

CERCETĂRI PRIVIND INFLUENȚA MIEZURILOR TERMOIZOLANTE ASUPRA FUNCȚIONĂRII MASELOTELOR (I)

RESEARCH ON THE INFLUENCE OF THERMOINSULATING CORES ON THE FUNCTIONING OF FEEDERS (I)

Ciprian Andrei SZABO, Ioan CIOBANU, Vasile JIMAN, Daniel FERARU

Transilvania University of Brasov, Romania

Rezumat. Se prezintă rezultatele unui studiu privind influența izolării termice a maselotelor asupra solidificării pieselor turnate în forme din nisip de silice. Studiul s-a efectuat prin simularea solidificării pe calculator. S-a studiat influența diametrului maselotelor și a izolării termice a acestora asupra solidificării unei piese turnate. S-a urmărit influența grosimii unor miezuri termoizolante aplicate la partea superioară a maselotelor asupra poziției retasurii și asupra dirijării solidificării sistemului piesă turnată – maselotă.

Cuvinte cheie: piesă turnată, solidificare, maselotă, miez termoizolant

1. Introducere

Utilizarea maselotelor reprezintă singura metodă eficientă, utilizată pentru eliminarea retasurilor din piesele turnate [1, 2, 3]. Pentru îndeplinirea acestui rol, maselotele trebuie să îndeplinească trei condiții:

- să fie amplasate corect;
- să se solidifice mai târziu decât piesa turnată;
- să conțină o cantitate de aliaj lichid, suficientă pentru compensarea contracției aliajului din piesă la solidificare.

Utilizarea maselotelor la turnare determină scăderea randamentului de utilizare a aliajului lichid la turnare. Acesta influențează negativ consumul specific de materiale, manoperă și energie la turnare și conduce la creșterea costului pieselor turnate.

Randamentul utilizării maselotelor la turnarea unei piese se calculează prin relația:

$$R_m = \frac{n_p \cdot m_{pt}}{n_p \cdot m_{pt} + m_{tm}}, \quad (1)$$

unde m_{pt} – masa piesei turnate; n_m – numărul de piese turnate într-o formă de turnare; m_{tm} – masa totală a maselotelor din forma de turnare.

Relația de mai sus arată că pentru mărirea randamentului utilizării aliajului lichid la turnare este necesar să se reducă cât mai mult volumul maselotelor, fără a se reduce timpul de solidificare a lor. Metoda cea mai simplă și eficientă pentru mărirea randamentului maselotelor constă în izolarea termică a acestora. În acest scop se utilizează miezuri termoizolante plasate pe

Abstract. The paper presents the results of a study on the influence of heat insulation of feeders on the solidification of parts cast in silica sand moulds. The study was conducted by computer simulation of casting. The study concerned the influence of feeder diameter and of heat insulation on casting solidification, and further the influence of the thickness of thermoinsulating cores applied at the superior side of feeders on shrinkhole position and directing the solidification of the casting – feeder system.

Key words: casting, solidification, feeder, thermoinsulating core

1. Introduction

Deployment of feeders is the only efficient method used for shrink hole elimination from castings [1, 2, 3]. In order to achieve this role, feeders need to satisfy three requirements:

- correct positioning;
- solidification at a later point than the cast part;
- contain a quantity of liquid alloy sufficient to compensate the contraction of the alloy in the cast part during solidification.

Using feeders in casting processes determines a decrease in the utilization efficiency of the liquid alloy, with a negative impact on specific material consumption, work and casting energy, leading to an increased cost of the cast parts.

The efficiency of feeder utilization in casting is computed by equation (1):

where m_{pt} – represents the mass of the cast part; n_m – the number of parts cast in one mould; m_{tm} – the total mass of feeders in a casting mould;

The above equation shows, that in order to increase the efficiency of liquid alloy utilization in casting processes, feeder volume needs to be minimized, without however reducing their solidification time. The simplest and most efficient method to increase feeder efficiency is their thermal insulation, for which purpose thermo-insulating cores are placed on the feeders. Thermo-insulating

maselote. Miezurile termoizolante se pot aplica la partea superioară a maselotelor, pe suprafața laterală a acestora sau și lateral și sus, În principal cu cât suprafața izolată termic a maselotei este mai mare, aliajul lichid din maselotă se răcește mai lent, iar volumul acesteia poate fi redus mai mult.

Pe de altă parte pentru a se asigura o dirijare corespunzătoare a sistemului piesă-maselotă, se recomandă ca între modulele reale de solidificare ale piesei, canalului de legătură maselotă-piesă și al maselotei să existe relațiile [4, 5 6]:

$$M_m \geq M_c \geq M_{np}, \quad (2)$$

unde M_m reprezintă modulul de solidificare al maselotei; M_c – modulul de solidificare al canalului maselotă-piesă turnată; M_{np} – modulul de solidificare al nodului termic din piesă alimentat de maselotă.

În literatură se recomandă următoarele valori între aceste module de solidificare:

$$M_m \geq 1.2 \cdot M_{np}, \quad (3)$$

$$M_c \geq 1.1 \cdot M_{np}. \quad (4)$$

Între modulul de solidificare real (M) al unei piese și timpul de solidificare (t_{sol}) există relația:

$$t_{sol} = \left(\frac{M}{k} \right)^2, \quad (5)$$

unde k reprezintă constanta de solidificare a piesei, dependentă de natura aliajului și a formei de turnare.

