

METALURGIA

Revistă lunară editată de SIDEROM S.A.

1996

ISSN 0461 - 9579

ABROM

S.A. BÂRLAD

Str. Gr. Ignat nr. 3

Telefon: 035/415440

Director: 035/416440

Fax: 034/119996

Telex: 21735IPPBd



ABROM S.A. BÂRLAD

produce corpuri abrazive cu liant ceramic, licență TYROLIT, conform I.S.O. (International Organisation for Standardisation) și F.E.P.A. (Federation of European Producers of Abrasive Products) pentru toate operațiunile de rectificare a celor mai diverse materiale:

☐ Rectificare cilindrică exterioară

- ☐ Rectificare interioară
- ☐ Rectificare plană
- ☐ Rectificare scule
- ☐ Degrosare și șlefuire
- ☐ Rectificare sticlă
- ☐ Rectificare arbori cotiți și axe cu camă
- ☐ Rectificare arcuri
- ☐ Rectificare role și bile rulmenți
- ☐ Ascutire fierăstraie
- ☐ Rectificare roți dințate
- ☐ Rectificare filete

ABROM S.A. BÂRLAD

manufactures grinding wheels with vitrified bond under TYROLIT AUSTRIA licence, in accordance with International Organisation for Standardisation (I.S.O.) and the Federation of European Producers of Abrasive Products (F.E.P.A.) for all kinds of grinding operation on most materials:

- ☐ External cylindrical grinding
- ☐ Centerless grinding
- ☐ Internal grinding
- ☐ Surface grinding
- ☐ Tool grinding
- ☐ Roughing and snagging
- ☐ Glass grinding
- ☐ Crankshaft and camshaft grinding
- ☐ Spring grinding
- ☐ Roll grinding
- ☐ Saw sharpening
- ☐ Gear grinding
- ☐ Thread grinding
- ☐ Fine grinding-polishing

METALURGIA

REVISTA EDITATA DE S.C. "SIDEROM" S.A.

11
noiembrie
1996

S u m a r

ISSN 0461 - 9579

Scortea Costin: Cu privire la problema privatizării industriei siderurgice românești	5
Marginean Ioan: Noi rezultate ale cercetărilor privind turnarea pieselor în forme din nisip neliat utilizând modele gazificabile din polistiren expandat	7
Chira Ion: Societatea Comercială pe Acțiuni (Anonimă) S.A. - elementul de baza al marilor privatizări din România	12
Crisan Marius-Dan: Considerații asupra dinamicii procesului de solidificare a fontelor cu grafit nodular, în cadrul sistemului piesa - maselota	17
Roxana Ruxanda, Doina Raducanu: Coroziunea materialelor metalice, implicatii microstructurale	
Partea 1: Coroziunea intergranulară, corozsiunea tenso-fisuranta si corozsiunea la oboseala	22
Constantin Marian, Capota Petre: Determinarea impuritatilor si elementelor de aliere prin metoda AES - ICP - LISA în materiale cu baza cupru	28
Carcea Ioan, Chiriac Horia: Cercetari asupra tensiunii superficiale la metale si aliaje	31
Sun Deng Yue, Hu Guo Dong: Aparat diferential de masurare a planitatii benzilor laminate la rece construit pe baza unui traductor magnetoelastic	35
Ciobanu Octavian: Evidentierea efectului Barkhausen în oțelurile feromagnetice	38
Ciobanu Octavian, Carmen Nejnaru: Utilizarea efectului Barkhausen în cercetarea nedistructiva a oțelurilor feromagnetice	40
Soporan V., Pavai C., Vamos C.: Modelarea numerica a turnării oțelurilor în lingotiera în vederea optimizării parametrilor tehnologici	42
Bojin Dionezie, Lazar S., Dragulin D.: Metoda de masurarea a straturilor metalice subtiri folosind microsonda electronica	48
Chicherneș Florin: Ruperea statica a maselotelor pieselor turnate cu pana	50
Zaman Florian, Cristina Moldoveanu, Grigoriu Theodor, Ionescu Marian: Soluții metalurgice de îmbunătățire a prelucrabilității prin aschiere a oțelurilor	56
Doina Raducanu, Bunea Daniel, Roxana Ruxanda, Ciuca Ion: Unele particularități ale elaborării superaliajelor de titan	63
Carcea Ioan, Chelariu Romeo, Roman Costel: Cercetari asupra transferului gaz-lichid al particulelor ceramice la obținerea M.M.C.	67
Chicherneș Florin: Ruperea statica a rețelilor de turnare si a maselotelor pieselor	71
Danila Radu, Goanta Viorel, Ciocanel Constantin: Analiza stării de tensiune ce apare la plesile turnate în forme metalice	77
Chelu Gheorghe, Basuc Donel: Cercetari privind reducerea consumurilor la matritarea cu bavura	82
Cojocaru Vasile: Separarea grafitului nodular având în vedere teoria umectabilității	86

S u m a r (continuare)

