite ale maselei

O maseleto					UM
1 piesă	1,5 piese	2 piese	3 piese	4 piese	
1,75	2,63	3,51	5,26	7,02	$m_{piesă}$ kg
2,94	3,99	5,21	8,24	12,44	$m_{maseleto}$ kg
6,93	9,29	11,34	16,26	22,58	$m_{totală}$ kg

CREATIVITATE. INVENTICĂ. ROBOTICĂ

Tabelul 14. D – Ipoteza dimensiunilor ($D = 2h$) diferite ale maselotei

O maselotă						UM
1 piesă	1,5 piese	2 piese	3 piese	4 piese		
1,75	2,63	3,51	5,26	7,02	$m_{piesă}$	kg
3,03	5,95	10,17	24,52	47,61	$m_{maselotă}$	kg
7,82	12,55	18,77	37,96	66,54	$m_{totală}$	kg

Tabelul 15. Dimensiunile maselotei în funcție de numărul pieselor turnate

O maselotă						UM
1 piesă	1,5 piese	2 piese	3 piese	4 piese		
7,4	10,8	14,4	22,8	30,4	$h_{maselotă}$	cm
8	7,8	7,8	7,6	7,6	$D_{maselotă}$	cm
7,6	8,9	10	12,7	15,2	$h_{maselotă}$	cm
7,6	8,8	10,2	12,6	15,2	$D_{maselotă}$	cm

Tabelul 1 V_{min}
 Tabelul 1 V_{min}
 Tabelul 2 $D \approx h$
 Tabelul 2 $D \approx h$

Tabelul 16. Dimensiunile maselotei în funcție de numărul pieselor turnate

O maselotă						UM
1 piesă	1,5 piese	2 piese	3 piese	4 piese		
12,1	13,7	15,2	17,9	20,1	$h_{maselotă}$	cm
6,4	7	7,6	8,8	10,2	$D_{maselotă}$	cm
5,1	6,3	7,6	10,1	12,6	$h_{maselotă}$	cm
10	12,6	15	20,1	25,2	$D_{maselotă}$	cm

Tabelul 3 $h = 2D$
 Tabelul 3 $h = 2D$
 Tabelul 7 $D = 2h$
 Tabelul 7 $D = 2h$

Tabelul 17. Volumul maselotei

O maselotă						UM
1 piesă	1,5 piese	2 piese	3 piese	4 piese		
343,89	515,8	687,73	1033,79	1378,38	V	cm ³
344,59	541,03	816,71	1582,76	2756,77		cm ³
389,05	526,97	689,19	1088,15	1641,6		cm ³
400,35	785,14	1342,35	3235,15	6281,18		cm ³

Tabelul 1 V_{min}
 Tabelul 2 $h \approx D$
 Tabelul 4 $h = 2D$
 Tabelul 7 $D = 2h$

4.3. Volumul maselotei în funcție de numărul pieselor turnate

Cu datele din tabelul 17 s-a trasat diagrama din figura 9 în care se prezintă dependența volumul maselotei în funcție de numărul pieselor turnate, în cele patru ipoteze de lucru, pentru 1, 1,5, 2, 3 și 4 piese alimentate de o maselotă.

5. CONCLUZII

Analizând datele prezentate în tabelele 1, ..., 17 și diagramele din figurile 1, ..., 9 se trag următoarele concluzii:

- pentru coeficientul lui Chvorinov constant ($C_{CHV} = 1,55$)
- pentru o maselotă ce alimentează 1, 1,5, 2, 3 și 4 piese.

A) Analiza masei maselotei

- Pentru o piesă alimentată de o maselotă cea mai mică masă a maselotei este 2,61 kg, în ipotezele A – volum minim în maselotă și B – dimensiuni egale ale maselotei ($h = D$).

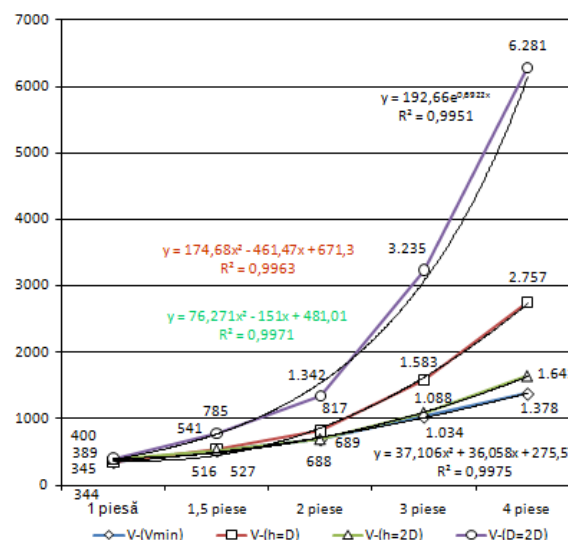


Figura 9. Dependența volumului maselotei în funcție de numărul pieselor turnate.

