

# CERCETĂRI EXPERIMENTALE PRIVIND INFLUENȚA RĂCITORILOR ASUPRA RANDAMENTULUI MASELOTTELOR

# EXPERIMENTAL RESEARCH ON THE INFLUENCE OF COOLERS ON FEEDER PERFORMANCES

Vasile JIMAN, Ioan CIOBANU, Aurel CRIȘAN, Tibor BEDŐ

Transilvania University of Brasov, Romania

**Rezumat.** Sunt prezentate rezultatele obținute prin cercetare experimentală referitoare la influența răcitorilor asupra funcționării maseotelor.

Rezultatele experimentale confirmă rezultatele studiului realizat prin simularea solidificării. În cazul analizat, utilizarea unui răcitor plasat la baza nodului termic al piesei turnate a condus la creșterea indicelui de utilizare a aliajului lichid la turnare de la 21,99% la 33,39%, adică cu 51,84%.

**Cuvinte cheie:** piesa turnată, maseotă, răcitor

## 1. Scopul lucrării

Maselele își îndeplinesc rolul dacă în timpul solidificării aliajului lichid din forma de turnare este asigurat un gradient de temperatură suficient, dinspre piesa turnată spre maseotă. Aceasta conduce la dimensiuni mari ale maselelei și deci la un randament scăzut privind utilizarea aliajului lichid la turnare [4-7]. Este posibil ca gradientul de temperatură piesă – alimentator – maseotă, să fie influențat favorabil prin utilizarea de răcitori în forma de turnare [2]. În acest mod se poate reduce volumul maselelelor. Cercetările efectuate anterior, prin simularea solidificării pe calculator, au confirmat aceasta [3].

În cadrul acestei lucrări sunt prezentate rezultatele cercetărilor experimentale efectuate de autori, care au urmărit să pună în evidență în ce măsură utilizarea de răcitori poate influența consumul de aliaj lichid la turnare și deci costul pieselor turnate.

## 2. Mod de lucru

S-au efectuat cercetări prin turnarea experimentală a unor piese de probă. S-a turnat aceeași piesă care a fost utilizată în cadrul studiului efectuat prin simularea solidificării [3]. Piesa turnată asupra căreia s-au efectuat cercetările experimentale este arătată în figura 1.

Piesa a fost turnată în patru variante de maselele:

- fără maselele și fără răcitor (varianta 1);
- cu o maselele cu grosimea  $d_m = 60$  mm și fără răcitor (varianta 2);
- cu o maselele cu grosimea  $d_m = 60$  mm și cu un

**Abstract.** The paper presents the results obtained by experimental research concerning the influence of coolers on feeder operation.

The experimental results confirm the results of the simulation of solidification study. In the analyzed case, the placing of a cooler at the base of the casting hot spot has caused a 51.84% increase of the liquid alloy utilization index, namely from 21.99% to 33.39%.

**Key words:** cast part, feeder, cooler

## 1. Aim of the paper

The feeders fulfill their role if during solidification of the liquid alloy in the mould they ensure a sufficient temperature gradient from the casting towards the feeder. This however requires large feeder dimensions and thus causes a reduced efficiency of liquid alloy utilization [4-7]. The part-feeder-feeding channel temperature gradient can be favorably influenced by using coolers in the casting mould [2]. Hence feeder volume can be reduced. Previously, researches carried out by computer simulation of solidification have confirmed this [3].

The paper presents the results of experimental research conducted by the authors who aimed at revealing the extent to that cooler utilization can influence liquid alloy consumption in casting and thus the manufacturing cost of cast parts.

## 2. Working methodology

Research was conducted by experimental casting of test samples. Figure 1 shows the conventional part used for the experimental research. It was cast the same piece that was used in the study conducted by simulating of solidification [3].

The same part was cast in four variants:

- casting in the absence of a feeder and cooler (variant 1);
- casting with a feeder of thickness  $d_m = 60$  mm and in the absence of a cooler (variant 2);
- casting with a feeder of thickness  $d_m = 60$  mm

răcitor exterior (varianta 3);  
 - cu o maselotă cu grosimea  $dm = 80$  mm și fără răcitor (varianta 4).

with an external cooler (variant 3);  
 - casting with a feeder of thickness  $dm = 80$  mm in the absence of a cooler (variant 4).