Varga Bela, Adina Rosca, Varga Iosif: Observatii asupra elaborarii aliajelor din sistemul Al-Sn in cuptoare electrice cu inductie	89
Congrese-Targuri-Simpozioane-Expozitii-Seminarul	94
Publicatii ale firmelor	102
Noutati din trecut - Muzeul tehnic Saigerhütte Grünthal in Obernhau	103
Arhitectura in metalurgie - Podul Mirabeau	105
Noi aparitii	106
A III-a Conferinta Nationala de Metalurgie CNM '96	110
Spicuiul	
Ielciu M.: Proiecte de modernizare si modalitati de finantare la S.C. SILCOTUB S.A. Zalau	127
Draghici I.: Instalatia de difuzie in regim optimizat	129
Anunt	131
Informatii din Metalurgia Mondiala	I-V
Revista Revistelor	6, 16, 21, 27, 37, 41, 62, 66, 81, 88

D.C.: 669.1

C. Scortea: Some Aspects of the Romanian Iron and Steel Industry Privatisation
Metalurgia 48 (1996) nr. 11, p. 5

D.C.: 621.746.01

I. Marginean: New Results of the Researches Concerning the Casting of Parts in Moulds with Unbound Sand, Using Gasifiable Expanded Polystyrene Patterns
Metalurgia 48 (1996) nr. 11, p. 7

D.C.: 65.011; 65.012.4

I. Chira: The Joint Stock Company - the Fundamental Element for the Great Privatization in Romania
Metalurgia 48 (1996) nr. 11, p. 12

D.C.: 669.131.622

M.-D. Crisan: Remarks on the Dynamics of the Solidification Process of Cast Irons with Nodular Graphite, in the Frame Work of the System Part - Pouring Head
Metalurgia 48 (1996) nr. 11, p. 17

D.C.: 620.193

Roxana Ruxanda, Doina Raducanu: Corrosion of the Metallic Materials. Microstructural Implications
Part I: Intergranular Corrosion, Tensio-fissurant Corrosion and Fatigue Corrosion
Metalurgia 48 (1996) nr. 11, p. 22

D.C.: 669.3

M. Constantin, P. Capota: Determination of Impurities and of Alloying Elements in Copper Based Materials by AES - ICP - LISA Method
Metalurgia 48 (1996) nr. 11, p. 28

D.C.: 669.018.25

I. Carcea, H. Chiriac: Researches on the Superficial Tension at Metals and Alloys
Metalurgia 48 (1996) nr. 11, p. 31

D.C.: 621.771.24

Sun Deng Yue, Hu Guo Dong: Differential Instrument for Measuring the Inherent Flatness of Cold Rolled Strips, Built on the Basis of a Magneto-elastic Transducer
Metalurgia 48 (1996) nr. 11, p. 35

D.C.: 669.15

O. Ciobanu: Examination of the Barkhausen Effect in Ferromagnetic Steels
Metalurgia 48 (1996) nr. 11, p. 38

D.C.: 669.15

O. Ciobanu, Carmen Nejnert: Application of the Barkhausen Effect to the Nondestructive Evaluation of Ferromagnetic Steels
Metalurgia 48 (1996) nr. 11, p. 40

D.C.: 621.746.393

V. Soporari, C. Pavai, C. Vamos: Numerical Modelling of the Steel Casting in the Mould, with the Aim of the Optimization of the Technological Parameter
Metalurgia 48 (1996) nr. 11, p. 42

D.C.: 669.771.8; 669.735.5

D. Bojin, S. Lazar, D. Dragulin: Measuring Method of the Thin Metallic Layers Using an Electronic Microprobe
Metalurgia 48 (1996) nr. 11, p. 48

D.C.: 621.746.4

F. Chichernea: Static Breaking of the Pouring Heads of Cast Parts Using a Wedge
Metalurgia 48 (1996) nr. 11, p. 50

D.C.: 621.91.011

F. Zaman, Cristina Moldoveanu, Th. Grigoriu, M. Ionescu: Metallurgical Solutions of Improving the Cutting Processability of Steels
Metalurgia 48 (1996) nr. 11, p. 56

D.C.: 669.295

Doina Raducanu, D. Bunea, Roxana Ruxanda, I. Ciuea: Some Particularities of Ti Superalloys Elaboration
Metalurgia 48 (1996) nr. 11, p. 63

D.C.: 669.018.25

I. Carcea, R. Chelariu, C. Roman: Researches on the Transfer Gas-liquid of the Ceramic Particles at the Obtaining of the M.M.C.
Metalurgia 48 (1996) nr. 11, p. 67

D.C.: 621.746.4

F. Chichernea: Static Breaking of Pouring Gates and Pouring Heads of Cast Parts
Metalurgia 48 (1996) nr. 11, p. 71

D.C.: 621.744

R. Danila, V. Goanta, C. Ciocanel: Analysis of the Stress State Appearing at the Parts Cast in Metallic Moulds
Metalurgia 48 (1996) nr. 11, p. 77

D.C.: 621.979.07

Gh. Chelii, D. Bastac: Researches on the Reduction of Consumptions at the Punching with Burr
Metalurgia 48 (1996) nr. 11, p. 82