Relațiile (3) ÷ (5) arată că pentru a se asigura o dirijare corectă a solidificării sistemului piesă-maselotă, între timpii de solidificare a celor trei elemente (piesă, canal, maselotă) trebuie să existe relațiile:

$$t_{solm} \geq 1.45 \cdot t_{solp}, \quad (6)$$

$$t_{solc} \geq 1.2 \cdot t_{solp}. \quad (7)$$

2. Scopul cercetării

Având în vedere efectul favorabil al izolării termice a maselotelor asupra randamentului acestora, s-a efectuat un studiu privind influența dimensiunilor și a caracteristicilor termofizice ale miezurilor termoizolante aplicate pe maselote, asupra funcționării acestora. În cadrul acestei lucrări se prezintă rezultatele obținute de autori privind influența grosimii miezurilor termoizolante aplicate la partea superioară a maselotelor, asupra solidificării sistemului piesă-maselotă și în final asupra eficienței maselotelor.

cores can be applied on the superior side of feeders, on their lateral side or in both these positions. In principle, the larger the insulated surface of the feeder is, the slower the liquid alloy within it cools, while its volume can be further reduced.

On the other hand, in order to ensure an adequate directing of the casting – feeder system, the real solidification moduli of the part, of the feeder – casting connecting channel and of the feeder are recommended to satisfy the following equations [4, 5, 6]:

where M_m represents the solidification modulus of the feeder, M_c – the solidification modulus of the feeder – casting connecting channel, M_{np} – the solidification modulus of the hot spot in the part endowed with a feeder.

Literature recommends the following ratios of these solidification moduli:

The real solidification modulus (M) of a part and its solidification time (t_{sol}) are linked by equation (6):

where k – represents the solidification constant of the part, depending on the nature of the alloy and the casting mould.

Equations (3) ÷ (5) show that in order to ensure a correct directing of the casting-feeder system, the solidification times of the three elements (part, channel, feeder) need to satisfy the following relations:

2. Aim of the research

Considering the favorable effect of the thermal insulation of feeders on their efficiency, a study was conducted on the influence of dimensions and thermophysical characteristics of thermoinsulating cores applied on feeders on their functioning. This paper presents the results obtained by the authors related to the influence of the thickness of thermoinsulating cores applied on the superior side of feeders on the casting – feeder system and eventually on feeder efficiency.

3. Mod de lucru

S-a aplicat metoda simulării solidificării pieselor turnate. S-a utilizat softul Sim - 3D realizat la Universitatea Transilvania din Brașov. Softul utilizează un model matematic cu diferențe finite. Piesa turnată a cărei solidificare s-a studiat este arătată în figura 1. S-a studiat solidificarea piesei în mai multe situații, fără maselotă, (figura 2), cu maselote clasice neizolate și cu maselote prevăzute cu un miez termoizolant plan la partea superioară (figura 3). S-a variat diametrul maselotei „ d_m ” și grosimea miezului termoizolant „ b_{iz} ”. Grosimea maselotei „ d_m ” s-a modificat în limitele 40 - 80mm, iar grosimea miezului termoizolant „ b_{iz} ” s-a modificat progresiv până la 16 mm. Valorile mărimilor termofizice ale formei și ale aliajului turnat, care s-au utilizat la simularea solidificării sunt date în tabelul 1. Acestea corespund pentru o piesă turnată din fontă cenușie eutectică, în formă din nisip de silice cu liant rășină furanică. La simulare ansamblul formelor de turnare a fost divizat în elemente pătrate cu latura $\Delta = 4$ mm, iar timpul a fost divizat în intervale $\tau = 0,2$ s.

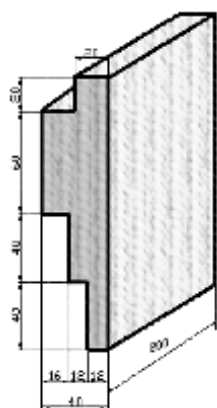


Figura 1. Piesa turnată
Figure 1. Casting

3. Working method

The applied method was that of cast part solidification simulation by means of the Sim-3D software developed at the Transilvania University of Brașov. The software uses a finite differences mathematical model. Figure 1 shows the cast part subjected to the solidification study. Part solidification was studied in several situations, namely in the absence of a feeder (figure 2), with classical uninsulated feeders and with feeders with a plane thermoinsulating core on their superior side (figure 3). Feeder diameter “ d_m ” and the thickness of the thermoinsulating core “ b_{iz} ” were varied. Feeder diameter “ d_m ” was modified between 40 - 80 mm, while the thickness of the thermoinsulating core “ b_{iz} ” was modified progressively up to 16 mm. Table 1 shows the values of the thermophysical quantities of the mould and the cast alloy used in the simulation of solidification. These correspond to a part cast from eutectic grey cast iron in a silica sand mould with furanic resin binder. In simulation the assembly of the casting moulds was divided in square elements of side $\Delta = 4$ mm, and time was divided into intervals of $\tau = 0.2$ s.

