

CERCETĂRI PRIVIND EFICIENȚA MASELOTELOR IZOLATE TERMIC

RESEARCH ON THE EFFICIENCY OF THERMALLY INSULATED FEEDERS

Tibor BEDO, Ioan CIOBANU, Vlad MONESCU, Aurel CRIȘAN, Sorin Ioan MUNTEANU
“Transilvania” University of Brasov, Romania

Rezumat. Se analizează influența izolării termice a maselotelor asupra solidificării pieselor turnate. S-a utilizat metoda simulării pe calculator a solidificării aliajelor. S-au studiat mai multe variante de turnare privind utilizarea unor miezuri care includ materiale izolante termic la partea superioară a maselotelor. S-a determinat timpul de solidificare și poziția nodului termic în sistemul piesă – maselotă. De asemenea s-a efectuat o analiză estimativă privind efectul economic al izolării termice a maselotelor.

Cuvinte cheie: piesă turnată, solidificare, maselotă, nod termic, fontă

1. Introducere

Maselotele au rolul de a alimenta piesele turnate cu aliaj lichid în timpul solidificării pentru a compensa contracția aliajului lichid la solidificare și a asigura obținerea unor piese compacte. Maselotele îndeplinesc acest rol dacă se solidifică mai târziu decât piesa turnată. De aceea maselotele trebuie să aibă un modul de solidificare mai mare decât al zonei din piesă pe care o alimentează. Modulul de solidificare real al maselotelor simple este direct proporțional cu diametrul acestora. De aceea maselotele clasice au un volum mare. Acesta conduce la un consum mare de aliaj lichid la turnare și la un randament scăzut în ceea ce privește utilizarea aliajelor lichide la turnare.

În ultimul timp la proiectarea tehnologiilor de turnare se urmărește tot mai mult mărirea eficienței maselotelor pentru reducerea consumului de aliaj lichid la turnare.

Una dintre metodele de mărire a eficienței maselotelor utilizate la turnarea pieselor din aliaje metalice, constă în izolarea termică a maselotelor. Această metodă a început să fie utilizată în turnătoriile din România numai în ultimul timp. În acest scop se utilizează materiale izolante speciale aduse din import. O metodă de izolare termică a maselotelor, mai ușor accesibilă oricărei turnătorii, constă în utilizarea la partea superioară și laterală a unor miezuri exterioare, care să includă materiale cu conductibilitate termică redusă (de exemplu aer, polistiren etc.). Această metodă are avantajul că miezurile se execută cu materiale ieftine, chiar în turnătorie respectivă. Este necesar însă, ca miezurile să fie astfel construite, încât să aibă o rezistență mecanică suficientă la temperatura de turnare a aliajului.

Abstract. The paper discusses the influence of thermal insulation of feeders on the solidification of cast parts. The employed method was computer simulation of alloy solidification. Several casting variants were analyzed involving cores including thermally insulated materials at the superior part of the feeders. The solidification time was determined, as well as the position of the hot spot in the part – feeder system. Further an estimated analysis was conducted on the economic effect of feeder thermal insulation.

Key words: casting, solidification, feeder, hot spot, cast iron

1. Introduction

Feeders are designed to supply liquid alloy to the parts throughout casting, in order to compensate the contraction of the liquid alloy during solidification and to ensure the obtaining of a compact part. Feeders fulfill this role if they solidify later than the cast part, hence their solidification modulus needs to be higher than that of the part area that is fed. The real solidification modulus of simple feeders is directly proportional to their diameter, hence the large volume of classical feeders. This leads to a high consumption of liquid alloy in casting and reduced efficiency of liquid alloy utilization.

Recently casting technology design has been aimed at increasing feeder efficiency in view of reducing liquid alloy consumption in casting.

One method of increasing the efficiency of feeders used in the casting of parts from metal alloys is thermal insulation. This method has been applied in Romanian foundries only for a relatively short period of time, using imported special insulating materials. Another method of feeder insulation more accessible to any foundry is the utilization in the superior and lateral parts of exterior cores including low thermal conductivity materials (like air, polystyrene, etc.). The advantage of this method is that the cores are made from low cost materials in the same foundry. A requirement, however, is that the cores are built such as to acquire a sufficient mechanical strength to the casting temperature of the alloy.

2. Scopul lucrării

În lucrare se analizează în ce măsură, utilizarea unor miezuri izolante termic, asigură reducerea consumului de aliaj lichid la turnare.

Cercetarea s-a realizat prin simularea pe calculator a solidificării sistemului piesă turnată – maselotă. S-a analizat influența utilizării miezurilor izolante termic asupra poziției nodului termic și asupra timpului de solidificare a sistemului piesă-maselotă. De asemenea s-a analizat consumul de aliaj lichid la turnare.