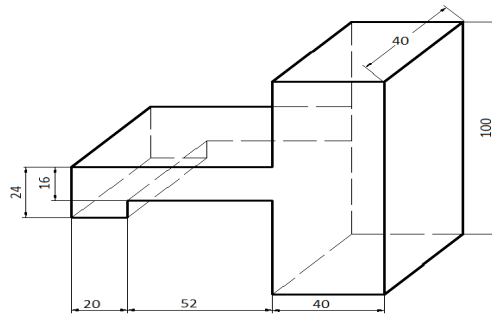


Figura 1. Piesa turnată  
 Figure 1. The casting

În toate cazurile înălțimea maselotei a fost  $H_m = 120$  mm. Modul de amplasare a maselotelor, a răcitorului și dimensiunile acestora este arătat în figurile 2÷4. S-au utilizat maselote cu secțiune pătrată. Aceasta nu afectează însă concluziile privind influența răcitorilor asupra funcționării maselotei. Răcitorul utilizat în varianta 3 a fost executat din fontă cenușie.

In all cases the height of the feeder was of  $H_m = 120$  mm. Figures 2÷4 show the locations of the feeders, the cooler and their dimensions. Feeders of square cross section were used, what however does not influence the conclusions regarding the influence of coolers on feeder operation. The cooler used for variant 3 was made from grey cast iron.

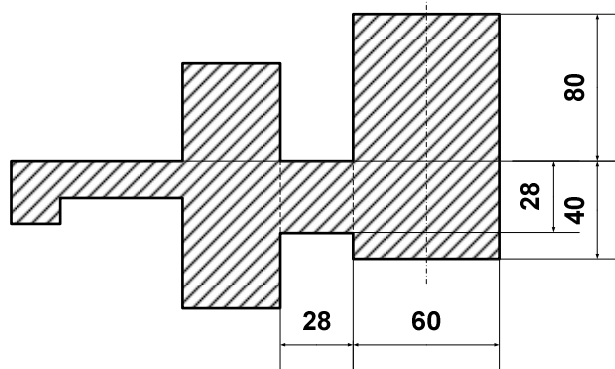


Figura 2. Schema turnării cu maselotă cu  $dm = 60$  mm și fără răcitor (varianta 2)  
 Figure 2. Schematic of casting with a feeder of  $dm = 60$  mm and in the absence of a cooler (variant 2)

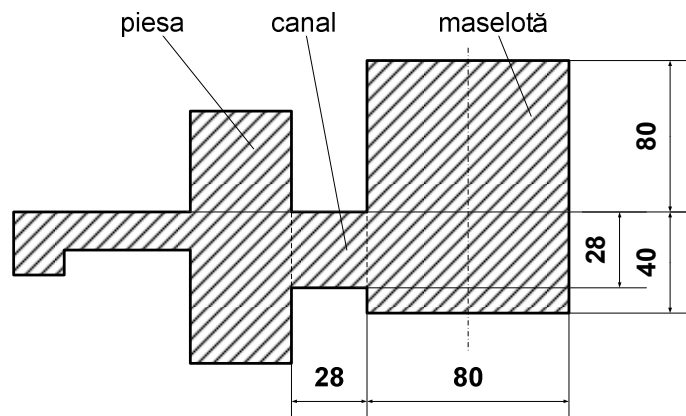


Figura 3. Schema turnării cu maselotă cu  $dm = 80$  mm și fără răcitor (varianta 4)  
 Figure 3. Schematic of casting with a feeder of  $dm = 80$  mm and in the absence of a cooler (variant 4)

