

METALURGIA

PUBLICAȚIA FUNDAȚIEI METALURGIA ROMÂNĂ

1998

ISSN 0461/9579

Special Activities for Import-Export

- **Equipment and Spare Parts**

- **Non-ferrous Metals**

- **Wire and Wire Products**



- **Steel Pipes and Tubes**

- **Profiles and Special Steel Products**

- **Flat Products**


METANEF

**91-111 Calea Floreasca
BUCHAREST, ROMANIA**

Tel.: (40-1) 230.22.27

Fax: (40-1) 230.06.96

230.13.26

S u m a r

ISSN 0461 - 9579

Scortea, C.: Cunoasterea previzionala a evolutiei unor factori de stare caracteristici sistemelor metalurgice	5
Chitu, Gh.: Analiza potentialului actual al siderurgiei romanesti pe structura	13
Crisan, A., Ciobanu, I., Milosan, I.: Cercetari privind posibilitatea turnarii pieselor din fonte cenusii fara maselote	20
Soporan, V., Vamos, C., Carol, P.: Studiu calitativ asupra functionarii modelului numeric al solidificarii cu verificarea formarii retasurii	27
Ciobanu, I., Geaman, V.: Procedeu de realizare rapida a modelelor pentru turnatorie si matrite prin decupare cu laser	32
Geaman, V.: Tehnologia de compactare izostatica-trecut, prezent si viitor	38
Munteanu, D., Munteanu, A.: Consideratii privind aplicarea unor tratamente de suprafata cu azot in cazul contactelor liniare	42
Marginean, I., Titu, L., Ibraim, Ismet: Recuperarea si reciclarea aluminiului. Orientari si perspective	51
Plesca, M., Sandu, Adriana, Marina, Gh.: Un experiment de extrudare hidrostatica	55
Carcea, I., Roman, C., Chelariu, R., Galbenita, I.: Influenta centrifugarii asupra distributiei particulelor ceramice in MMC- uri cu matrice din aliaje de aluminiu	59
Mazilu, N., Agop, M., Dima, A., Carcea, I., Grancea, V., Vizureanu, P.: Termodinamica deformatiei (II). Constructia potentialelor termodinamice	62
Dumitru, G.M., Nitoi, D., Raileanu, M.: Cercetari privind proprietatile antifricțiune ale compozitelor bimetalice obtinute prin pulverizare termica	67
Marina, Gh., Arsene, Delicia, Solomon, Gh., Plesca, M.: Tratarea prin topire cu fascicul de electroni a aliajelor AlSiFe	72
Chira, I.: Calitatea suprafetelor pieselor turnate	75
Milosan, I.: Utilizarea calculatorului in prelucrarea matematica a rezultatelor unor procese metalurgice	88
Bercea, I.Mihai: Aspecte teoretice si tehnologice privind reducerea tensiunilor remanente, din tevil sudate longitudinal, prin solicitari ciclice, torsionale. Partea I: Consideratii teoretice privind nivelul tensiunilor aplicate in cazul tevil sudate, solicitate ciclic la torsiune	94
Bercea, I.Mihai, Bercea, I.Ioan: Aspecte teoretice si tehnologice privind reducerea tensiunilor remanente, din tevil sudate longitudinal, prin solicitari ciclice, torsionale. Partea a II-a: Rezultate experimentale	101
Fatu, S.: Consideratii privind nitrurarea aliajelor de titan de tip Ti-6Al-4V la temperaturi inferioare si superioare temperaturii de tranzitie	105
Congrese-targuri	108

D.C.:669.