D.C.: 669.131.622

V. Cojocaru: Nodular Graphite Separation Taking into Account Moistening Theory
Metalurgia 48 (1996) nr. 11, p. 86

D.C.: 621.365.5; 669.71; 669.6

B. Varga, Adina Rosca, I. Varga: Remarks on the Alloys Elaboration from Al-Si System in Induction Furnaces
Metalurgia 48 (1996) nr. 11, p. 89

MODELAREA NUMERICA A TURNARII OTELURILOR ÎN LINGOTIERA ÎN VEDEREA OPTIMIZĂRII PARAMETRILOR TEHNOLOGICI

NUMERICAL MODELLING OF THE STEEL CASTING IN THE MOULD, WITH THE AIM OF THE OPTIMIZATION OF THE TECHNOLOGICAL PARAMETER

Conf. dr. ing. V. Soporan - Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca

Matematician C. Pavai - Centrul Meteorologic Cluj-Napoca

Fiz. drd. C. Vámos - Institutul de Analiză Numerică "T. Popoviciu" Cluj-Napoca

C.Z.: 621.746.393

REZUMAT/ABSTRACT

Lucrarea își propune prezentarea unor rezultate preliminare privind modelarea numerică a solidificării oțelurilor în lingotieră. Tratarea problemei se face tridimensional, prin cuplarea fenomenelor fizice implicate. Modelul ține cont de fenomenele legate de curgerea cu suprafața liberă a aliajelor, fenomenele termice și a transformării de fază cu eliberarea căldurii latente de solidificare și a fenomenelor legate de evoluția contractiei și a formării rețaturii. Pe baza modelului numeric s-a creat modelul de analiză a procesului de solidificare a oțelului în lingotiere (MONT-LI), model care creează posibilități multiple de interpretare și optimizare a procesului de turnare a lingourilor, în vederea reducerii consumurilor energetice și materiale și a creșterii calității semifabricatului obținut.

The paper proposes the presentation of some preliminary results concerning the numerical modelling of the steel solidification in the mould. The problem is treated three - dimensionally, by coupling the implicated physical phenomena. The model takes into account the phenomena referring to the alloy flow with free surface, the thermal phenomena and those referring to the phase transformation with the release of latent solidification heat and of the phenomena referring to the contraction evolution and forming of the shrink holes. On the basis of the numerical model, an analyzing model of the steel solidification in the mould (MONT-LI) has been created, with ensures multiple possibilities of interpretation and optimization of the ingot casting process, with the aim of reducing the energetic and material consumptions and increasing the quality of the semi-finished products.

Procesul obținerii lingourilor de oțel este deosebit de complex datorită multitudinii fenomenelor fizice implicate. De aceea, pe plan internațional, marii producători din metalurgie apelează la modelarea numerică pentru a asigura o cunoaștere pe baze științifice a principalelor tehnologii de prelucrare metalurgică.

Cele mai recente lucrări [1],[2] au scos în evidență anumite dificultăți legate de tratarea tridimensională a problemei, de curgerea cu suprafața liberă și de cuplarea fenomenelor fizice implicate. De asemenea, analiza programelor comerciale existente, elaborate prin colaborări între unități de profil metalurgic, universități și grupe de cercetători, arată că acestea contin modelarea curgerii aliajului, a conductiei termice și a transformării de fază cu eliberarea căldurii latente de solidificare și mai puțin fenomenele legate de contractie și de formarea rețaturii.

Lucrarea de față își propune prezentarea unor rezultate preliminare privind modelarea numerică a solidificării oțelurilor în lingotieră, cu precizarea fap-

tului că modelul este la nivelul celor mai performante, conținând noutăți în algoritmul de deplasare a suprafeței libere a aliajului și în includerea în aceasta a evoluției contractiei și a formării rețaturii.

■ PREZENTAREA MODELULUI FIZICO-MATEMATIC

În elaborarea modelului fizico-matematic se consideră ca domenii participante la realizarea procesului de solidificare:

- domeniul lingoului (aliajul lichid, aliajul în curs de solidificare, aliajul solidificat);
- domeniul lingotierei;
- domeniul maselotei (aliajul în cele trei forme amintite);
- domeniul pudrei termoreactive;
- domeniul maselotierei;
- mediul exterior.

Caracterizarea acestora se face geometric și prin

Tabelul 1
Table 1

Parametrii necesari unei simulări numerice
The necessary parameters for the numerical simulation

Parametrii numerici

- pasul de timp înainte și după ce curgerea aliajului devine neglijabilă (2 parametri);
- pasul spațial al rețelei pe cele trei axe de coordonate (1-3 parametri);
- divergența maximă (1 parametru)
- viteza de alunecare lângă pereți (1 parametru)

Parametrii fizici:

- proprietățile fizice ale aliajului în faza solidă și lichidă și variația lor cu temperatura:
 - conductivitatea termică (cel puțin 4 parametri);
 - căldura specifică (cel puțin 4 parametri);
 - densitatea (cel puțin 4 parametri);
- viscozitatea aliajului lichid și variația ei cu temperatura (2 parametri);
- temperatura solidus și temperatura liquidus a aliajului (2 parametri);
- căldura specifică și conductivitatea termică a materialului lingotierei (2 parametri);
- căldura specifică și conductivitatea termică a materialului maselotierei (2 parametri);
- puterea calorică a pudrei termoreactive (1 parametru);
- coeficienții de transfer termic dintre aliaj, lingotiera și maselotiera pe de o parte și mediul exterior pe de alta parte (3 parametri)