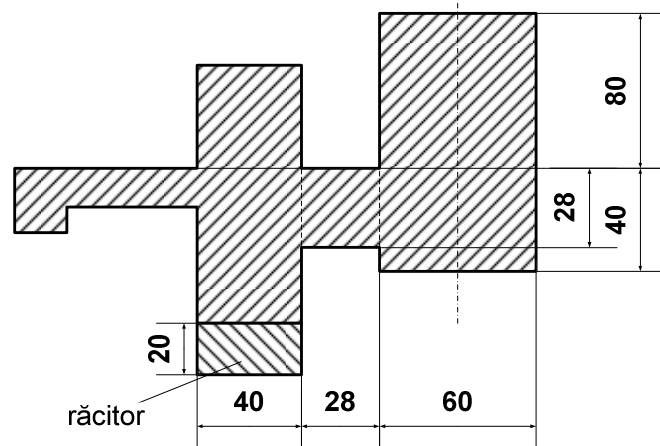


Figura 4. Schema turnării cu maselotă cu  $dm = 60$  mm și răcitor (varianta 3)  
Figure 4. Schematic of casting with a feeder of  $dm = 60$  mm with a cooler (variant 3)

Această etapă a cercetării a urmărit să verifice valabilitatea rezultatelor și concluziilor stabilite prin simularea solidificării pe calculator [3]. Piesele au fost turnate simultan în aceeași formă de turnare, din fontă ferito-perlitică cu grafit nodular. Compoziția chimică a fontei turnate este dată în tabelul 1.

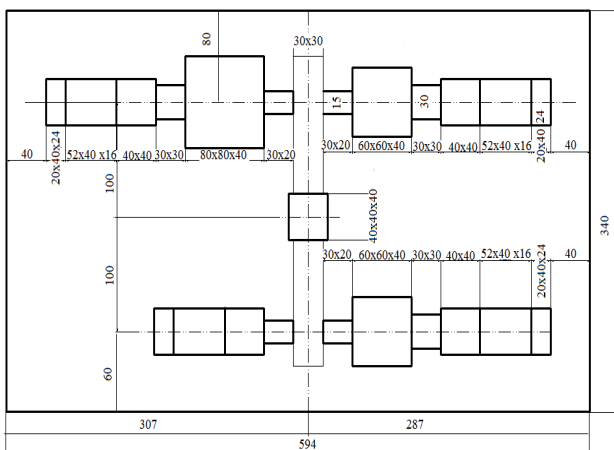
În figura 5 este arătată plasarea modelelor pe plăcile de formare (respectiv amplasarea pieselor în forma de turnare). În figura 6 sunt arătate aspecte de la execuția formelor și turnare.

This stage of the research was aimed at verifying the validity of the results and conclusions obtained by computer aided simulation [3]. The parts were cast simultaneously into the same mould made from ferrite-pearlite spheroidal graphite cast iron. The chemical composition of the cast alloy is given in table 1.

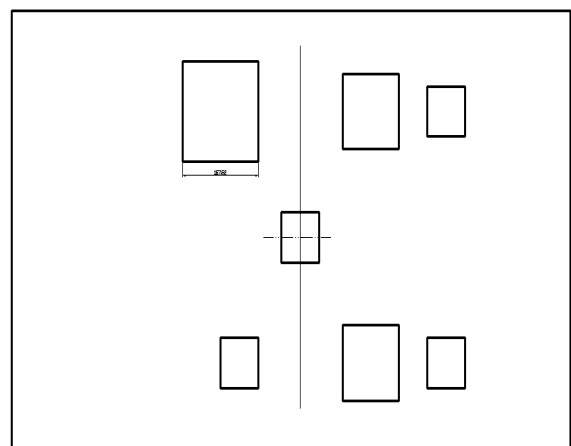
Figure 5 shows the location of the models on the moulding plates (the location of the parts in the casting mould, respectively). Figure 6 shows aspects of mould manufacturing and of the casting process.