C.Scortea: Previsional Knowledge of Some Factors Typical of Metallurgical Systems Evolution.
Metalurgia 50 (1998), no.1, p. 5

D.C.:669.1

Gh.Chitu: The Analysis of Today's Potential of the Romanian Metallurgy Structure.
Metalurgia 50 (1998), no.1, p. 13

D.C.:621.746.4

A.Crisan, I.Ciobanu, I.Milosan: About the Possibility to Cast Grey Cast Iron Pieces Without Feedhead.
Metalurgia 50 (1998), no.1, p. 20

D.C.:621.744.072

V.Soporan, C.Vamos, P.Carol: Qualitative Study of the Numerical-Model Operation Concerning the Solidification-Involving the Cavity Forming Verification.
Metalurgia 50 (1998), no.1, p. 27

D.C.:621.744.072

I.Ciobanu, V.Geaman: Procedure for Rapid Construction of the Models for Foundry and Dies, Using Laser Cutting.
Metalurgia 50 (1998), no.1, p. 32

D.C.:621.

V.Geaman: The Technology of Isostatic Compaction-The Past, the Present and the Future.
Metalurgia 50 (1998), no.1, p. 38

D.C.:621.754.6

D.Munteanu, A.Munteanu: Considerations Concerning the Using of Nitrogen Surface Treatments for Linear Contacts.
Metalurgia 50 (1998), no.1, p. 42

D.C.:669.71

I.Marginean, L.Titu, Ismet Ibrahim: Aluminium Recovery and Recycling. Strategy and Expectations.
Metalurgia 50 (1998), no.1, p. 57

D.C.:621.777

M.Plesca, Adriana Sandu, Gh.Marina: An Experiment of Hydrostatic Extrusion.
Metalurgia 50 (1998), no.1, p. 55

D.C.:669.71

I.Carcea, C.Roman, R.Chelariu, I.Galbenita: The Influence of Centrifuging upon the Distribution of Ceramic Particles in MMC-S with Aluminium Alloys Matrix.
Metalurgia 50 (1998), no.1, p. 59

D.C.:536.7

N.Mazilu, M.Agap, A.Dima, I.Carcea, V.Grancea, P.Vizureanu: Deformation Thermodynamics. Thermodynamics Potentials Construction.
Metalurgia 50 (1998), no.1, p. 62

D.C.:669.018.25

G.M.Dumitru, D.Nitoi, M.Raileanu: Researches on the Antifrictional Properties of Bimetallic Composites Obtained by Thermal Spraying Procedure.
Metalurgia 50 (1998), no.1, p. 67

D.C.:669.71

Gh.Marina, Delicia Arsene, Gh.Solomon, M.Plesca: Treatment of AlSiFe Alloys using Electron-beam Melting.
Metalurgia 50 (1998), no.1, p. 72

D.C.:621.746.01

I.Chira: The Quality of Cast-Parts Surface.
Metalurgia 50 (1998), no.1, p. 75

D.C.:669.131.622

I.Milosan: The Use of the Computer Mathematical Processing of Some Metallurgical Processes Results.
Metalurgia 50 (1998), no.1, p. 88

D.C.:621.774.2

M.I.Bercea: Theoretical and Technological Aspects Regarding Reducing the Remanent Tensions from Longitudinal Welded Pipes, by Torsional Cyclical Stresses. Part I-Theoretical Considerations Regarding the Tensions Level Applied to Welded Pipes, Torsion Cyclical Stresses.
Metalurgia 50 (1998), no.1, p. 94

D.C.:621.774.2

M.I.Bercea, I.I.Bercea: Theoretical and Technological Aspects Regarding Reducing the Remanent Tensions from Longitudinal Welded Pipes, by Torsional Cyclical Stresses. Part II-Experimental Tests.
Metalurgia 50 (1998), no.1, p. 101

D.C.:621.785.53; 669.21.8

S.Fatu: Some Considerations on the Nitridation of Ti-6Al-4V Type Titanium Alloys, Produced of Temperatures Higher and Lower than the Transition Temperature.
Metalurgia 50 (1998), no.1, p. 105

STUDIU CALITATIV ASUPRA FUNCTIONARII MODELULUI NUMERIC AL SOLIDIFICARII CU VERIFICAREA FORMARII RETASURII

QUALITATIVE STUDY OF THE NUMERICAL-MODEL OPERATION CONCERNING THE SOLIDIFICATION-INVOLVING THE CAVITY FORMING VERIFICATION

Prof.dr.ing.V. Soporan - Universitatea Tehnica din Cluj-Napoca

Fiz.C. Vamos - Institutul de Calcul "Tiberiu Popoviciu"-Academia Româna

Mat.P. Carol - Institutul National de Meteorologie si Hidrologie

C.Z.: 621.744.072

REZUMAT/ABSTRACT

Lucrarea abordeaza într-o maniera moderna analiza procesului de solidificare, prin evidentierea fenomenelor termice si a celor legate de contractia aliajului.