Parametrii tehnologici:

- forma geometrică a lingotierei, inclusiv grosimea peretilor (cel puțin 3 parametri);
- forma geometrică a maselotierei, inclusiv grosimea peretilor (cel puțin 3 parametri);
- cantitatea de pudră termoreactivă (1 parametru);
- momentul începerii și durata introducerii pudrei (2 parametri);
- dimensiunile și poziția zonei unde se introduce pudră (cel puțin 2 parametri);
- temperatura de turnare, temperatura lingotierei și a mediului exterior (3 parametri);
- nivelul aliajului din maselota la care se oprește turnarea (1 parametru);
- timpul de umplere a lingotierei și momentul schimbării vitezei de turnare (2 parametri)

indicarea caracteristicilor lor fizice (tab.1).

Fenomenele fizice incluse în model sunt cele legate de curgerea aliajului ca un fluid vâcos, de transferul termic și de contractia prezenta la solidificare, cu implicațiile acesteia în formarea retasurii.

Curgerea aliajului sub acțiunea forțelor gravitaționale, vâscoase și ale gradientului de presiune este descrisă prin câmpul de viteze și de presiune, a cărui evoluție este dată de:

– ecuațiile Navier-Stokes:

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} + w \frac{\partial u}{\partial z} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} + \nu \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} \right) \quad (1)$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + w \frac{\partial v}{\partial z} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial y} + \nu \left(\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial z^2} \right) \quad (2)$$

$$\frac{\partial w}{\partial t} + u \frac{\partial w}{\partial x} + v \frac{\partial w}{\partial y} + w \frac{\partial w}{\partial z} = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial z} + \nu \left(\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial z^2} \right) \quad (3)$$

– ecuația continuității:

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0 \quad (4)$$

și de condițiile la suprafața liberă.

Transferul termic în timpul curgerii și solidificării este guvern timer de ecuația Fourier a conductivității termice:

$$\rho(c - L \frac{\partial f}{\partial T}) \left(\frac{\partial T}{\partial t} + u \frac{\partial T}{\partial x} + v \frac{\partial T}{\partial y} + w \frac{\partial T}{\partial z} \right) = \lambda \left(\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} \right) \quad (5)$$

Această ecuație este însoțită de condițiile inițiale și la limita de tip Cauchy, Dirichlet și Neumann. Ecuațiile se aplică domeniilor participante. Astfel, la nivelul domeniilor participante transmiterea de căldură se face prin conductivitate și advecție, iar la nivelul interfețelor se stabilesc condiții la limita de tipul celor amintite.

Pentru rezolvarea numerică a modelului hidraulic se utilizează metoda SOLA-VOF (Solution Algorithm- Volum of Fluid) bazată pe o schemă cu diferențe finite aplicată pe o grila încrucișată. Modelul termic folosește tot o schemă cu diferențe finite. Prezentarea în detaliu a modelului numeric se face în lucrarea [3].

Pe baza acestei abordări s-a elaborat Modelul Numeric de Turnare, care prezintă un grad mare de generalitate. Față de celelalte încercări din țară este net superior, prin faptul că face parte dintr-o altă generație, care abordează problema solidificării

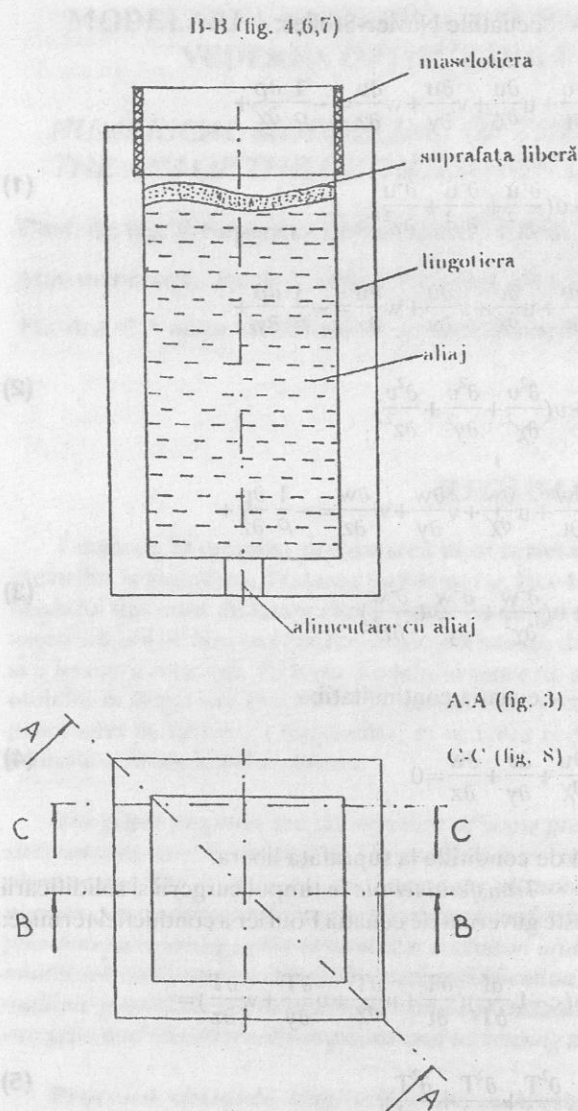


Fig. 1

Schema formei simplificată a lingotierei și a domeniilor participante la procesul de solidificare folosită în simularea numerică

Sketch of the simplified form of the mould and of the fields taking part to the solidification process, used for the numerical simulation

tridimensional, cu luarea în considerare a curgerii aliajului. Modelul este la nivelul celor din străinatate, conținând noutăți în algoritmul de deplasare a suprafeței libere a aliajului.