Tabelul 1 Compoziția chimică a fontei turnate în piese  
Table 1. Chemical composition of the utilized cast iron

Element u.m	C %	Si %	Mn %	P %	S %	Cr %	Ni %	Mo %	Al %	Cu %	Ti %	Mg %
Conținut Content	3.60	2.43	0.333	0.145	0.043	0.046	0.021	0.003	0.046	0.03	0.01	0.068



a) semiforma inferioară  
a) inferior semi-mould



b) semiforma superioară  
b) superior semi-mould

Figura 5 Poziționarea modelelor pe plăcile portmodel a) semiformă inferioară; b) semiformă superioară  
Figure 5. Positioning of the models on the supporting plates a) inferior semi-mould; b) superior semi-mould



Figura 6. Execuția formei  
Figure 6. Manufacturing of the mould

### 3. Rezultate experimentale

Pentru a pune în evidență influența răcitorului asupra poziției nodurilor termice respectiv asupra poziției retasurilor, piesele și maselotele au fost secționare transversal. În final s-a făcut de asemenea o evaluare a influenței răcitorului asupra indicelui de utilizare a aliajului lichid la turnare.

Indicele de utilizare a aliajului lichid la turnare (I.U) s-a calculat cu relația [7]:

$$I.U = \frac{V_p}{V_p - V_M} \cdot 100 \quad [\%] \quad (1)$$

unde:  $V_p$  – volumul piesei turnate;  $V_M$  – volumul maselotei.

În figurile 7 ÷ 10 este arătat aspectul macroscopic al pieselor și maselotelor secționare după solidificare (observație: retasurile sunt încercuite, celelalte zone închise la culoare din fotografii sunt pete cauzate de tăierea mecanică a pieselor). Poziția retasurilor este marcată pe fotografiile printr-un cerc. În piesa turnată fără maselotă s-a obținut o retasură în zona mai groasă a piesei, în apropierea rețelei de turnare. În celelalte cazuri retasura s-a format în maselotă. În cazul piesei turnate cu maselotă cu grosimea  $dm = 60$  mm și fără răcitor (varianta 2) retasura se formează în maselotă, în apropierea alimentatorului. Acest caz nu este satisfăcător deoarece există pericolul ca, în cazul unor perturbații ale solidificării, retasura să se extindă în piesa turnată.

În celelalte două cazuri (variantele 3 și 4), piesa turnată cu maselotă cu grosimea  $dm = 80$  mm (fără răcitor) și piesa turnată cu maselotă cu grosimea  $dm = 60$  mm și cu răcitor, retasura s-a format spre partea superioară a maselotei. În aceste cazuri, maselota a funcționat corespunzător.

### 3. Experimental results

In order to highlight the influence of the cooler on the position of the hotspots and shrinkholes respectively, the castings and feeders were transversally sectioned. The influence of the cooler on the liquid alloy utilization index in casting was also assessed.

Liquid alloy utilization index in the feeder (I.U) is calculated by the equation [7]:

$$I.U = \frac{V_p}{V_p - V_M} \cdot 100 \quad [\%] \quad (1)$$

where:  $V_p$  – the volume of casting ;  $V_M$  – the feeder volume.

Figure 7 ÷ 10 illustrate the macroscopic aspect of the castings and feeders sectioned after solidification (note: the shrinkholes are circled, the other dark areas in the photographs are stains caused by the mechanical sectioning of the parts). The shrinkholes position is pointed out in the pictures (micrographs) with a circle. In the case of the part cast without feeder, a shrinkhole appears in the central area of the massive part of the casting, at the level of the feeding channel in the area of the hotspot. In other cases the shrinkhole is generated in the feeder. In the case of the part cast with a feeder of thickness  $dm = 60$  mm and in the absence of a cooler (variant 2) the shrinkhole is generated in the feeder, close to the feeding channel. This case is not satisfactory because there is a danger in case of some disturbances of the solidification, the shrinkhole to be expanded in the casting.

In other two cases, the part cast with a feeder of thickness  $dm = 80$  mm and in the absence of a cooler (variant 4) and with a feeder of thickness  $dm = 60$  mm and a cooler (variant 3) the shrinkhole is generated towards the superior part of the feeder. In these cases the feeder operated properly.