3. Mod de lucru

S-a analizat solidificarea unei piese turnate cu grosime relativ mare și cu tendință de apariție a unei retasuri. Piesa turnată supusă cercetărilor este arătată în figura 1. Piesa analizată are o solidificare dirijată de jos în sus.

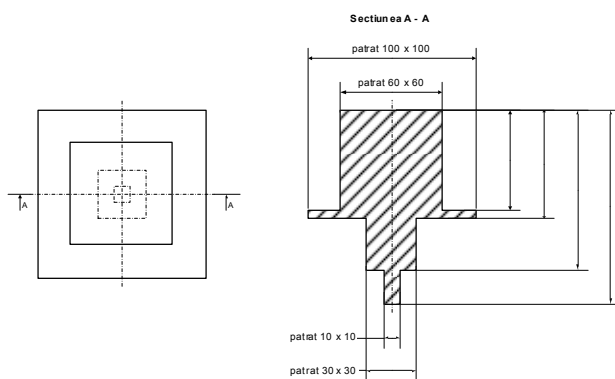


Figura 1. Piesa turnată
Figure 1. Cast part

S-a analizat solidificarea acestei piese în cinci variante de turnare după cum urmează:

- fără maselotă;
- cu o maselotă laterală clasică având grosimea egală cu grosimea piesei ($\Phi 60$ mm);
- cu o maselotă laterală cu $\Phi 60$ mm, izolată la partea superioară cu un miez plan, care conține în interior un strat din material izolator termic;
- cu o maselotă laterală cu $\Phi 60$ mm, izolată la partea de sus și lateral cu un miez de tip pahar, care include în interior un strat izolator termic;
- cu o maselotă laterală cu dimensiuni reduse (grosime $\Phi 50$ mm), dar care este acoperită sus și lateral cu un miez de tip pahar, care include în interior un strat izolator.

Poziția și dimensiunile formei și ale maselotelor în cele cinci variante de turnare sunt arătate în figurile 2 ÷ 6. Condițiile simulării solidificării au fost identice în toate cazurile. În practică se pot asigura condiții similare de experiment, dacă toate cele cinci piese se toarnă simultan în aceeași formă și sunt alimentate din aceeași rețea de turnare.

2. Purpose of the paper

The paper discusses the extent to which the utilization of thermally insulating cores ensures the diminishing of liquid alloy consumption in casting.

Research was conducted by computer simulation of the cast part – feeder system solidification. The study also included the influence of thermally insulating cores on the location of the hot spot and in the solidification time of the part – feeder system. Eventually the issue of liquid alloy consumption in casting was analyzed.

3. Working method

The solidification of a cast part was analyzed of relatively great thickness and with the tendency of producing shrinkholes. The part is shown in Figure 1. Its solidification is directed upwards, from bottom to top.

The solidification of the part was analyzed in five casting variants, as follows:

- no feeder;
- classic lateral feeder ($\Phi 60$ mm) of thickness equal to that of the part;
- lateral feeder of $\Phi 60$ mm, insulated by a plane core at the superior part, including a thermal insulating layer at the interior;
- lateral feeder of $\Phi 60$ mm, insulated at the upper part and laterally with a cup shaped core, including a thermal insulating layer at the interior;
- lateral feeder of small dimensions ($\Phi 50$ mm thickness) covered at the upper part and laterally by a cup shaped core including an insulating layer at the interior.

Figures 2 to 6 show feeder geometry and dimensions in the five casting variants. Casting and simulation conditions were maintained identical in all cases. In practice this can be ensured only if the five parts are cast simultaneously into the same mould and are fed from the same gating system.

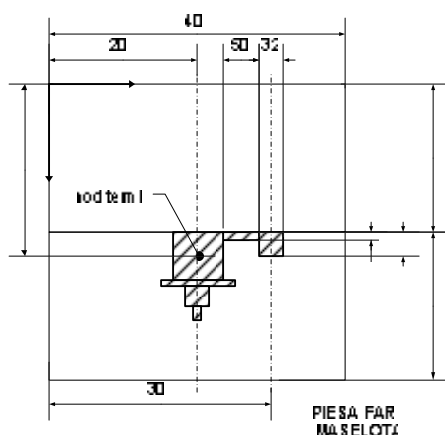


Figura 2. Poziția nodului termic în cazul turnării fără maselotă (varianta 1)

Figure 2. Hot spot position in the case of casting without a feeder (variant 1)