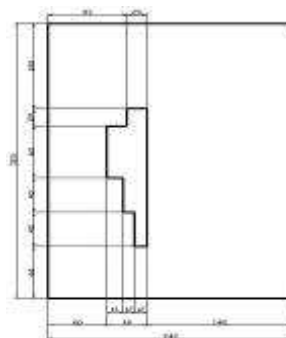


Figura 2. Ansamblul piesă turnată – formă pentru simularea solidificării piesei fără maselotă (varianta 1, tabelul 2)

Figure 2. Casting – mould assembly for the simulation of solidification in the absence of a feeder (variant 1, table 2)

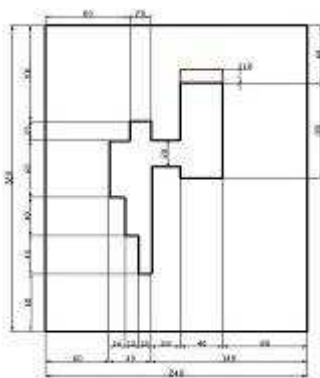


Figura 3. Ansamblul formă – piesă turnată – maselota pentru simularea solidificării cu maselote izolate la partea superioara (grosime miez izolator $h_{iz} = 12$ mm, lățime maselotă $d_m = 40$ mm) (varianta 7, tabelul 2)

Figure 3. Casting – mould assembly for the simulation part of solidification with a feeder insulated on its superior side (thick insulating core $h_{iz} = 12$ mm, feeder width $d_m = 40$ mm) (variant 7, table 2)

Tabelul 1. Valorile mărimilor termofizice utilizate pentru simularea solidificării
 Table 1. Values of the thermo-physical quantities used for the simulation of solidification

Nr. crt.	Mărimea termofizică Thermo-physical quantities	Simbol Symbol	Unit. de măsur. Unit of meas.	Valoare Value
1	Temperatura mediului exterior Environment temperature	T_{ex}	$^{\circ}C$	20
2	Coeficient de schimb termic formă – mediu exterior Thermal exchange coefficient with environment	α_{ex}	$W/m^2/K$	10
3	Temperatura eutectică (solidus) a aliajului turnat Eutectic (solidus) temperature of the cast iron	T_{sme}	$^{\circ}C$	1150
4	Coeficientul de conductivitate termică a formei din nisip Thermal conductivity coefficient of mould	λ_{sfo}	$W/m/K$	0,8
5	Coeficientul de conductivitate termică a aliajului solidificat Cast alloy thermal conductivity coefficient in solid state	λ_{sme}	$W/m/K$	40
6	Coeficientul de conductivitate termică a aliajului lichid Cast alloy thermal conductivity coefficient in liquid state	λ_{lme}	$W/m/K$	30
7	Coeficientul de conductivitate termică a miezului termoizolant Thermal conductivity coefficient of the thermoinsulating core	λ_{iz}	$W/m/K$	0,2
8	Căldura specifică a formei Specific heat of the mould	C_{sfo}	$J/kg/K$	600
9	Căldura specifică în stare lichidă a aliajului turnat Specific heat of the alloy in liquid state	C_{lme}	$J/kg/K$	850
10	Căldura specifică în stare solidă a aliajului turnat Specific heat of the alloy in solid state	C_{sme}	$J/kg/K$	750
11	Căldura specifică a izolatorului Specific heat of the insulator	C_{iz}	$J/kg/K$	800
12	Densitatea formei Mould density	ρ_{fo}	Kg/m^3	1550
13	Densitatea aliajului turnat Alloy density	ρ_{me}	Kg/m^3	6700
14	Densitatea miezului termoizolator Insulator density	ρ_{iz}	Kg/m^3	800
15	Căldura latentă specifică a aliajului turnat The specific latent solidification heat of the cast alloy	L_{me}	J/kg	220000
16	Temperatura inițială a formei Initial temperature of the mould	T_{ofo}	$^{\circ}C$	20
17	Temperatura inițială a aliajului turnat The initial temperature of the liquid alloy	T_{ome}	$^{\circ}C$	1350
18	Temperatura inițială a miezului termoizolant Initial temperature of the thermoinsulating core	T_{iz}	$^{\circ}C$	20

4. Rezultate

S-au studiat în total 16 de variante de solidificare. În fiecare caz în parte s-a determinat timpul de solidificare a piesei, timpul de solidificare a canalului de legătură maselotă - piesă, timpul de solidificare a maselotei, poziția punctelor în care se termină solidificarea acestor elemente din sistemul piesă-maselotă, aspectul izotermelor în ansamblul formă-piesă la momentul solidificării, De asemenea s-a analizat modul de dirijare a solidificării

4. Results

In total 16 variants of solidification were studied. In each case the solidification time of the part, the solidification time of the feeder – casting connecting channel and the solidification time of the feeder were determined, the position on the end points of the solidification of these elements of the casting-feeder system, as well as the aspect of the isotherms in the mould – casting assembly at the time of solidification. Further the directing of

sistemului piesă-maselotă, în funcție de aceste date. În tabelul 2 sunt date rezultatele obținute prin simulare privind timpul de solidificare a piesei, a canalului piesă-maselotă și a maselotei, Pentru a analiza dirijarea solidificării s-a calculat și raportul dintre timpul de solidificare al canalului și timpul de solidificare a piesei și respectiv raportul dintre timpul de solidificare a maselotei și timpul de solidificare a piesei. În figurile 4 ÷ 13 este arătată repartizarea izotermelor în ansamblul formă-piesă-maselotă la momentul sfârșitului solidificării maselotei.

solidification in the casting – feeder system was analyzed based on these data. Table 2 features the results obtained by simulation for the solidification time of the casting, the casting – feeder channel and the feeder. In order to analyze the directing of solidification also the ratio of the channel and casting solidification time was computed, as well as the ratio of the feeder and casting solidification time. Figures 4 ÷ 13 show the distribution of the isotherms in the mould – casting – feeder assembly at the end time of feeder solidification.