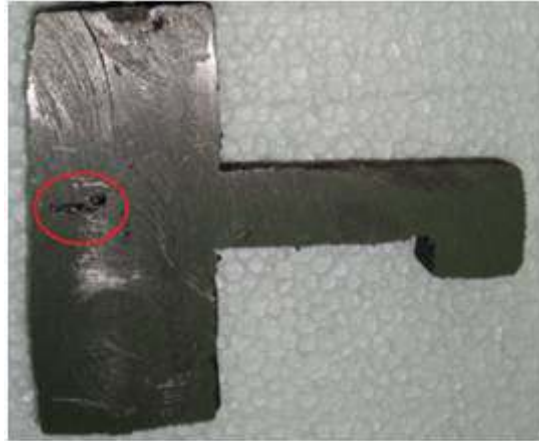


Figura 7. Secțiunea prin piesa turnată, fără maseletă  
Figure 7. Section through the part cast in the absence of a feeder

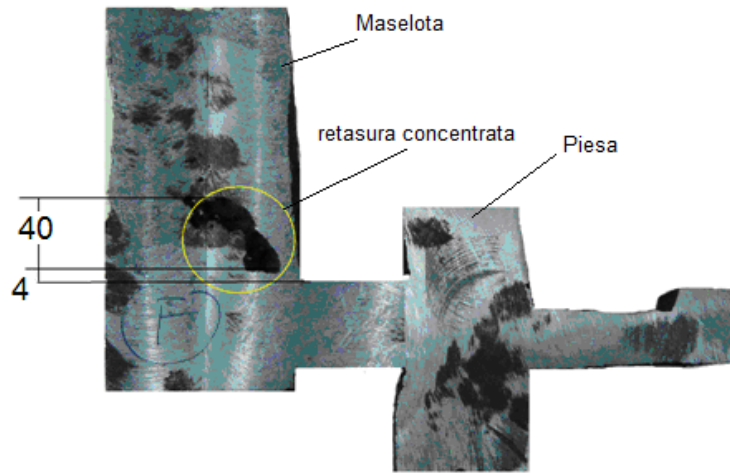


Figura 8. Secțiune prin piesa turnată cu maseletă cu grosimea  $d_m = 60$  mm, fără răcitor  
Figure 8. Section through the part cast with a feeder of thickness  $d_m = 60$  mm, in the absence of a cooler  
(maseletă = feeder; retasură concentrată = compact shrinkhole; piesa = casting)

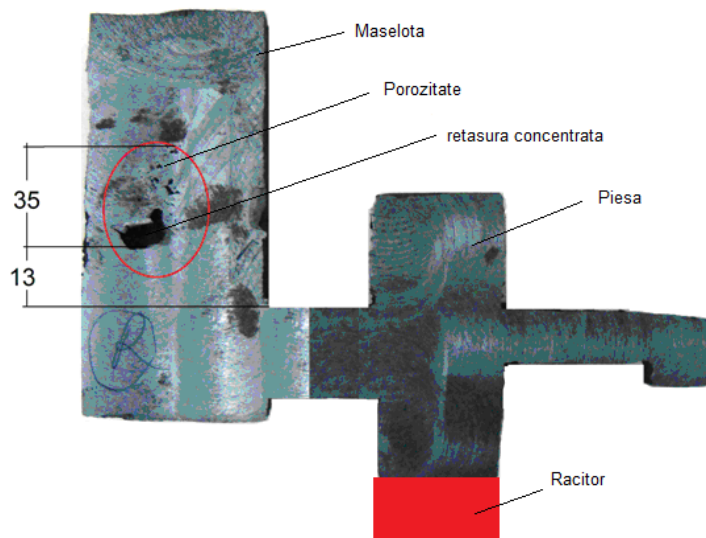


Figura 9. Secțiune prin piesa turnată cu răcitor și maseletă cu grosimea  $d_m = 60$  mm  
Figure 9. Section through the part cast with a cooler and feeder of thickness  $d_m = 60$  mm  
(maseletă = feeder; porozitate = porosity; retasură concentrată = concentrated shrinkhole; piesa = casting; răcitor = cooler)