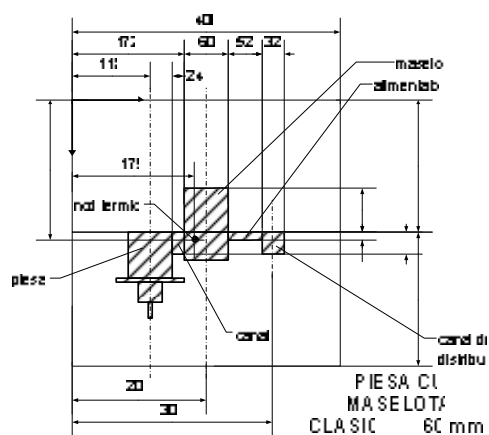


Figura 3. Poziția nodului termic în cazul turnării cu maselotă laterală simplă cu $\Phi = 60$ mm (varianta 2)

Figure 3. Hot spot position in the case of casting with a simple lateral feeder of $\Phi = 60$ mm (variant 2)

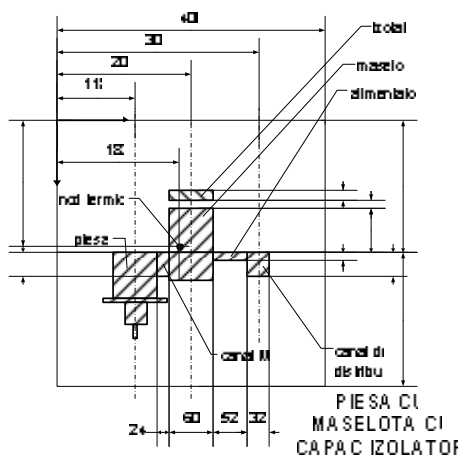


Figura 4. Poziția nodului termic în cazul turnării cu maselotă cu $\Phi = 60$ mm prevăzută cu miez izolant plat pe suprafața superioară (varianta 3)

Figure 4. Hot spot position in the case of casting with a feeder ($\Phi = 60$ mm) endowed with an insulating core only at the superior face (variant 3)

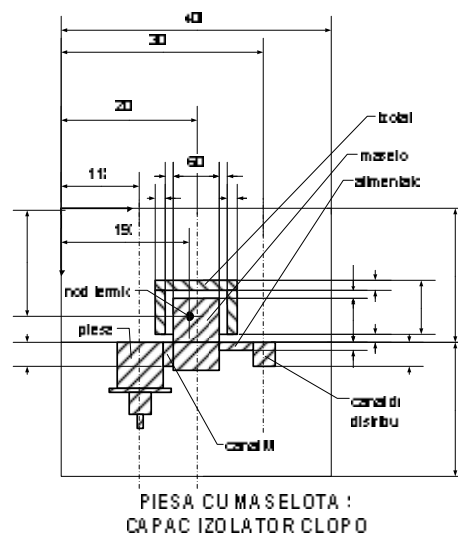


Figura 5. Poziția nodului termic în cazul turnării cu maselotă cu $\Phi = 60$ mm cu miez izolant de tip pahar (varianta 4)

Figure 5. The hot spot position in the case casting with a feeder ($\Phi = 60$ mm) insulated on both the superior and lateral faces (variant 4)

Pentru simularea solidificării s-a utilizat un soft 2D bazat pe un model matematic cu diferențe finite. La simulare, secțiunea prin ansamblul formei (cu dimensiuni 400×400 mm) a fost divizată în volume elementare cu latura $\Delta = 2$ mm. Intervale de timp elementare au avut valoarea $\tau = 0,1$ s. Valoarea intervalului de timp elementar a fost corelată cu dimensiunea elementului de volum ($\Delta = 2$ mm) și cu proprietățile termofizice ale materialelor (λ , ρ , c) astfel încât să se îndeplinească condiția de convergență a soluțiilor ecuației diferențiale a transmisiei căldurii, care stă la baza modelului matematic utilizat de softul pentru simulare.

For the simulation of the solidification a 2D software product was used, based on a mathematical model with finite differences. In simulation the section through the assembled mould (of dimensions 400×400 mm) was divided into elementary volumes of side $\Delta = 2$ mm. The elementary time intervals were of $\tau = 0.1$ s. The value of the elementary time interval was correlated with the dimension of the elementary volume ($\Delta = 2$ mm) and the thermo-physical properties of the mould materials (λ , ρ , c), such as to satisfy the requirement of convergence of solutions of the differential equation of heat transmission between the mould elements, that underlies the mathematical model used for the simulation of the solidification process.