Transferul termic în timpul curgerii si solidificarii este guvern timer de ecuatia Fourier a conductiei termice. Aceasta ecuatie este însoțita de conditiile initiale si la limita de tip Cauchy, Dirichlet si Neumann. Ecuatiile se aplica domeniilor participante. Spatiul în care se analizeaza procesul de solidificare este spatiul tridimensional, iar sistemul de coordonare utilizat este cel cilindric.

Proba utilizata pentru analiza este proba sferica, turnata din aluminiu pur. Verificarea functionarii modelului se face prin urmarirea frontului de solidificare. Explicarea dirijarii solidificarii se realizeaza prin introducerea curbei directiei de solidificare, în care se urmareste tipul de solidificare al niveleurilor situate pe înaltimea piesei.

În cadrul concluziilor asupra modului de transmitere a caldurii se apreciaza ca, dupa formarea crustei de aliaj solidificat, transmiterea de caldura se realizeaza prioritar prin intermediul acestui strat si mai puțin prin forma de turnare. Prin compararea cu datele experimentale, modelul numeric da rezultate calitative bune.

The analysis of the solidification process is approached, in a modern manner, by pointing out the thermal phenomena and the alloy-contraction ones.

The Fourier equation of thermal conduction governs the thermal transfer during the flow and the solidification. This equation involves the Couchy-, Dirichlet-, Neumann-type initial and boundary conditions. The equations apply to the involved domains. The process of solidification is analysed in three-dimensional space, and a cylindrical coordinate system is used.

For the analysis a spherical sample was used; this is a pure- aluminium cast sample. The checking of model operation is done by solidification-front tracking. The explanation of solidification guiding is done by using the solidification direction curve, where the solidification duration of the levels, distributed on the height of the sample, is noticed.

Concerning the heat transmission mode one may point out that - after the formation of solidified alloy scull - heat transmission is mainly assured by this layer and less by mould. By comparing with experimental data, the results of the numerical model are good enough.

■ CARACTERIZAREA GENERALA A MODELULUI

Procesul obtinerii pieselor turnate este deosebit de complex datorita fenomenelor fizice implicate, prezentate schematic în figura 1. Programele comerciale existente pe plan mondial contin modelarea curgerii, conductie termica, transformarea de faza cu eliberarea caldurii latente de solidificare si mai puțin fenomenele legate de contractie si de formarea retasurii.

Modelul numeric de turnare, elaborat de autorii acestui articol, are un grad mare de generalitate. Fata de celelalte încercari din tara este net superior, prin faptul ca face parte dintr-o alta generatie, care abordeaza problema solidificarii tridimensional, cu luarea în considerare a curgerii aliajului si a fenomenelor legate de contractie. Modelul este la nivelul celor din strainatate, continând noutati în algoritmul de deplasare a suprafetei libere a aliajului si în cel de formare a retasurii.