■ APLICAREA MODELULUI GENERAL LA TURNAREA OTELULUI ÎN LINGOTIERE

Pe baza modelului general (MONT) s-a elaborat o formă particularizată pentru turnarea lingourilor de oțel MONT-LI. MONT-LI modelează pentru prima

data evoluția contractiei lingoului și forma retasurii. Pentru testarea modelului numeric MONT-LI a fost studiată o formă simplificată a turnării în lingotiera 44 LC (fig. 1).

Lingotiera cu spațiul destinat lingoului a fost reprezentată prin celule cubice cu muchia de 112 mm așezate într-o grila rectangulară 7x7x20 (980 celule), neglijându-se înclinarea peretilor verticali. Au fost simulate procesele fizice care au avut loc în curs de o ora de la începerea turnării pentru aceasta fiind necesari 42000 pași de timp.

Nu s-a ținut seama de influența maselotierei și nici de praful termoreactiv. În cadrul modelărilor viitoare vor fi introduse și aceste domenii. Materialul lingotierei a fost o fontă cenușie cu următoarele caracteristici: $\rho = 7100 \text{ kg/m}^3$, $c = 600 \text{ J/kg} \cdot ^\circ\text{C}$, $\lambda = 40 \text{ W/m} \cdot \text{K}$. Pentru materialul lingoului s-a considerat oțelul cu următoarele caracteristici în stare solidă: $\rho = 7284 \text{ kg/m}^3$, $c = 550 \text{ J/kg} \cdot \text{K}$, $\lambda = 35 \text{ W/m} \cdot \text{K}$, $L = 250000 \text{ J/Kg}$, $T_f = 1530^\circ\text{C}$, $T_s = 1490^\circ\text{C}$.

Timpul de turnare a fost ales de 9 min., alimentarea s-a făcut pe o singură celulă, iar viteza de intrare nu a fost variată în timpul umplerii lingotierei.

■ CONCLUZIILE PRELIMINARII ASUPRA DESFĂȘURĂRII FENOMENELOR DIN TIMPUL TURNĂRII LINGOURILOR

Simularea preliminară realizată cu MONT-LI pune în evidență o serie de fenomene care nu pot fi obținute cu ajutorul mijloacelor clasice de analiză. Acestea sunt:

- variația în timp a contractiei lingoului (fig. 2);
- vitezele de antrenare a aliajului în timpul umplerii formei și până la completa transformare în fază solidă (fig. 3, 4, 5);

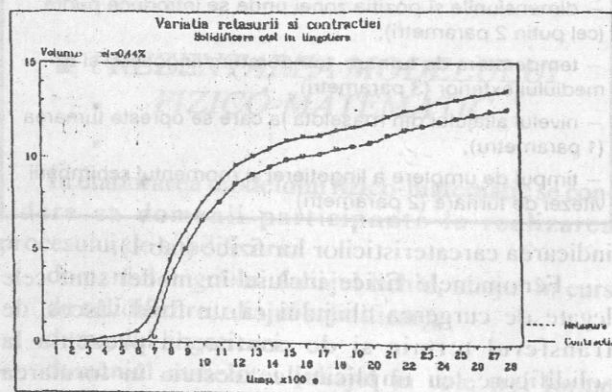


Fig. 2

Variația retasurii și contractiei, solidificare oțel în lingotiera
Variation of the shrink holes and of the contraction, steel solidification in the mould