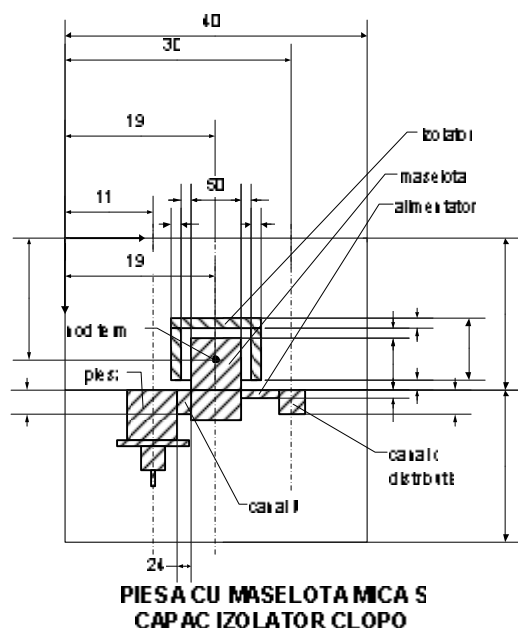


Figura 6. Poziția nodului termic în cazul turnării cu maseletă cu $\Phi = 50$ mm și cu miez izolant de tip pahar (varianta 5)

Figure 6. Hot spot position in the case of casting with a small feeder ($\Phi = 50$ mm), insulated on both the superior and lateral faces (variant 5)

Softul 2D are avantajul că pune în evidență cu *suficientă* precizie poziția nodurilor termice în condițiile unui timp de lucru mult mai mic pentru simulare. Pe baza rezultatelor simulării 2D a solidificării se poate estima timpul real de solidificare în condițiile unei răcirii 3D. În acest scop se utilizează relația:

$$t_{3D} = t_{2D} \cdot \left(\frac{M_{3D}}{M_{2D}} \right)^2, \quad (1)$$

unde t_{3D} reprezintă timpul de solidificare în condițiile unei simulări (solidificări) 3D; t_{2D} – timpul de solidificare în condițiile unei simulări (solidificări) 2D; M_{3D} – modulul de solidificare real al maseletei (sau al piesei în cazul 1) în condițiile solidificării 3D; M_{2D} – modulul de solidificare real al maseletei (sau al piesei în cazul 1) în condițiile solidificării 2D.

Cercetările prin simulare au fost realizate în condițiile turnării piesei din fontă cenușie eutectică. Valorile mărimilor termofizice utilizate la simulare sunt date în tabelul 1.

În figurile 2 ÷ 6 este arătată poziția nodurilor termice în sistemul piesă – maseletă în cele 5 cazuri pentru care s-a realizat simularea. În figurile 7 ÷ 11 este arătată repartizarea izotermelor la sfârșitul solidificării sistemului piesă turnată – maseletă, în cele cinci variante de turnare. În tabelul 2 sunt date coordonatele nodului termic (punctul în care se termină solidificarea aliajului), timpul de solidificare obținut prin simulare 2D și timpul de solidificare estimat în cazul răcirii 3D, calculat pe baza relației (1).

The 2D software package has the advantage of highlighting the positions of the hot spots with sufficient precision in a significantly shorter working time taken up by simulation. Based on the results of the 2D simulation of solidification the real solidification time for 3D cooling can be estimated, by means of equation (1):

where t_{3D} represents the solidification time for a 3D simulation (of solidification); t_{2D} – the solidification time for a 2D simulation (of solidification); M_{3D} – the real solidification modulus of the feeder (or part in case 1) for 3D solidification; M_{2D} – the real solidification modulus of the feeder (or part in case 1) for 2D solidification.

Solidification was simulated for parts cast from eutectic grey cast iron. Table 1 shows the values of the thermo-physical quantities used in simulation.

Figures 2 ÷ 6 show the position of the hot spots in the part - feeder system for the 5 simulated cases. Figures 7 ÷ 11 show the distribution of the isotherms at the end of solidification in the cast part - feeder system for the 5 casting variants. Table 2 includes the coordinates of the hot spot (the end point of solidification), the solidification time obtained by 2D simulation and the estimated solidification time for 3D cooling, computed by equation (1).