Tabelul 2. Timpul de solidificare a sistemului piesă – maselotă
Table 2. Solidification time of the casting – feeder system

No.	Variant of casting	Feeder thickness	Insulating core thickness	Solidification time			Ratio of solidification times	
				casting	channel	feeder	Channel/casting	Feeder/casting
Symbol	-	d_m	b_{iz}	$t_{SOL P}$	$t_{SOL C}$	$t_{SOL M}$	$t_{SOL C}/t_{SOL P}$	$t_{SOL M}/t_{SOL P}$
u.m.	-	mm	mm	s	s	s	-	-
1	no feeder	-	-	816.8	-	-	-	-
2	uninsulated feeder	40	-	1247.8	1660.6	1596.4	1.33	1.28
3	uninsulated feeder	60	-	1312.4	1825.6	2200.0	1.39	1.67
4	uninsulated feeder	80	-	1389.2	1864.8	2833.2	1.34	2.04
5	Feeder insulated at superior side	40	4	1313.4	1733.8	1733.6	1.32	1.32
6	Feeder insulated at superior side	40	8	1313.8	1748.4	1766.2	1.33	1.34
7	Feeder insulated at superior side	40	12	1314.0	1750.6	1785.4	1.33	1.36
8	Feeder insulated at superior side	40	16	1314.2	1751.4	1798.2	1.33	1.37
9	Feeder insulated at superior side	60	4	1362.4	1833.6	2351.4	1.35	1.72
10	Feeder insulated at superior side	60	8	1364.6	1836.0	2428.4	1.35	1.78
11	Feeder insulated at superior side	60	12	1365.4	1834.0	2474.8	1.34	1.81
12	Feeder insulated at superior side	60	16	1365.8	1837.4	2506.2	1.35	1.83
13	Feeder insulated at superior side	80	4	1404.2	1881.6	3029.8	1.34	2.16
14	Feeder insulated at superior side	80	8	1409.2	1887.4	3139.8	1.34	2.23
15	Feeder insulated at superior side	80	12	1411.4	1890.0	3212.4	1.34	2.28
16	Feeder insulated at superior side	80	16	1412.4	1891.2	3263.2	1.34	2.31

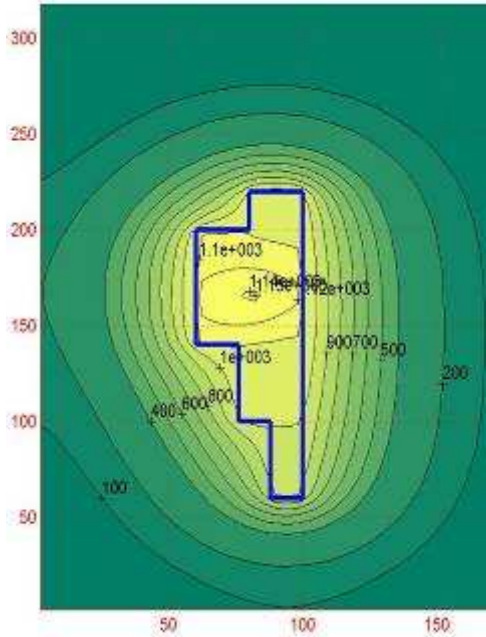


Figura 4. Repartizarea izotermelor în ansamblul formă-piesă, fără maseletă, (varianta 1)

Figure 4. Distribution of isotherms in the mould – casting assembly, in the absence of a feeder, (variant 1)

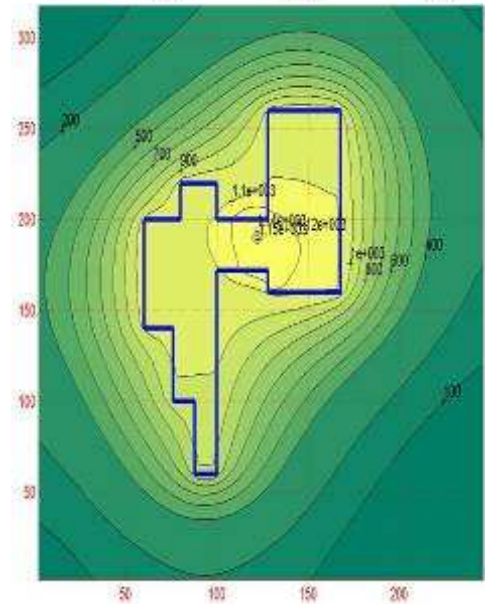


Figura 5. Repartizarea izotermelor în ansamblul formă – piesă pentru simularea solidificării, maseletă laterală neizolată, $d_m = 40$ mm (varianta 2)

Figure 5. Distribution of isotherms in the mould – casting assembly for simulation of solidification, uninsulated feeder, $d_m = 40$ mm (variant 2)

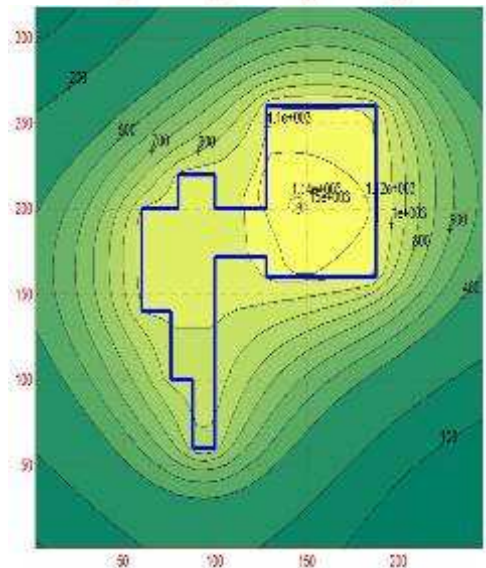


Figura 6. Repartizarea izotermelor în ansamblul formă – piesă pentru simularea solidificării, maseletă neizolată, $d_m = 60$ mm (varianta 3)