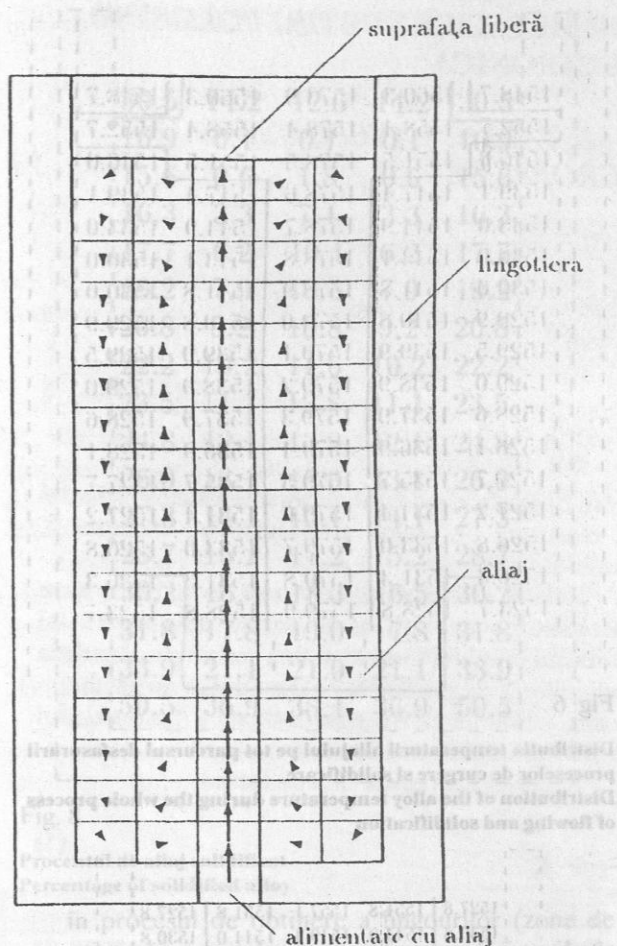


Fig. 3

Vitezele de antrenare a aliajului în timpul umplerii formei și până la completa transformare în faza solidă
The driving speeds of the alloys during the filling of the mould, up to the complete transformation into the solid phase

- distribuția temperaturii aliajului pe tot parcursul desfășurării proceselor de curgere și solidificare (fig.6,7);
- procentul de aliaj solidificat (fig.8);
- forma retasurii (fig.9).

Rezultatele prezentate au un caracter preliminar, fiind primele obținute cu ajutorul modelului numeric. Ele trebuie confirmate de următoarele rulari și de comparația cu datele reale obținute din măsurători făcute în timpul turnării lingourilor. Cu toată circumspecția necesară interpretării unor rezultate preliminare, ele permit totuși o interpretare complet nouă a solidificării lingourilor. Rezultatele obținute dovedesc că ipoteza conform căreia curgerea aliajului lichid din lingotiera poate fi neglijată este o aproximare mai puțin plauzibilă. Vârtejul descris în figurile 3, 4 și 5 transportă aliajul introdus la temperatura de turnare direct în partea superioară a lingoului. Astfel, oricât de mică ar fi viteza de alimentare, în timpul umplerii partea superioară a lingoului

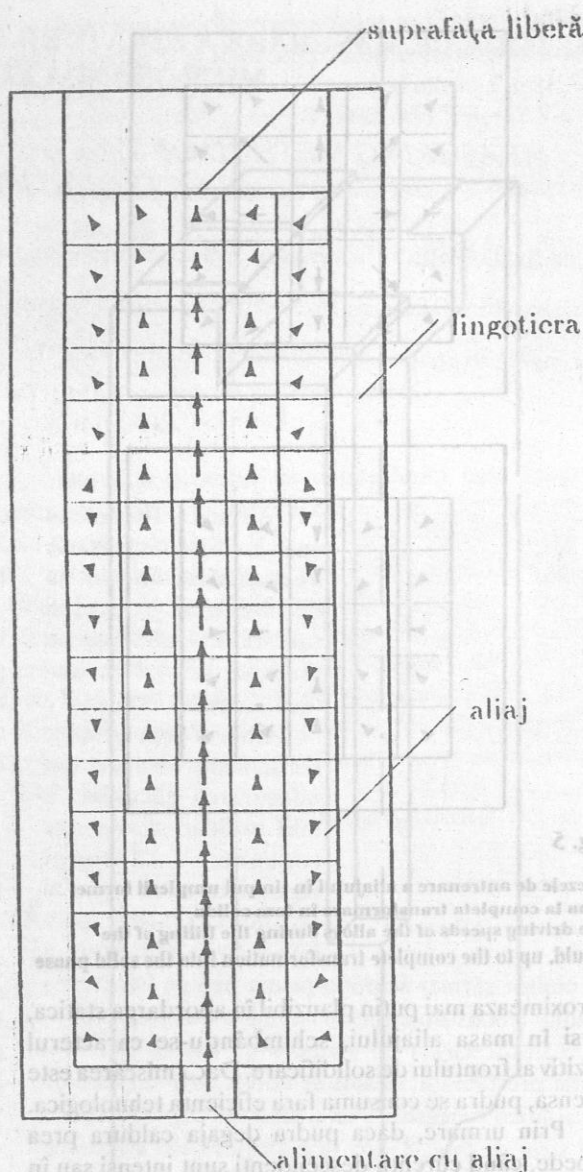


Fig. 4

Vitezele de antrenare a aliajului în timpul umplerii formei și până la completa transformare în faza solidă
The driving speeds of the alloys during the filling of the mould, up to the complete transformation into the solid phase

va avea o temperatură apropiată de cea de turnare, pe când aliajul din partea inferioară va fi mai rece (din fig.6 se observă că diferența este de ordinul zecilor de grade Celsius).