Tabelul 1. Mărimile termofizice utilizate la simularea solidificării
Table 1. Thermo-physical quantities used in the simulation of solidification

	Denumirea mărimii Quantity	Simbol fizic Physical Symbol	Unit. de măsură Unit of measure	Valoare Value
1	Pasul divizării forme Network edge increment of mould division	Δ	m	0.002
2	Diviziunea de timp Time division	τ	s	0.1
3	Temperatura mediului înconjurător Environment temperature	T_{ex}	$^{\circ}\text{C}$	20.0
4	Coeficientul specific de schimb termic al forme cu mediul înconjurător Mould heat exchange coefficient with environment	α_{ex}	$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	10.0
5	Temperatura eutectică a fontei turnate Eutectic temperature of the cast iron	T_{sme}	$^{\circ}\text{C}$	1150
6	Coeficientul de conductivitate termică a forme Thermal conductivity coefficient of mould	λ_{sfo}	$\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$	0.84
7	Coeficientul de conductivitate termică a aliajului solid Thermal conductivity coefficient of the solid alloy	λ_{sme}	$\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$	40
8	Coeficientul de conductivitate termică a aliajului lichid Thermal conductivity coefficient of the liquid alloy	λ_{lme}	$\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$	30
9	Căldura specifică a forme Specific heat of the mould	C_{sfo}	$\text{J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$	1170
10	Căldura specifică a aliajului lichid Specific heat of the liquid alloy	C_{lme}	$\text{J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$	850
11	Căldura specifică a aliajului solid Specific heat of the solid alloy	C_{sme}	$\text{J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$	750
12	Densitatea forme Mould density	ρ_{fo}	Kg/m^3	1550
13	Densitatea aliajului Alloy density	ρ_{me}	Kg/m^3	6700
14	Căldura specifică latentă de solidificare a aliajului turnat Specific latent solidification heat of the cast alloy	L_{me}	J/kg	250000
15	Temperatura inițială a forme Initial temperature of the mould	T_{ofo}	$^{\circ}\text{C}$	20
16	Temperatura inițială a aliajului lichid Initial temperature of the liquid alloy	T_{ome}	$^{\circ}\text{C}$	1300
17	Temperatura inițială a izolatorului Initial temperature of the insulator	T_{oiz}	$^{\circ}\text{C}$	20
18	Coeficientul de conductivitate termică a izolatorului Thermal conductivity coefficient of the insulator	λ_{siz}	$\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$	0.1
19	Căldura specifică a izolatorului Specific heat of the insulator	C_{siz}	$\text{J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$	1200
20	Densitatea izolatorului Insulator density	ρ_{iz}	Kg/m^3	10

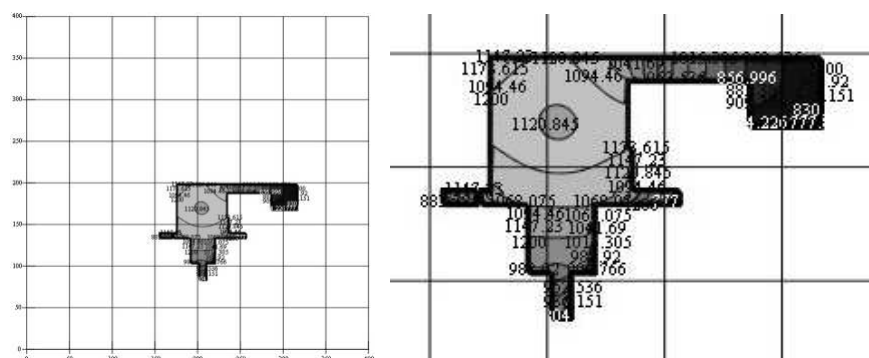


Figura 7. Repartizarea izotermelor în ansamblul forme în cazul turnării piesei fără maselotă (varianta 1)

Figure 7. Distribution of the isotherms in the assembly of the mould in the case of casting without a feeder (variant 1)

Tabelul 2. Rezultate privind poziția și timpul de solidificare a nodului termic din sistemul maselotă piesă turnată
 Table 2 Results related to position and solidification time of hotspots in the feeder – cast part system

	Varianta de turnare Variant of casting	x [mm]	y [mm]	Poziția nodului termic Hot spot position	t_{2D} [s]	t_{3D} [s]
1	Fără maselotă No feeder	205	231	În centrul secțiunii prin piesă In the centre of the section through the part	602.2	196.0
2	Cu maselotă simplă Simple feeder	179	209	În maselotă, în partea de jos, sub planul de separație la 5 mm de joncțiunea maselotei cu canalul piesă-maselotă In the inferior part of the feeder beneath the separation plane, at 5 mm distance from the joining point of feeder and channel	1233.9	369.2
3	Cu maselotă izolată pe suprafața superioară Feeder insulated on superior face	183	197	În maselotă, în partea de mijloc, deasupra planului de separație, la 11 mm de joncțiunea maselotei cu canalul piesă-maselotă In the middle part of the feeder above the separation plane, at 11 mm distance from the joining point of feeder and channel	1345.2	391.3
4	Cu maselotă izolată sus și lateral Feeder insulated on superior and lateral faces	193	167	În maselotă, în partea de sus, la 21 mm de joncțiunea maselotei cu canalul piesă-maselotă In the superior part of the feeder at 21 mm distance from the joining point of feeder and channel	1823.5	763.8
5	Cu maselotă având dimensiuni reduce izolată sus și lateral Small feeder insulated on superior and lateral faces	197	169	În maselotă în partea de sus, pe axa maselotei (la 25 mm de joncțiunea maselotei cu canalul piesă-maselotă) In the superior part of the feeder on the feeder axis (at 25 mm distance from the joining point of feeder and channel)	1587.0	594.7

x, y – Coordonatele nodului termic în xOy / x, y – Hot spot coordinates in xOy frame of reference