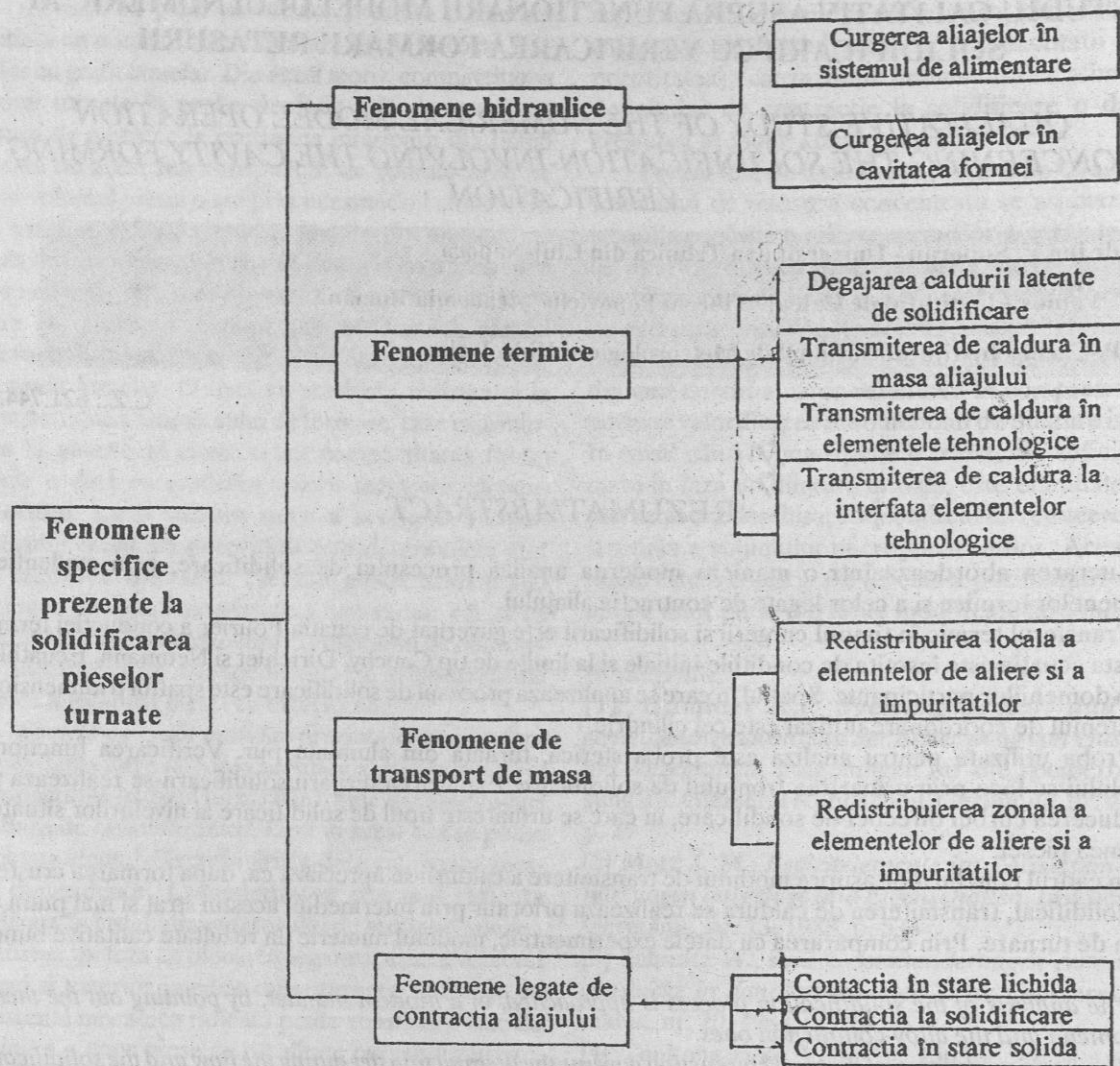


Fig. 1

Fenomene specifice prezente în cadrul procesului de realizare a pieselor turnate
Specific phenomena occurring in cast parts obtaining

Curgerea aliajului sub acțiunea forțelor gravitaționale, vâscoase și ale gradientului de presiune este descrisă prin câmpul de viteze și de presiune a căror evoluție este dată de ecuația Navier-Stokes, de ecuația continuității și de condițiile la suprafața liberă a aliajului aflat în stare lichidă.