Existența curentilor verticali (fig.3, 4) influențează direct și repartizarea caldurii folosite pentru încălzirea părții superioare a lingoului. Prezenta unor curenti verticali, ascendenți în partea centrală și descendenți la coturi, antrenează aliajul supraîncălzit și pudra termoreactivă de la suprafața superioară în interiorul masei aliajului. Deci, încălzirea se produce nu numai la partea superioară, așa cum se

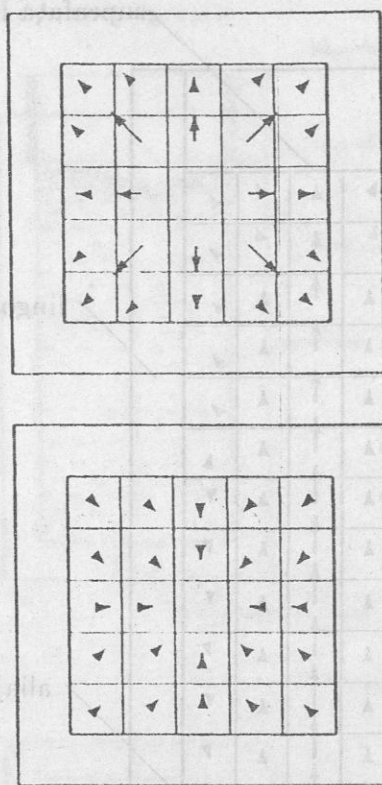


Fig. 5

Vitezele de antrenare a aliajului în timpul umplerii formei până la completă transformare în fază solidă
The driving speeds of the alloys during the filling of the mould, up to the complete transformation into the solid phase

aproximează mai puțin plauzibil în abordarea statică, ci și în masa aliajului, schimbându-se caracterul pozitiv al frontului de solidificare. Dacă mișcarea este intensă, pudra se consumă fără eficiență tehnologică.

Prin urmare, dacă pudra degajă căldură prea repede, când curenții descendenți sunt intensi sau în apropierea colturilor lingoului, o mare parte din căldură nu numai că nu este folosită pentru încălzirea părții superioare a lingoului, dar chiar poate întârzia răcirea părții inferioare a acestuia.

■ POSIBILITĂȚILE DE ANALIZĂ PE CARE LE OFERĂ MODELUL MONT-LI

Modelul MONT-LI oferă un instrument nou de analiză care creează posibilități multiple de interpretare și optimizare a procesului de turnare a lingourilor, în vederea reducerii consumurilor energetice și materiale și a creșterii calității semifabricatului obținut. Acest model oferă următoarele posibilități de analiză:

- optimizarea timpilor de umplere în funcție de formă, mărimea și distribuția rețetării. Prin

1548.7	1560.3	1573.9	1560.3	1548.7
1552.7	1558.4	1578.4	1558.4	1552.7
1546.0	1551.5	1578.5	1551.5	1546.0
1539.1	1517.4	1578.6	1517.4	1539.1
1533.0	1511.9	1578.7	1511.9	1533.0
1530.0	1513.1	1578.8	1513.1	1530.0
1530.0	1511.8	1578.9	1511.8	1530.0
1529.9	1510.8	1579.0	1510.8	1529.9
1529.5	1539.9	1579.1	1539.9	1529.5
1529.0	1538.9	1579.2	1538.9	1529.0
1528.6	1537.9	1579.3	1537.9	1528.6
1528.1	1536.9	1579.4	1536.9	1528.1
1527.7	1535.7	1579.5	1535.7	1527.7
1527.2	1531.4	1579.6	1531.4	1527.2
1526.8	1533.0	1579.7	1533.0	1526.8
1526.3	1531.3	1579.8	1531.3	1526.3
1523.7	1528.8	1579.9	1528.8	1523.7

Fig. 6

Distribuția temperaturii aliajului pe tot parcursul desfășurării proceselor de curgere și solidificare
Distribution of the alloy temperature during the whole process of flowing and solidification

1527.8	1551.8	1557.1	1551.8	1527.8
1530.8	1544.0	1549.4	1544.0	1530.8
1530.0	1539.3	1546.6	1539.3	1530.0
1528.9	1537.0	1544.6	1537.0	1528.9
1528.1	1535.6	1542.8	1535.6	1528.1
1528.1	1534.6	1541.4	1534.6	1528.1
1528.0	1533.6	1540.1	1533.6	1528.0
1527.6	1532.7	1539.0	1532.7	1527.6
1527.2	1531.9	1537.8	1531.9	1527.2
1526.7	1531.1	1536.6	1531.1	1526.7
1526.3	1530.3	1535.1	1530.3	1526.3
1525.8	1529.6	1534.2	1529.6	1525.8
1525.4	1528.8	1533.0	1528.8	1525.4
1524.9	1528.0	1531.7	1528.0	1524.9
1524.5	1527.1	1530.4	1527.1	1524.5
1523.8	1525.9	1529.1	1525.9	1523.8
1519.1	1522.1	1527.4	1522.1	1519.1

Fig. 7

Distribuția temperaturii aliajului pe tot parcursul desfășurării proceselor de curgere și solidificare
Distribution of the alloy temperature during the whole process of flowing and solidification

aceasta se urmărește, în condițiile tehnologice date, obținerea unui material compact și a unei rețeturi cât mai reduse;

- optimizarea regimului termic al oțelului la turnare pentru asigurarea unor consumuri energetice reduse și obținerea unei calități superioare;
- studiul corelat al cauzelor tehnologice nedorite