Figure 6. Distribution of isotherms in the mould – casting assembly for simulation of solidification, uninsulated feeder, $d_m = 40$ mm (variant 3)

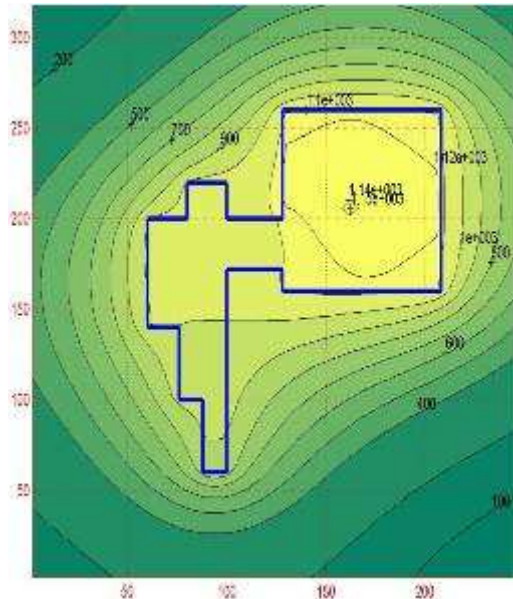


Figura 7. Repartizarea izotermelor în ansamblul formă – piesă pentru simularea solidificării, maseletă laterală neizolată, $d_m = 80$ mm (varianta 4)

Figure 7. Distribution of isotherms in the mould – casting assembly for simulation of solidification, uninsulated feeder, $d_m = 80$ mm (variant 4)

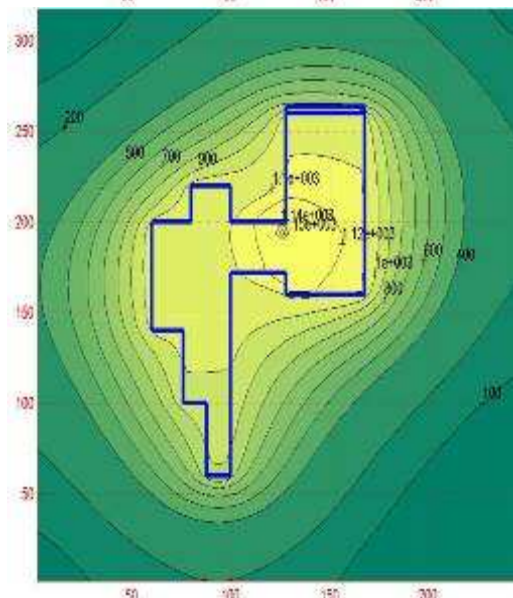


Figura 8. Repartizarea izotermelor în ansamblul formă – piesă pentru simularea solidificării, maseletă izolată sus, izolator de $b_{iz} = 4$ mm, $d_m = 40$ mm (varianta 5)

Figure 8. Distribution of isotherms in the mould – casting assembly for the simulation of solidification, feeder insulated on its superior side, insulator of $b_{iz} = 4$ mm, $d_m = 40$ mm (variant 5)

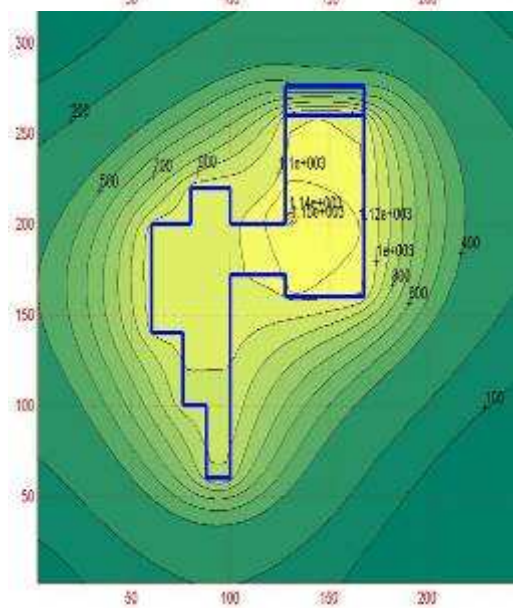


Figura 9. Repartizarea izotermelor în ansamblul formă – piesă pentru simularea solidificării, maseletă izolată sus, izolator de $b_{iz} = 16$ mm, $d_m = 40$ mm (varianta 8)

Figure 9. Distribution of isotherms in the mould – casting assembly for the simulation of solidification, feeder insulated on its superior side, insulator of $b_{iz} = 16$ mm, $d_m = 40$ mm (variant 8)

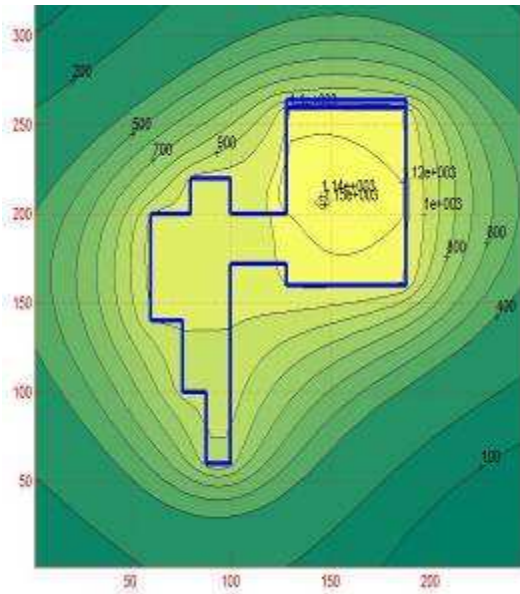


Figura 10. Repartizarea izotermelor în ansamblul formă – piesă pentru simularea solidificării, maseleță izolată sus, grosime izolator $b_{iz} = 4$ mm, $d_m = 60$ mm (varianta 9)