4. Analiza rezultatelor

Din analiza rezultatelor se observă că în cazul utilizării unei maselote simple neizolată nodul termic este situat în apropierea canalului de legătură maselotă piesă (figurile 3 și 8). Această poziție a nodului termic arată că în acest caz maselota funcționează la limită. Există riscul ca porozitatea cauzată de contracția aliajului la solidificare să se extindă în piesa turnată.

Comparând valorile timpului de solidificare (tabelul 2) se observă că timpul de solidificare a maselotei simple este practic de două ori mai mare decât timpul de solidificare a piesei fără maselotă, deși grosimea piesei și a maselotei este aceeași (60 mm). Aceasta se explică prin faptul că plasarea maselotei în apropierea piesei determină o modificare (o creștere) considerabilă a modului de solidificare real al sistemului.

Izolarea maselotei la partea superioară cu un miez care include un strat de material izolant (figurile 4 și 9) conduce cum era de așteptat la îndepărtarea nodului termic de joncțiunea cu piesa turnată. Nodul termic se deplasează spre partea superioară a maselotei. Solidificarea cea mai

4. Analysis of results

Analysis of the results reveals that for the case of an un-insulated simple feeder the hotspot is located close to the channel connecting feeder and part (Figures 3 and 8). This position of the hotspot indicates that in this case the feeder operates at its limit. The risk exists that porosity caused by the contraction of the alloy in solidification expands into the cast part.

A comparison of the values of the solidification time (Table 2) reveals that the solidification time of the simple feeder is practically double than that of the part cast without a feeder, for the same thickness of part and feeder (60 mm). This is explained by the fact that placing the feeder close to the part determines a considerable modification (increase) of the real solidification modulus of the system.

Insulating the feeder at its superior part with a core including a layer of insulating material (Figures 4 and 9) causes, as expected, the distancing of the hotspot from the joining point with the cast part. The hotspot moves towards the upper part of the feeder. The most favourable solidification of the

favorabilă a maselotei este în cazul când maselota este izolată atât pe suprafața superioară cât și pe suprafața laterală (figurile 5, 6, 10 și 11). Timpul de solidificare a maselotelor crește considerabil prin utilizarea miezurilor izolante. Chiar și în cazul maselotei izolate cu grosime redusă ($\Phi = 50$ mm), mai mică decât grosimea piesei, timpul de solidificare al maselotei este mai mare decât timpul de solidificare al maselotei simple cu diametru $\Phi = 60$ mm. În cazul utilizării unei maselote izolate cu grosime redusă (cu diametrul de 50 mm) se obține o poziție a nodului termic la fel de favorabilă ca în cazul maselotei izolate cu diametru de 60 mm.

Rezultatele obținute pun în evidență posibilitatea reducerii considerabile a volumului maselotelor prin izolarea termică a acestora cu miezuri cu conductibilitate termică redusă.

Miezurile care includ un material izolant sunt accesibile tuturor turnătoriilor, deoarece sunt ușor de realizat și de executat. Este necesar însă ca miezurile să aibă însă o rezistență mecanică suficientă la temperatură ridicată, pentru ca acestea să reziste la presiunea exercitată asupra lor de aliajului lichid. De aceea se impune realizarea unor cercetări experimentale privind construcția și dimensiunile miezurilor, precum și materialele izolante posibile de utilizat.

5. Aspecte economice

În tabelul 3 este prezentată o analiză economică privind reducerea consumului de aliaj lichid (fontă cenușie) la turnare în cazul piesei analizate. Este comparat consumul de aliaj lichid la turnare în varianta de turnare cu maselotă laterală simplă neizolată termic, având diametrul $\Phi 60$ mm, și în varianta de turnare cu maselotă cu grosime redusă și izolată sus și lateral cu miez de tip pahar. Din tabel se observă că reducerea relativă a consumului de aliaj lichid pentru umplerea maselotei este de 30%.

Generalizând această reducere a consumului de aliaj lichid pentru cazul unei turnătorii cu o producție de 6.000 tone piese turnate livrate anual se poate face un calcul economic estimativ privind creșterea productivității și reducerea consumurilor de materiale și manoperă la turnare pentru turnătoria respectivă.