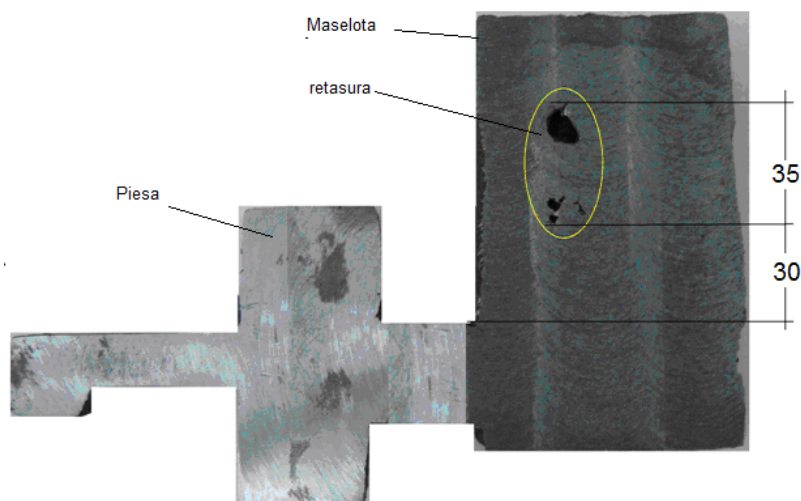


Figura 10. Secțiune prin piesa turnată fără răcitor, cu maselotă cu grosimea  $dm = 80$  mm  
 Figure 10. Section through a part cast in the absence of a cooler and with a feeder of thickness  $dm = 80$  mm

În tabelul 2 este calculat indicele de utilizare a aliajului lichid în cele două variante care asigură o funcționare corespunzătoare maselotelor și obținerea unor piese compacte (variantele 3 și 4 din figurile 9 și 10). Pentru calculul volumelor s-au utilizat cotele piesei și ale maselotelor din figurile 1 ÷ 4.

Table 2 features the computed liquid alloy utilization index in the two variants that ensure an adequate operation of the feeders and the obtaining of compact parts (the variants 3 and 4 of figures 9 and 10). The volumes were computed based on part and feeder dimensions shown in figures 1 ÷ 4.

Tabelul 2 Valorile indicelui de utilizare a aliajului lichid în maselotă  
 Table 2. Values of the liquid alloy utilization index in the feeder

Nr crt. No.	Varianta de turnare Variant of casting	Grosimea maselotei Feeder thickness	Înălțimea maselotei Feeder height	Volumul piesei Part (casting) volume	Volumul maselotei Feeder volume	Indicele de utilizare a metalului lichid în maselotă Liquid alloy utilization index in the feeder
-	-	dm	Hm	Vp	Vm	I.U
u.m	-	mm	mm	cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>	%
1	Fără răcitor (var. 4) No cooler (var. 4)	80 × 80	120	180.48	640	21.99
2	Cu răcitor (var. 3) With a cooler (var. 3)	60 × 60	120	180.48	360	33.39

#### 4. Concluzii

Analiza pieselor turnate experimental au condus la următoarele concluzii:

- la varianta 4 (în comparație cu varianta 2) retasura s-a îndepărtat de alimentator, ceea ce garantează obținerea unei piese sănătoase, fără retasuri;
- turnarea piesei cu maselotă cu grosimea  $dm = 60$  mm și cu un răcitor la partea de jos a nodului termic (varianta 3) determină deplasarea retasurii spre partea superioară a maselotei (comparativ cu varianta 2) asigurând o funcționare bună a maselotei;
- utilizarea răcitorilor în dreptul nodului termic al piesei permite reducerea volumului maselotei și

#### 4. Conclusions

Analysis of the experimentally cast parts yielded the following conclusions:

- At variant no. 4 (compared to variant 2) the shrinkhole is distanced from the feeding channel, what ensured the obtaining of a healthy, shrinkhole-free part;
- Casting the part with a feeder of thickness  $dm = 60$  mm and a cooler at the inferior part of the hotspot (variant 3) determines the shrinkhole moving towards the superior part of the feeder (compared to variant 2) ensuring good operation of the feeder;
- Utilization of coolers next to the hotspot of the part allows diminishing of feeder volume and