Transferul termic în timpul curgerii și solidificării este guvernat de ecuația Fourier a conductivității termice. Aceasta ecuație este însoțită de condițiile inițiale și la limita de tip Cauchy, Dirichlet și Neumann. Ecuațiile se aplică domeniilor participante.

Spațiul în care se analizează procesul de solidificare este spațiul tridimensional, sistemul de coordonare putând fi cartezian sau cilindric.

Modelul ține seama de prezenta mai multor elemente tehnologice, și anume: aliaj (stare lichidă, stare intermediară, stare solidă), forma, racitor interior,

racitor exterior, maselota, maselotiera, racitor în materialul din care este realizată forma (fig.2).

De asemenea, se ține seama de eliberarea caldurii latente de solidificare, utilizându-se metoda variației fracției solide, după regula pârgheii.

Pentru rezolvarea numerică a modelului hidraulic se utilizează metoda SOLA-VOF, bazată pe o schemă cu diferențe finite, aplicată pe o grilă încrucișată. Modelul numeric folosește tot o metodă cu diferențe finite.

■ STRUCTURA ANSAMBLULUI TEHNOLOGIC ANALIZAT

Punerea la punct a funcționării modelului impune un studiu atent al parametrilor numerici, fizici și tehnologici. Studiul se realizează prin intermediul

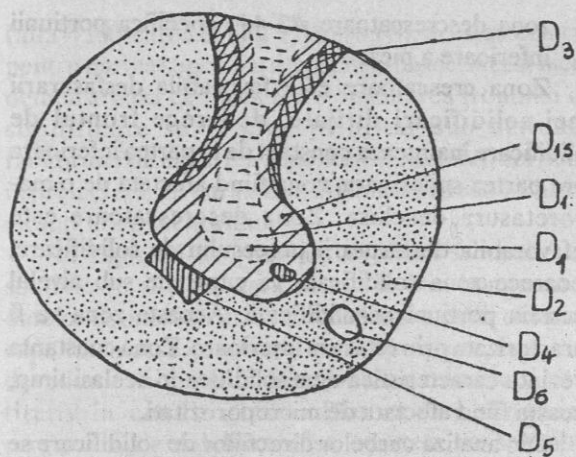


Fig. 2

Schema elementelor tehnologice participante la procesul de solidificare: D1-domeniul aliajului (piesei turnate); D1s-domeniul aliajului solidificat; D11-domeniul aliajului nesolidificat; D2-domeniul formei; D3-domeniul maselotierei; D4- domeniul racitorului interior; D5-domeniul racitorului exterior; D6-domeniul racitorului prezent în forma

Scheme of the technological elements participating in the solidification process: D1-alloy domain (for the cast part); D1s- solidified-alloy domain; D11-non-solidified alloy domain; D2-mold domain; D3-brick domain; D4-inner-cooler domain; D5-external- cooler domain; D6-form-cooler domain

analizei procesului de solidificare pentru proba sferică (fig.3), turnată din aluminiu pur, la o temperatura de 760°C, într-o formă din amestec de formare cu un inel de răcire din fontă, situat la partea superioară a formei. Analiza se face prin tratarea problemei în spațiul tridimensional, sistemul de reprezentare fiind cel cilindric. Pentru discertizare s-a folosit o rețea cu un număr de 32 de pași variabili pe direcția Or, 56 de pași pe direcția Oz, iar pasul unghiular este $\Delta\varphi = \pi/9$. Pasul de timp utilizat este de 0,02 s.