Se estimează că în cadrul turnătoriilor de fontă indicele mediu de utilizare a aliajului lichid este 0,7 (sau 70%). Aceasta corespunde unui consum de 30% de aliaj lichid pentru rețele de turnare și maselote. Din aliajul lichid consumat pentru rețelele de turnare și maselote se estimează un procent de 50% pentru maselote și respectiv 50% pentru

feeder occurs in the case of the feeder is insulated on both its superior and lateral faces (Figures 5, 6, 10 and 11). The solidification time of the feeders grows considerably due to the utilization of insulating cores. Even in the case of the thinner insulated feeder ($\Phi = 50$ mm), of smaller thickness than that of the part, the solidification time of the feeder is greater than that of a simple feeder of diameter $\Phi = 60$ mm. In the case of using a thinner insulated feeder (of 50 mm diameter) the obtained position of the hotspot is as favourable as in the case of the 60 mm diameter feeder.

The obtained results highlight the possibility of considerably reducing feeder volume by their thermal insulation by means of cores of reduced thermal conductivity.

The cores including an insulating material are accessible to all foundries, as they are easily achieved and manufactured. It is however necessary that all cores have a sufficient mechanical strength at high temperatures, in order to resist the pressure of the liquid alloy. Hence experimental research is called for concerning core construction and dimensions, as well as suitable insulting materials.

5. Economic aspects

Table 3 presents an economic analysis of the reduction of liquid alloy (grey cast iron) consumption in the casting of the analyzed part. The comparison refers to the consumption of liquid alloy in the variant of casting with an un-insulated simple lateral feeder of $\Phi 60$ mm diameter and the variant using a thinner feeder insulated at its superior and lateral part and a cup type core. The table reveals a 30% relative reduction of liquid alloy consumption for filling the feeder.

Generalizing this reduction of liquid alloy consumption for the case of an entire foundry producing 6,000 tons of delivered cast parts yearly, an estimated economic calculation can be made for the increase of productivity and diminishing of material and work consumption in casting.

It can be estimated that in the case of grey cast iron foundries the mean index of liquid alloy utilization is of 0.7 (or 70%), corresponding to a 30% consumption of liquid alloy for gatings and feeders. From the total mass of liquid alloy consumed for gatings and feeders, it is estimated that 50% are used for the gatings and the other 50%

rețelele de turnare.

for the feeders, respectively.

Tabelul 3 Reducerea consumului de aliaj lichid la turnarea piesei de probă în cadrul modelului experimental
Table 3. Reduction of the liquid alloy consumption in casting of the test piece for the experimental model

	Varianta de turnare Variant of casting	Masa piesei Mass of part	Volumul maselotei Feeder volume	Masa maselotei Feeder mass	Reducerea consumului de aliaj pentru maselotă Reduction of alloy consumption for feeder
		kg	cm ³	kg	%
1	Varianta actuală cu maselotă laterală simplă, neizolată (figura 3) Current variant with un-insulated simple lateral feeder (Figure 3)	5.215	360	2.50	0
2	Varianta propusă cu maselotă redusă și izolată lateral și sus cu miez (figura 6) Proposed variant with reduced feeder insulated at its superior and lateral part with a core (Figure 6)	5.215	250	1.75	30

Se are în vedere un cost mediu de 4 euro/kg de fontă piese turnate livrate. În acest cost se estimează 2 euro/kilogram de fontă lichidă costul energiei, al manoperei și al regiei aferente pentru topirea și turnarea aliajului în forme.

La o producție de 6000 tone piese turnate livrate este necesară o cantitate totală de 8571,4 tone/an conform relației:

$$M_{\text{liquid}} = M_{\text{parts}} \times 100 / 70 = 6000 \times 100 / 70 = 8571.3 \text{ tons/year.} \quad (2)$$

Din această cantitate de aliaj lichid topită anual se consumă în rețelele de turnare și în maselote 2571,3 tone /an conform relației:

$$M_{\text{lost liquid}} = M_{\text{liquid}} - M_{\text{parts}} = 8571.3 - 6000 = 2571.3 \text{ tons/year.} \quad (3)$$

Din această cantitate de aliaj lichid 50% se consumă pentru umplerea maselotelor. Anual masa de aliaj lichid consumată pentru maselote este:

$$M_{\text{feeders}} = M_{\text{lost liquid}} \times 0.5 = 2571.3 \times 0.5 = 1285.65 \text{ tons/year.} \quad (4)$$