- creșterea randamentului de utilizare a metalului lichid la turnare;
- masele cu grosime  $d_m = 60$  mm combinată cu utilizarea unui răcitor se comportă ca și masele cu grosime  $d_m = 80$  mm și fără răcitor;
  - rezultatele experimentale confirmă în totalitate rezultatele obținute prin simularea solidificării pe calculator;
  - prin utilizarea răcitorului combinat cu masele indicele de utilizare a aliajului lichid la turnare crește de la 21,99% la 33,39%;
  - creșterea procentuală a indicelui de utilizare a aliajului lichid implicată de utilizarea răcitorului combinat cu masele (varianta 3, în raport cu varianta 4) este de 51,84%.

Ameliorarea funcționării maselelor prin utilizarea răcitorilor în vederea accelerării solidificării pieselor turnate este avantajoasă în comparație cu izolarea termică a maselelor prin faptul că nu implică costuri suplimentare pentru dispozitive (cutii de miez), manoperă (execuția miezurilor) și pentru achiziționarea de materiale de formare termoizolante. Este o metodă simplă, rapidă, iar răcitorii pot fi reutilizați.

- increases the efficiency of liquid alloy utilization in casting;
- The feeder of thickness  $d_m = 60$  mm used in combination with a cooler behaves similarly to a feeder of thickness  $d_m = 80$  mm in the absence of a cooler;
  - The experimental results completely confirm the results obtained by computer aided simulation of solidification;
  - The utilization of the cooler in combination with a feeder increases the index of liquid alloy utilization in casting from 21.99% to 33.39%;
  - The percentage of increase of the liquid alloy utilization index entailed by casting with a cooler in combination with a feeder (variant 3 in relation to variant 4) is of 51.84%.

Improvement of feeder operation by utilization of coolers in view of accelerating the solidification of castings has advantages over thermal insulation of feeders, as it does not involve additional costs for devices (core boxes), manufacture (core manufacturing) and acquisition of thermo-insulating moulding materials. It is a simple and rapid method that allows reutilization of the coolers.

## References

1. Ciobanu, I., Feraru, D., Monescu, V., Munteanu, S.I., Crișan, A., Szabo, C. (2009) *Influence of Exterior Coolers on the Solidification of Cast Parts*. Buletinul Institutului Politehnic din Iași, Vol. LV, fasc. 4, pp. 107-113
2. Ciobanu, I., Munteanu, S.I., Monescu, V., Crișan, A., Feraru, D., Szabo, C. (2009) *Influența grosimii răcitorilor asupra câmpului de temperatură din piesele turnate (Cooler Thickness Influence on the Temperature Field in Castings)*. Revista de Turnătorie, ISSN 1224-21-44, Vol. XV, no. 7 – 8, pp. 7-11 (in Romanian)
3. Feraru, D., Ciobanu, I., Bedö, T., Crișan, A., Szabo, C. (2011) *Simulation Study on the Influence of Coolers to Feeders Performance*. Cercetări Metalurgice și de Noi Materiale, vol. XIX, special no. – BRAMAT, pp. 1-7, ISSN 1221-5503
4. Skarbinski, M. (1967) *Construcția pieselor turnate și proiectarea formelor (Construction of Cast Parts and Mould Design)*. Translation from Polish. Editura Tehnică, București (in Romanian)
5. Sofroni, L. et al. (1980) *Bazele teoretice ale turnării (Fundamentals of Casting)*. Editura Didactică și Pedagogică București (in Romanian)
6. Ștefănescu, C. (1986) *Îndrumătorul proiectantului de tehnologii în turnătorii (Foundry Technology Designer's Guide)*. Vol. II. Editura Tehnică, București (in Romanian)
7. Zirbo, Gh., Ciobanu, I. (1989) *Tehnologia turnării (Technology of Casting)*. Vol. 1. Institutul Politehnic Cluj-Napoca (in Romanian)

Lucrare primită în mai 2012

Received in May 2012