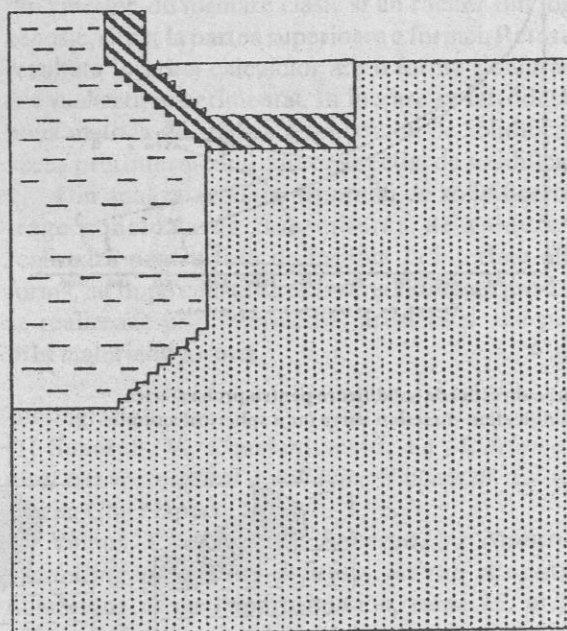
■ ANALIZA PROCESULUI DE SOLIDIFICARE

Prin rezultatele obținute, modelul are posibilitatea de a furniza următoarele informații:

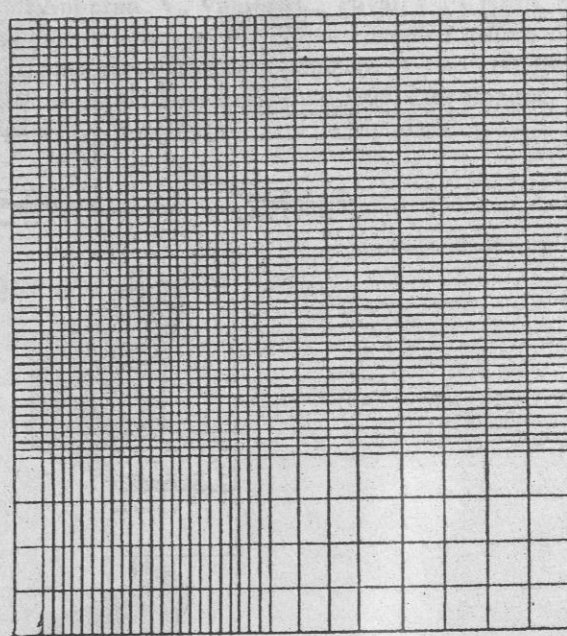
- distribuția de temperatură;
- volumul și distribuția de rețasura formată în timpul procesului de solidificare;
- evoluția frontului de solidificare.

Pentru urmărirea desfășurării procesului de solidificare se utilizează curba direcției de solidificare (fig.4), în care se prezintă timpul de solidificare pentru fiecare nivel al rețelei pe înălțimea piesei. Curba menționată cuprinde trei zone:

- zona crescătoare #1-2#, specifică porțiunii superioare a piesei;
- zona constantă #2-3#, specifică unei anumite porțiuni pe înălțimea piesei;



Secțiune verticală axială,



Rețeaua de discretizare,

Fig. 3

Secțiunea verticală a probei sferice (a) și rețeaua de discretizare a acesteia (b): a) secțiune verticală axială; b) rețeaua de discretizare

Vertical section of the spherical sample (a) and its discretizing network (b): a) vertical axial section; b) discretizing network

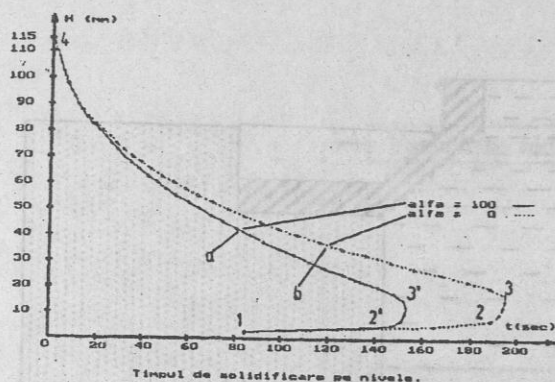


Fig. 4

Curba direcției de solidificare pentru proba sferică
Solidification-direction curve for a spherical sample

— zona descrescatoare #3-4#, specifică porțiunii inferioare a piesei.