Figure 10. Distribution of isotherms in the mould – casting assembly for the simulation of solidification, feeder insulated on its superior side, insulator of $b_{iz} = 4$ mm, $d_m = 60$ mm (variant 9)

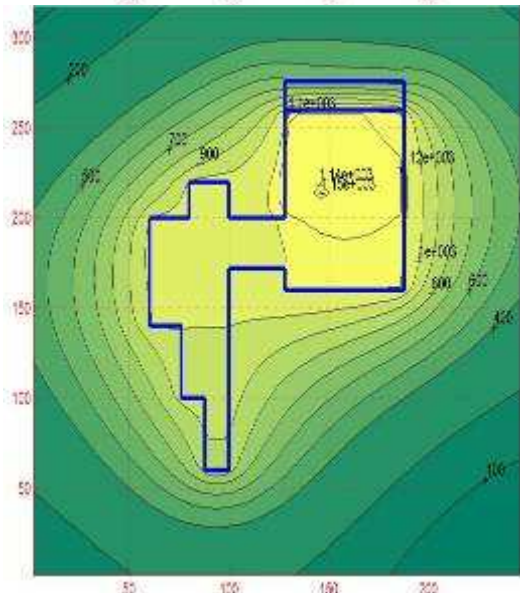


Figura 11. Repartizarea izotermelor în ansamblul formă – piesă pentru simularea solidificării, maseleță izolată sus, grosime izolator $b_{iz} = 16$ mm, $d_m = 60$ mm (varianta 12)

Figure 11. Distribution of isotherms in the mould – casting assembly for the simulation of solidification, feeder insulated on its superior side, insulator of $b_{iz} = 16$ mm, $d_m = 60$ mm (variant 12)

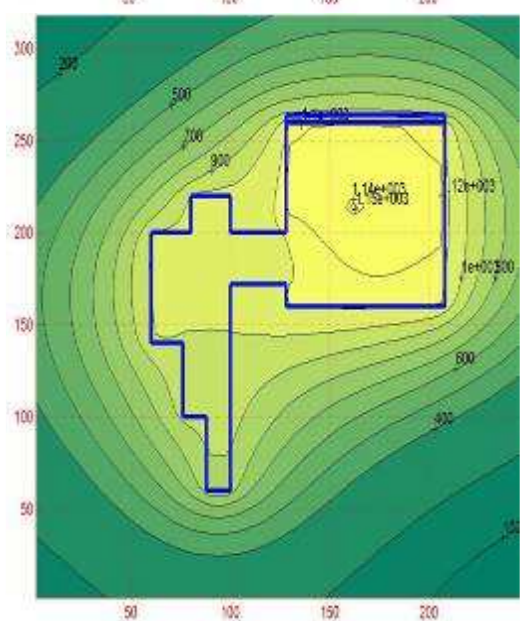


Figura 12. Repartizarea izotermelor în ansamblul formă – piesă pentru simularea solidificării, maseleță izolată sus, grosime izolator $b_{iz} = 4$ mm, $d_m = 80$ mm (varianta 13)

Figure 12. Distribution of isotherms in the mould – casting assembly for the simulation of solidification, feeder insulated on its superior side, insulator of $b_{iz} = 4$ mm, $d_m = 80$ mm (variant 13)

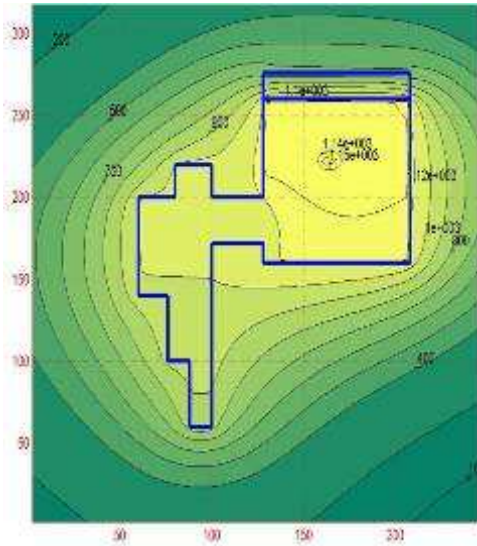


Figura 13. Repartizarea izotermelor în ansamblul formă – piesă pentru simularea solidificării, maselotă izolată sus, grosime izolator $b_{iz} = 16$ mm, $d_m = 80$ mm (varianta 16)

Figure 13. Distribution of isotherms in the mould – casting assembly for the simulation of solidification, feeder insulated on its superior side, insulator of $b_{iz} = 16$ mm, $d_m = 80$ mm (variant 16)

5. Concluzii

Pe baza rezultatelor din tabelul 2, în figura 14 s-a reprezentat grafic influența grosimii maselotei asupra timpului de solidificare a piesei, a canalului și a maselotei, în cazul turnării pieselor cu maselota neizolată. În figurile 15 ÷ 17 s-a reprezentat grafic influența grosimii miezului termoizolant, asupra timpilor de solidificare a piesei, a canalului și a maselotei (în cazul maselotelor cu grosime $d_m = 40$ mm, 60 mm, 80 mm).