30.5	14.2	12.6	14.2	30.5
16.9	0.1	0.1	0.1	16.9
15.6	0.6	1.8	0.6	15.6
16.3	3.3	7.4	3.3	16.3
17.7	6.2	10.4	6.2	17.7
19.2	7.9	10.5	7.9	19.2
20.8	9.2	10.8	9.2	20.8
22.2	10.2	11.6	10.2	22.2
23.5	11.1	12.8	11.1	23.5
21.8	12.1	13.9	12.1	21.8
26.0	13.1	15.0	13.1	26.0
27.3	14.1	16.1	14.1	27.3
28.7	15.2	17.2	15.2	28.7
30.2	16.5	18.3	16.5	30.2
31.8	17.8	19.0	17.8	31.8
33.9	21.1	21.0	21.1	33.9
50.5	36.9	38.4	36.9	50.5

Fig. 8

Procentul de aliaj solidificat
Percentage of solidified alloy

- în procesul de obtinere a lingourilor (zone de neumplere, umplerea neuniforma a lingourilor);
- studiul influenței temperaturii lingotierei asupra calitatii lingoului;
 - studiul influenței temperaturii mediului ambiant asupra calitatii lingoului (simularea regimului de iarna și vara);
 - studiul influenței masei pudrei termoreactive asupra volumului și distribuției retasurii (momentul introducerii pudrei termoreactive, durata la care se face introducerea pudrei termoreactive, cantitatea de pudră necesară, regiunea de la suprafața liberă a lingoului unde trebuie introdusă pudră, starea optimă de miscare a oțelului).

Bibliografie

- [1] Piwonka, T., Voller, V., Katgerman, L. (editori): *Proceeding of the Sixth International Conference on Modeling of Casting and Welding Processes*. Palm Coast, Florida, March 21-26, 1993, Publication of The Minerals Metals and Materials Society, S.U.A.
- [2] Rappaz, M., Özgü, M., Mahin, K. (editori): *Proceedings of the Fifth International Conference on Modeling of Casting and Welding Processes*. Davos,

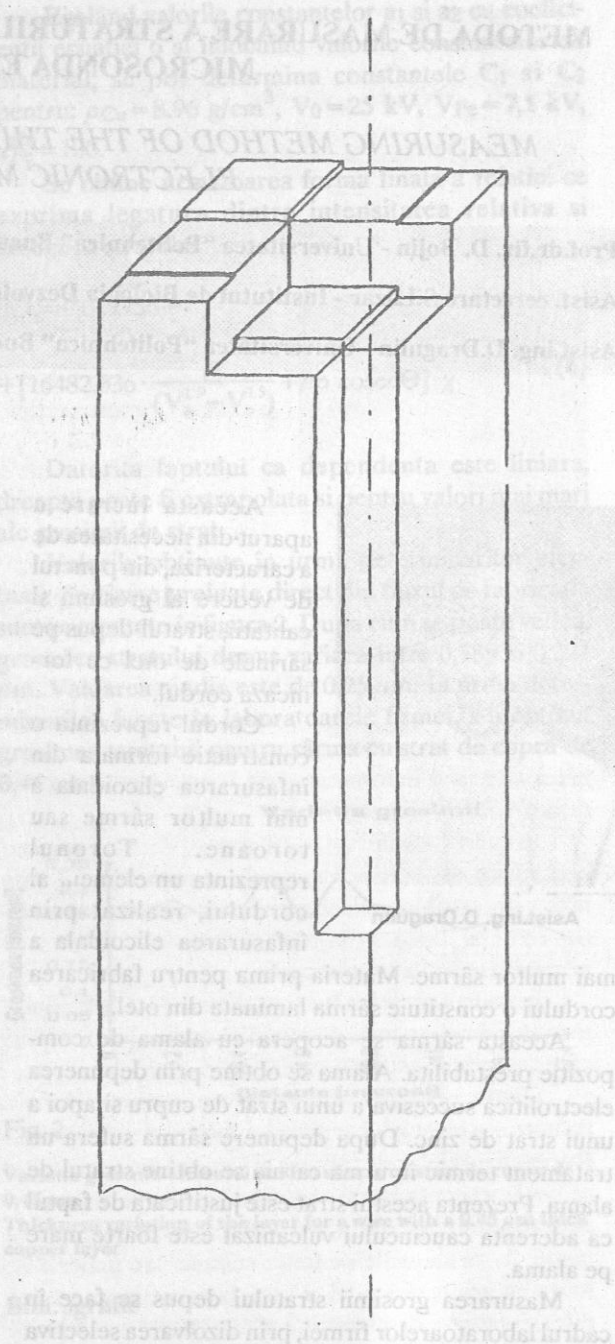


Fig. 9

Forma retasurii
Form of the shrink hole

Elvetia, Septembrie 16-21, 1990, Publication of The Minerals, Metals and Materials Society, S.U.A.

[3] Vámos, C., Pavai, C., Soporán, V.: *Numerical modeling of casting process*. Rev. Anal. Numer. Theorie Approximations (25), 1-2, 1996

[4] Soporán, V., Constantinescu, V.: *Modelarea la nivel macrostructural a solidificării aliajelor*. Editura Dacia, Cluj-Napoca, 1995