Zona crescătoare este favorabilă desfasurării unei solidificări dirijate, deoarece frontul de solidificare înaintea constant de la partea inferioară spre partea superioară, zona fiind afectată de o macroretasură deschisă. Zona descrescatoare este nefavorabilă desfasurării procesului de solidificare, deoarece zona solidificată va cuprinde sub nivelul acestor porțiuni nesolidificate. Aceasta zonă va fi caracterizată prin retasură interioară. Zona constantă prezintă caracteristica de a solidifica în același timp, aceasta fiind afectată de microporozități.

Din analiza curbelor direcțiilor de solidificare se constată că, pentru diferite valori ale coeficientului de transfer termic la nivelul suprafeței libere a aliajului

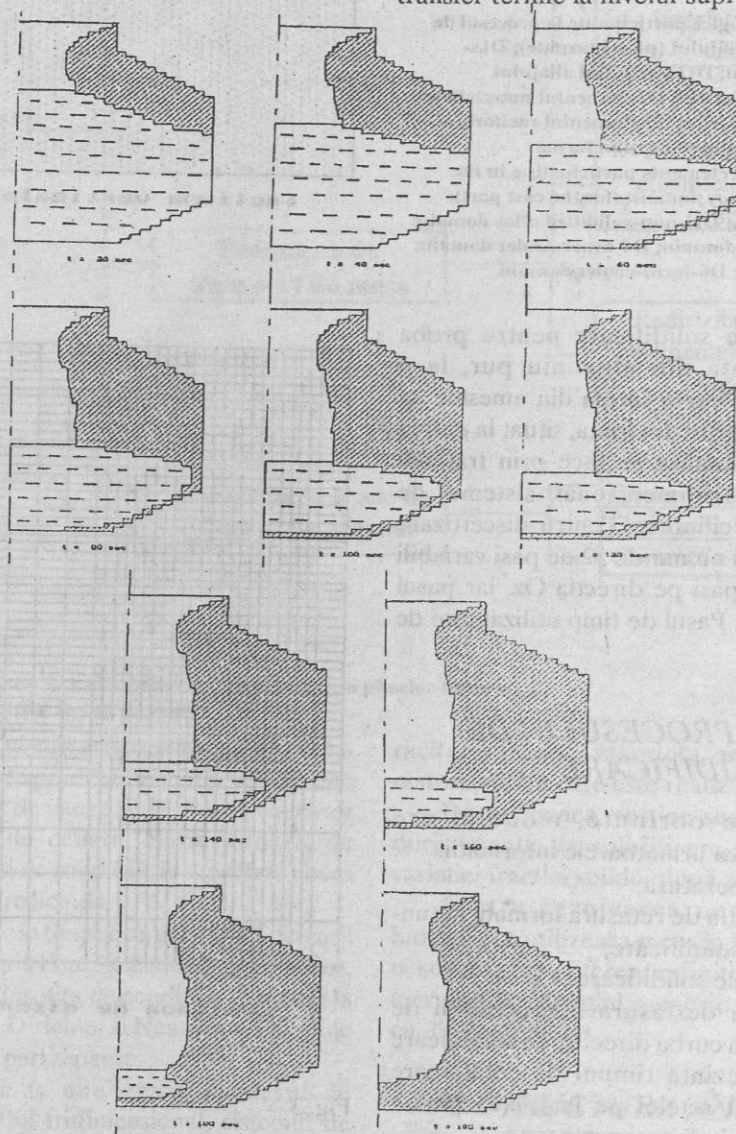


Fig. 5

Evoluția frontului de solidificare pentru proba sferică
Solidification-front evolution for spherical sample

(alfa = 100-curba a, alfa = 0-curba b), acestea coincid pentru partea superioara a probei sferice. Acest lucru demonstreaza ca formarea si înaintarea frontului de solidificare se produc prioritar sub actiunea racitorului de la partea superioara, existând, cel puțin în prima faza, un paralelism al frontului de solidificare cu suprafata racitorului.