5. Conclusions

Based on the results of table 2, in figure 14 the influence of feeder thickness on casting, channel and feeder solidification time was represented graphically in the case of part casting with an uninsulated feeder. Figures 15 ÷ 17 illustrate the influence of the thermoinsulating core thickness on the solidification times of the casting, channel and feeder (in the case of feeder thickness $d_m = 40$ mm, 60 mm, 80 mm).

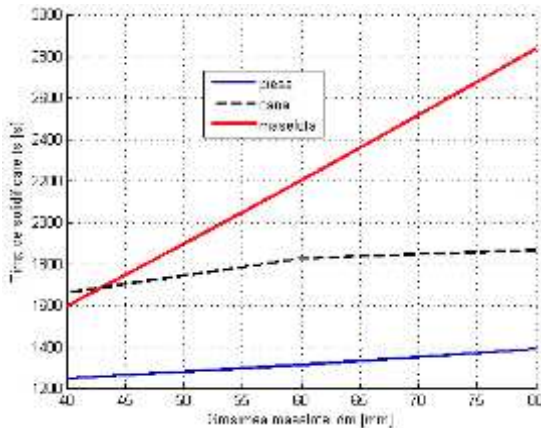


Figura 14. Influența grosimii “ d_m ” a maselotelor neizolate asupra timpului de solidificare “ t_s ” a piesei, a canalului și a maselotei

Figure 14. Influence of uninsulated feeder thickness “ d_m ” on the solidification time “ t_s ” of the casting, the channel and the feeder (piesa=casting, canal=channel, maselota=feeder)

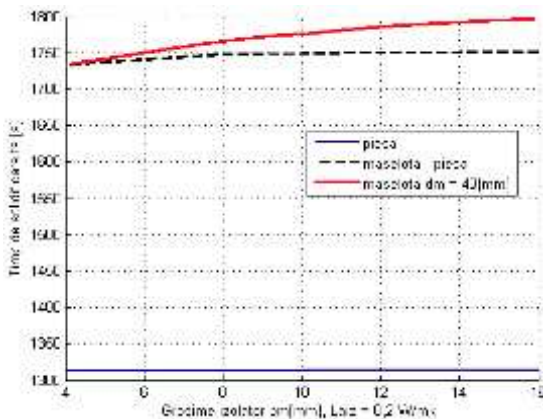


Figura 15. Influența grosimii miezului izolant $b_m = b_{iz}$ asupra timpului de solidificare t_s a piesei, a canalului și a maselotei (maselotă cu grosimea $d_m = 40$ mm)

Figure 15. Influence of insulating core thickness $b_m = b_{iz}$ on the solidification time t_s of the casting, the channel and the feeder (feeder thickness $d_m = 40$ mm) (piesa=casting, canal=channel, maselota=feeder)

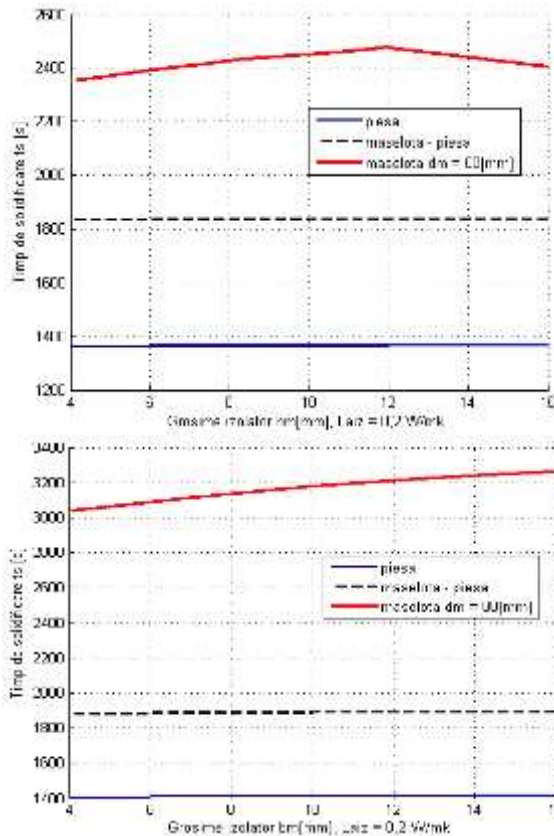


Figura 16. Influența grosimii miezului izolat “ $b_m = b_{ic}$ ” asupra timpului de solidificare t_s a piesei, a canalului și a maselotei (maselotă cu grosimea $d_m = 60$ mm)

Figure 16. Influence of insulating core thickness “ $b_m = b_{ic}$ ” on the solidification time t_s of the casting, the channel and the feeder (feeder thickness $d_m = 60$ mm) (piesa=casting, canal=channel, maselota=feeder)

Figura 17. Influența grosimii miezului izolat $b_m = b_{ic}$ asupra timpilor de solidificare “ t_s ” piesă, canal, maselotă (maselotă cu grosimea $d_m = 80$ mm)

Figure 17. Influence of insulating core thickness $b_m = b_{ic}$ on the solidification time t_s of the casting, the channel and the feeder (feeder thickness $d_m = 80$ mm) (piesa=casting, canal=channel, maselota=feeder)