Pentru:

- ipoteza C – dimensiuni diferite ($h = 2D$) masa este 2,94 kg, crește cu 13,07%;
- ipoteza D – dimensiuni diferite ($D = 2h$) masa este 3,03 kg, crește cu 16,09%.

OPTIMIZAREA PROIECTĂRII MASELOTELOR PIESELOR TURNATE

• Pentru 1,5 piese alimentate de o maselotă cea mai mică masă a maselotei este 3,91 kg, în ipoteza A – volum minim în maselotă.

Pentru:

– ipoteza B – dimensiuni egale ale maselotei ($h = D$) masa este 4,64 kg, creștere cu 18,67%;

– ipoteza C – dimensiuni diferite ($h = 2D$) masa este 3,99 kg, crește cu 2,04%;

– ipoteza D – dimensiuni diferite ($D = 2h$) masa este 5,95 kg, crește cu 52,17%.

• Pentru 2 piese alimentate de o maselotă cea mai mică masă a maselotei este 5,21 kg, în ipotezele A – volum minim în maselotă și C – dimensiuni diferite ale maselotei ($h = 2D$).

Pentru:

– ipoteza B – dimensiuni egale ale maselotei ($h = D$) masa este 6,19 kg, crește cu 18,80%;

– ipoteza D – dimensiuni diferite ($D = 2h$) masa este 10,17 kg, crește cu 95,20%.

• Pentru 3 piese alimentate de o maselotă cea mai mică masă a maselotei este 7,83 kg, în ipoteza A – volum minim în maselotă.

Pentru:

– ipoteza B – dimensiuni egale ale maselotei ($h = D$) masa este 11,95 kg, crește cu 52,61%;

– ipoteza C – dimensiuni diferite ale maselotei ($h = 2D$) masa piesei este de 8,24 kg, crește cu 5,23%;

– ipoteza D – dimensiuni diferite ($D = 2h$) masa este 24,52 kg, crește cu 213,15%.

• Pentru 4 piese alimentate de o maselotă cea mai mică masă a maselotei este 10,44 kg, în ipoteza A – volum minim în maselotă.

Pentru:

– ipoteza B – dimensiuni egale ale maselotei ($h = D$) masa este 20,89 kg, crește cu 100,09%;

– ipoteza C – dimensiuni diferite ale maselotei ($h = 2D$) masa piesei este de 12,44 kg, crește cu 19,15%;

– ipoteza D – dimensiuni diferite ($D = 2h$) masa este 47,61 kg, crește cu 356,03%.

Curbele de regresie care aproximează cel mai bine dependența masei maselotei în funcție de numărul pieselor alimentate și de ipoteza de lucru sunt funcții polinomiale de gradul 2 și 3, astfel:

• pentru ipoteza A: $y = 0,28 * x^2 + 0,28 * x + 0,28$;

• pentru ipoteza B: $y = 1,29 * x^3 - 3,32 * x + 5,09$;

• pentru ipoteza C: $y = 0,58 * x^2 - 1,15 * x + 3,64$;

• pentru ipoteza D: $y = 0,62 * x^3 - 1,97 * x^2 + 3,77 * x + 0,75$.

Analizând aceste concluzii se poate spune că dimensionarea maselotei, în cele mai economice și funcționale condiții se face în ipoteza A – volum minim de aliaj lichid în maselotă.

B) Analiza dimensiunilor maselotei (h – înălțimea și D – diametrul)

• Diametrele maselotei D sunt cuprinse în intervalul:

○ (7,6; 8) cm, în ipoteza A – volum minim în maselotă;

○ (7,6; 15,2) cm în ipoteza B – dimensiuni egale ale maselotei ($h = D$);

○ (6,4; 10,2) cm în ipoteza C – dimensiuni diferite ale maselotei ($h = 2D$)

○ (6,4; 10,2) cm în ipoteza D – dimensiuni diferite ale maselotei ($D = 2h$).

Analizând datele din tabelele 15 și 16 și din figurile 7 și 8 se poate spune că din punct de vedere al dimensiunilor maselotei, dimensionarea maselotei în cele mai economice și funcționale condiții se face în ipoteza A – volum minim de aliaj lichid în maselotă, exceptând cazul când o maselotă alimentează 4 piese.

C) Analiza volumului maselotei (V)

• Pentru o piesă alimentată de o maselotă cel mai mic volum al maselotei este 343,89 cm³, în ipotezele A – volum minim în maselotă.