În figura 5 se prezinta evolutia frontului de solidificare si a formarii retasurii. Din compararea datelor obtinute în urma calculelor si a celor obtinute experimental se constata o buna apropiere, fapt care dovedeste ca modelul functioneaza calitativ si cantitativ în conditii bune. Din analiza dinamicii procesului de solidificare se constata ca schimbul termic se produce prioritar prin suprafata de separatie lichid-solid, prin portiunea solidificata si mai puțin prin forma de turnare. Acest lucru se explica prin faptul ca transmiterea de caldura în materialul formei este îngreunata de conductivitatea termica scazuta a acestuia. Conductivitatea termica ridicata a aliajului deja solidificat, în comparatie cu materialul formei, demonstreaza prioritatea transmiterii caldurii prin stratul deja solidificat.

■ CONCLUZII

Modelul desfasurarii procesului de solidificare, realizat în spatiul tridimensional, în coordonate cilindrice, tine cont cu rezultate calitative bune, de fenomenele termice si de cele legate de contractia aliajului. Structura tehnologica multidomenii

cuprinde aliajul, cu cele trei stari ale acestuia, forma din amestec de formare clasic si un racitor din fonta cenusie, situat la partea superioara a formei. Retasura rezultata în urma calculelor are o forma similara cu cea realizata experimental. În lucrare se introduce o noua metoda de analiza a procesului de solidificare, aceea prin intermediul curbei directiei de solidificare.

Din analiza evolutiei frontului de solidificare se trage concluzia ca transmiterea de caldura se realizeaza pentru faza de început la interfata aliaj-forma, iar dupa constituirea fazei solidificate procesul se realizeaza prin intermediul acesteia si mai puțin prin materialul formei.

Bibliografie

- [1] Soporan, V., Constantinescu, V.: *Modelarea la nivel macrostructural a solidificarii aliajelor*. Editura Dacia, Cluj Napoca, 1995
- [2] Vamos, C., Pavai, C., Soporan, V.: *Numerical modelling of casting process*. Revue d'analyse numérique et de l'approximation, tome 25, nr.1-2, 1996, p.247
- [3] Soporan, V., Pavai, C., Vamos, C.: *Modelarea numerica a turnarii otelurilor în lingotiera în vederea optimizarii parametrilor tehnologiei*. In: Metalurgia, România, 46, nr.11, 1996, p.42
- [4] Soporan, V., Vamos, C., Pavai, C., Crisan, M.: *Analiza numerica preliminara calitativa asupra desfasurarii procesului de solidificare*. A 14-a conferinta Nationala de Turnatorie, mai 1997, Cluj Napoca, (în curs de publicare în revista de Metalurgie)

REVISTA REVISTELOR

Revue de Métallurgie, Franta, nr.10/11, 1995

- Zilele siderurgiei ATS 1995, p.1099
- Editorial, p.1131
- Întâlniri, congrese, reuniuni, p.1132
- Puncte de reper, p.1140
- Oteul în Franta în anul 1994, p.1159

Al 5-lea Congres European al Otelariilor electrice

- Proces-verbal al lucrarilor Congresului, p.1165
- Evolutia cuptorului electric cu arc, p.1177
- De ce un nou referential fier vechi? p.1187

Articole tehnice

- Scenarii pentru evolutia tehnologica a siderurgiei, p.1195
- Elaborarea fontei în furnal. Starea actuala si perspective, p.1207
- Captuseala refractara continua într-un convertizor LBE la Sollac Dunquerque: concepie si realizari, p.1225
- Optimizarea planetitatiei rotelor sau tablelor dupa laminorul de benzi, p.1235
- Modernizarea si cuplarea foarfecelor pentru tabla cositorita cu o linie semiautomatizata de ambalare în pachete, p.1243
- Evolutii tehnologice în domeniul "coil casting" si efectele lor asupra ofertei la nivelul otelurilor prelacuite, p.1253
- Scopul si modalitatile de ameliorare a ventilatiei în cladirile siderurgice, p.1261
- Oteluri laminate la cald de înalta rezistenta pentru turnare în forme la rece, p.1271
- Table laminate pentru emailare, p.1281