Analizând rezultatele din tabelul 2, poziția izotermelor și a nodurilor termice din figurile 4 ÷ 13 și curbele din figurile 14 ÷ 17 se desprind următoarele concluzii:

- În cadrul maselotelor neizolate creșterea diametrului maselotei nu are o influență importantă asupra solidificării piesei și a canalului de legătură maselotă – piesă, însă determină o creștere relativ mare a timpului de solidificare a maselotei;
- În cazul maselotelor neizolate solidificarea este dirijată puternic de la piesă spre canal și maselotă numai când maselota are grosime mai mare decât piesa;
- La maselote neizolate retasura se formează în centrul maselotei numai dacă maselota are un diametru mult mai mare decât grosimea piesei;
- În cazul maselotelor izolate la partea superioară solidificarea este dirijată de la piesă spre canal și maselotă, chiar și în cazul maselotelor cu grosime egală cu grosimea piesei;
- În cazul maselotelor izolate, dacă grosimea maselotei este egală cu grosimea piesei, nodul termic al sistemului se formează în dreptul colțului superior al joncțiunii canal – maselotă;
- În cazul maselotelor izolate, dacă grosimea maselotei este egală cu grosimea piesei turnate,
- In the case of uninsulated feeders the increase of feeder diameter has no significant influence on the solidification of the casting and feeder-casting connecting channel, but determines a relatively large increase of the feeder solidification time;
- In the case of uninsulated feeders solidification is strongly directed from the casting towards the channel and feeder only when the thickness of the feeder is greater than that of the casting;
- In the case on uninsulated feeders the shrink hole is formed in the centre of the feeder, only if the feeder diameter is significantly greater than casting thickness;
- In the case of feeders insulated at the superior side, solidification is directed from the casting towards the channel feeder even in the case of feeder thickness equal to casting thickness;
- In the case of insulated feeders, if feeder thickness is equal to casting thickness, the hot spot of the system is generated in the superior corner of the channel – feeder junction;
- In the case of insulated feeder, if feeder thickness is equal to casting thickness, equations (6) and (7)

- relațiile (6) și (7) nu sunt îndeplinite, ceea ce arată că dirijarea solidificării spre maselotă nu este suficientă;
- În cazul maselotelor izolate la partea superioară și cu diametru mai mare decât grosimea piesei, gradientul de temperatură dintre canal și maselotă, dirijarea solidificării spre maselotă este mult mai accentuată; în acest caz timpul de solidificare a maselotei este mult mai mare decât timpul de solidificare a canalului maselotă – piesă;
 - În cazul maselotelor izolate (dacă diametrul maselotei este mai mare cu 50 % decât grosimea piesei) nodul termic al sistemului este plasat spre centrul maselotei, iar la creșterea grosimii maselotei acesta se deplasează spre partea superioară a maselotei;
 - Creșterea grosimii miezului izolant are o influență mică asupra timpului de solidificare a elementelor piesă, canal, maselotă.
- are not satisfies, indicating an insufficient directing of the solidification process towards the feeder;
- In the case of feeders insulated at their superior side and with a diameter larger than casting thickness, the temperature gradient between channel and feeder, the directing of solidification towards the feeder is significantly heightened; in this case feeder solidification time is significantly greater than the solidification time of the feeder – casting channel;
 - In the case on insulated feeders (if feeder diameter is larger by 50% than casting thickness) the hot spot of the system is located towards the centre of the feeder, and with an increasing feeder thickness it moves towards the superior side of the feeder;
 - The increase of the insulating core thickness has only a small influence on the solidification time of the casting, channel, and feeder elements.

Acknowledgement

This paper is supported by the Sectoral Operational Programme Human Resources Development (SOP HRD), financed from the European Social Fund and by the Romanian Government under the contract number POSDRU/88/1.5/S/59321.

References

1. Sofroni, L., Brabie, V., Bratu, C.: *Bazele teoretice ale turnării (Theoretical basis of casting)*. Editura Didactică și Pedagogică, București, Romania, 1980 (in Romanian)
2. Soporan, V., Constantinescu, V.: *Modelarea solidificării la nivel macrostructural (Solidification modelling at macrostructural level)*. Editura Dacia, Cluj-Napoca, Romania, 1995 (in Romanian)
3. Soporan, V., Constantinescu, V., Crișan, M.: *Solidificarea aliajelor (Alloys solidification)*. Editura Transilvania Press, Cluj-Napoca, Romania, 1995 (in Romanian)
4. Munteanu, S.I., Ciobanu, I., Crișan, A.: *The use of the real solidification module as an indicator for castings macro-solidification analysis (Utilizarea modulului de solidificare real ca indicator pentru analiza macrosolidificării pieselor turnate)*. **RECENT**, no. 1(13), March 2005, p. 43-49, ISSN 1582-0246, Brasov, Romania
5. Ciobanu, I., Munteanu, S.I., Crișan, A.: *Aspects Concerning the Real Solidification Conditions of Cast Parts (Aspecte privind condițiile reale de solidificare a pieselor turnate)*. Revista de turnătorie, no. 11-12, 2005, p. 11–16, ISSN 1224-2144, Bucuresti, Romania
6. Ciobanu, I., Munteanu, S.I., Crișan, A.: *A New Concept in Foundry. The Real Solidification Module for Castings (Un nou concept în turnătorie: modulul de solidificare real al pieselor turnate)*. Revista de turnătorie, no. 1-2, 2005, p. 27-33, ISSN 1224-2144, Bucuresti, Romania

Lucrare primită în luna Iunie 2010

Received in June 2010