Pentru:

– ipoteza B – dimensiuni egale ale maselotei ($h = D$), volumul este 344,59 cm³, cu o creștere de 0,2 %;

– ipoteza C – dimensiuni diferite ($h = 2D$) volumul este 389,05 cm³, crește cu 13,13%;

– ipoteza D – dimensiuni diferite ($D = 2h$) volumul este 400,35 cm³, crește cu 16,41%.

• Pentru 1,5 piese alimentate de o maselotă cel mai mic volum al maselotei este 515,8 cm³, în ipotezele A – volum minim în maselotă.

Pentru:

– ipoteza B – dimensiuni egale ale maselotei ($h = D$), volumul este 541,03 cm³, cu o creștere de 4,89 %;

– ipoteza C – dimensiuni diferite ($h = 2D$) volumul este 526,97 cm³, crește cu 2,16%;

ipoteza D – dimensiuni diferite ($D = 2h$) volumul este 785,14 cm³, crește cu 52,21%.

• Pentru 2 piese alimentate de o maselotă cel mai mic volum al maselotei este 687,73 cm³, în ipotezele A – volum minim în maselotă.

Pentru:

– ipoteza B – dimensiuni egale ale maselotei ($h = D$), volumul este 816,71 cm³, cu o creștere cu 18,75 %.

– ipoteza C – dimensiuni diferite ($h = 2D$) volumul este 689,19 cm³, crește cu 0,21%;

– ipoteza D – dimensiuni diferite ($D = 2h$) volumul este 1342,35 cm³, crește cu 95,18%.

• Pentru 3 piese alimentate de o maselotă cel mai mic volum al maselotei este 1033,79 cm³, în ipotezele A – volum minim în maselotă.

Pentru:

– ipoteza B – dimensiuni egale ale maselei ($h = D$), volumul este $1582,76 \text{ cm}^3$, cu o creștere cu $53,10 \%$;

– ipoteza C – dimensiuni diferite ($h = 2D$) volumul este $1088,15 \text{ cm}^3$, crește cu $5,25\%$;

– ipoteza D – dimensiuni diferite ($D = 2h$) volumul este $3235,15 \text{ cm}^3$, crește cu $212,94\%$.

• Pentru 4 piese alimentate de o maseleță cel mai mic volum al maselei este $1378,38 \text{ cm}^3$, în ipotezele A – volum minim în maseleță.

Pentru:

– ipoteza B – dimensiuni egale ale maselei ($h = D$), volumul este $2756,77 \text{ cm}^3$, cu o creștere cu 100% ;

– ipoteza C – dimensiuni diferite ($h = 2D$) volumul este $1641,60 \text{ cm}^3$, crește cu $19,09\%$;

– ipoteza D – dimensiuni diferite ($D = 2h$) volumul este $6281,18 \text{ cm}^3$, crește cu $355,69\%$.

Curbele de regresie care aproximează cel mai bine dependența volumului maselei în funcție de numărul pieselor alimentate și de ipoteza de lucru sunt funcții polinomiale de gradul 2 și exponențială, astfel:

• pentru ipoteza A: $y = 37,10 \cdot x^2 + 36,05 \cdot x + 275,57$;

• pentru ipoteza B: $y = 76,27 \cdot x^2 - 151 \cdot x + 481,01$;

• pentru ipoteza C: $y = 174,68 \cdot x^2 - 461,47 \cdot x + 671,3$;

• pentru ipoteza D: $y = 192,66 \cdot e^{0,6922 \cdot x}$.

Analizând aceste concluzii se poate spune că dimensionarea maselei, în cele mai economice și funcționale condiții se face în ipoteza A – volum minim de aliaj lichid în maseleță.

Având aceste concluzii se poate spune că dimensionarea optimă a maselei, din punct de vedere economic și funcțional se face în ipoteza volumului minim de aliaj în maseleță și nu după ipoteza dimensiunilor diferite ale maselei ($D = 2h$), cum se obișnuiește în practica industrială.

Avantajele folosirii unui program de calculator sunt numeroase în dezvoltarea oricărui studiu:

- programul este general, putând fi rulat pentru orice parametrii dimensionali ai pieselor turnate;
- timpul de rulare al programului este foarte mic;
- exactitatea calculelor este foarte mare;
- programul este ușor de utilizat chiar și de cei nefamiliarizați cu problemele de programare;
- se poate determina valoarea optimă a coeficientului lui Chvorinov C_{CHV} pentru care masa, dimensiunile și volumul maselei sunt minime;
- diagramele de evoluție a masei, dimensiunilor și volumului maselei se obțin în mod automat după rularea programului.

BIBLIOGRAFIE

- [1] Zirbo, Gh., Ciobanu, I. *Tehnologia turnării*, vol. II, Editura IP Cluj-Napoca, 1989.
 [2] [http://en.wikipedia.org/wiki/Riser_\(casting\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Riser_(casting)).