Având în vedere rezultatele din tabelul 3 și generalizând aceste rezultate prin extrapolare la nivelul unei turnătorii care produce 6000 tone piese anual, rezultă că prin aplicarea maselotelor izolate se realizează o reducere a consumului de aliaj lichid cu 30%. În valoare absolută economia anuală de aliaj lichid este dată de relația:

$$M_{\text{saved liquid}} = M_{\text{feeders}} \times 30 / 100 = 1285.65 \times 30 / 100 = 375.695 \text{ tons of liquid metal/year.} \quad (5)$$

Valoarea economisită în euro corespunzând energiei, manoperei și a regiei, la o pondere a acestor elemente în costuri de 2 euro/kg aliaj lichid, este de 751.390 euro/an conform relației:

$$\text{Saved value} = M_{\text{saved liquid}} (\text{tons}) \times 1000 \text{kg} \times 2 \text{Euros} = 375.695 \times 1000 \times 2 = 751,390 \text{ Euros/year.} \quad (6)$$

The considered average cost is of 4 Euros/kg of delivered grey cast iron parts. Within this cost, 2 Euros/kg liquid alloy is estimated to be the cost of energy, work and overheads for the melting and mould casting of the alloy.

For a production of 6,000 tons of delivered cast parts a total quantity of 8571.4 tons/year is required, according to equation (2):

From this quantity of liquid alloy melted yearly, a quantity of 2571.3 tons/year is consumed for gatings and feeders, according to equation (3):

From this quantity of liquid alloy 50% are consumed for filling the feeders. Annually the mass of liquid alloy consumed for feeders is:

Considering the results from table 3 and generalizing these by extrapolation to the level of a foundry producing 6,000 tons of parts yearly, it follows that for using insulated feeders a 30% reduction of the liquid alloy consumption is achieved. As an absolute total value the yearly economy of liquid alloy is given by equation (5):

The saved value in Euros corresponding to energy, work and overheads, for a weighting of these elements in the total cost of 2 Euros/kg liquid alloy, is of 751,390 Euros/year according to equation (6):

Aliajul lichid economisit poate fi folosit la turnarea altor piese. Se obține astfel o creștere a producției de piese turnate, la același consum total de energie și manoperă. Cantitatea de piese care se poate turna suplimentar este dată de relația:

$$\Delta M_{\text{additional parts}} = M_{\text{saved liquid}} \times 70 / 100 = 375.695 \times 70 / 100 = 262.9865 \text{ tons parts/year.} \quad (7)$$

The saved liquid alloy can be used for the casting of other parts. Thus an increase of cast part production is obtained for the same consumption of energy and work. The quantity of parts that can be cast additionally is given by equation (7):

References

1. Soporan, V., Vamoș, C., Pavai, C.: *Numerical Modeling of Solidification (Modelarea numerică a solidificării)*. "Dacia" Publishing House, Cluj-Napoca, Romania, 2003, ISBN 973-35-1645-7 (in Romanian)
2. Ștefănescu, D.: *Science and Engineering of Casting Solidification*. Department of Material Engineering, University of Alabama, Tuscaloosa, 2001, ISBN 0-306-46750-X
3. Soporan, V., Constantinescu, V.: *Solidification modeling at macrostructural level (Modelarea solidificării la nivel macrostructural)*. "Dacia" Publishing House, Cluj-Napoca, Romania, 1995, ISBN 973-35-0526-9 (in Romanian)
4. Soporan, V., Constantinescu, V., Crișan, M.: *Alloys solidification (Solidificarea aliajelor)*. "Transilvania Press" Publishing House, Cluj-Napoca, Romania, 1995, ISBN 973-9704-1-5 (in Romanian)
5. Bratu, C., Sofroni, L., Brabie, V.: *Casting processes thermophysics (Procese termofizice la turnare)*. Politehnic Institut of Bucharest, Romania, 1984 (in Romanian)
6. Sofroni, L., Brabie, V., Bratu, C.: *Theoretical bases of casting (Bazele teoretice ale turnării)*. "Didactică și Pedagogică" Publishing House, Bucharest, Romania, 1980 (in Romanian)
7. Ciobanu, I., Munteanu, S.I., Crișan, A.: *Finite differences mathematical model for the macrosolidification of parts cast from hypoeutectic cast iron*. *Meturgia International*, no.6, 2005, p. 38-50, Bucharest, Romania, ISSN 1582-2214
8. Masnița, M., Ciobanu, I., Monescu, V.: *Computer program to simulate the macro-solidification of castings using MATLAB*. *RECENT*, no. 2(17), July 2006, p. 61-67, Brasov, Romania, ISSN 1582-0246

Lucrare primită în Martie 2009

Received in March 2009