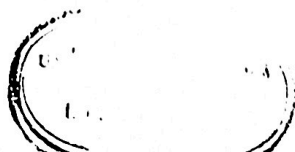


Sumar

ISSN 0461 - 9579

Scortea Costin, Lepadatu Gheorghe: Aspecte privind caile de corelare a factorilor investitionali si manageriali in unele tari dezvoltate	5
Aloman Angel, Taloi Dragos: Calculul termodinamic al curbeli liquidus din diagrama de echilibru Bi-Cd pe baza modelului solutiei lichide cu asubregulare	17
Marginean Ioan, Titu Laurentiu, Ismet Ibrahim: Procesarea zgurilor din Industria de reciclare a aluminiului	29
Plesca Marcel, Solomon Gheorghe, Marina Gheorghe: Proprietatile principale ale aluminiului si aurului utilizate la fabricarea microfibrelelor	36
Ciobanu Ioan, Geaman Virgil, Munteanu Sorin: Realizarea formelor si miezurilor din amestecuri de formare termoreactive prin polimerizare cu ajutorul laserului	40
Soporan Vasile, Vamos Calin, Puvai Carol: Optimizarea tehnologica si constructiva a pieselor tip batiu prin intermediul metodelor numerice	43
Plesca Marcel, Marina Gheorghe, Solomon Gheorghe: Incercarea la tractiune a microfibrelelor	52
Milosan Ioan: Fonta cu grafit nodular cu proprietati superioare aliate cu cupru	55
Chira Ion: Alierea cu azot a fontelor feritice inalt aliate cu crom	58
Aloman Angel, Taloi Dragos: Calculul termodinamic al curbei liquidus din diagrama de echilibru Bi-Cd pe baza modelului solutiei lichide subregulare	68
Marina Gheorghe, Delicia Arsene: Metalurgia sudarii otelurilor feritice inoxidabile cu crom	81
Apa Ludovic: Calculul parametrilor de interactiune pentru N, O, C, S in topituri feroase ternare pe baza marimilor termochimice si a electronegativitatii elementelor de aliere	84
Geanta Victor, Berceanu Edmond: Cercetari experimentale privind oxidarea carbonului in topiturile metalice specifice sistemului metalurgic Fe-C-O	91
Bercea I. Mihai, Bercea I. Ioan: Aspecte teoretice si tehnologice privind reducerea tensiunilor remanente din tevile sudate, longitudinal, prin solicitari ciclice, torsionale - Partea a II-a - Rezultate experimentale	95
Fatu Sergiu: Investigarea stratului nitrurat la 850°C al aliajelor de titan de tip Ti-6Al-4V ..	99
Fatu Sergiu, Tudoran Petru: Aspecte teoretice si rezultate experimentale privind nitrurarea la temperaturi joase a aliajelor de titan de tip Ti-6Al-4V	103
Moraru P. Gheorghe: Teoria relativitatii absolute	106
Noutati din trecut	107
Literatura de specialitate	108
Carti noi	110
Congrese-Targuri	111



OPTIMIZAREA TEHNOLOGICA SI CONSTRUCTIVA A PIESELOR TIP BATIU PRIN INTERMEDIUL METODELOR NUMERICE

TECHNOLOGICAL AND CONSTRUCTIVE OPTIMIZATION OF THE ELEMENTS OF FRAME TYPE, USING NUMERICAL METHODS

Prof. univ. dr. Ing. V. Soporan - Universitatea Tehnica Cluj Napoca

Flz. dr. C. Vamos - Institutul de Calcul "Tiberiu Popoviciu", Academia Română

Mat. C. Pavel - Institutul National de Metrologie si Hidrologie

C.Z.: 621.747

REZUMAT/ABSTRACT

Lucrarea contine o metodologie de abordare a optimizarii tehnologice si constructive a pieselor turnate prin intermediul metodelor numerice.

Piesa supusa analizei este un batiu, cu dimensiunile de gabarit de 2455 x 1240 x 1400 mm, turnata din fonta cenusie.

Analiza se întreprinde prin intermediul curbei directiei de solidificare, care urmărește ordinea de solidificare pe directia dirjării solidificării în cadrul montantului batiului. Pentru a analiza posibilitatile de actiune tehnologica asupra solidificării ghidajului se urmăresc urmatoarele situatii:

- suprafata exterioara a masei este izolata;
- suprafata exterioara a masei nu este izolata;
- suprafata inferioara a piesei se afla sub influenta unui racitor.

Analiza procesului de solidificare în ansamblul ghidajului s-a facut cu luarea în calcul a urmatoarelor posibilitati:

- ghidajul izolat, fara luarea în considerare a celorlalte elemente constructive ale piesei;
- ghidajul cu luarea în considerare a peretilor verticali;
- ghidajul cu luarea în considerare a peretilor orizontali;
- ghidajul cu luarea în considerare a peretilor orizontali si verticali;
- ghidajul cu luarea în considerare a îngrosarilor tehnologice;
- ghidajul cu luarea în considerare a racitorilor.

Din analizele numerice facute s-au tras urmatoarele concluzii:

- îngrosarea ghidajului duce la diminuarea sau chiar la eliminarea zonei de constanta;
- utilizarea variantei cu racitor are efecte favorabile fata de variantele simple;
- peretii verticali nu modifica forma curbelor directiilor de solidificare;
- peretii orizontali modifica nefavorabil forma curbelor directiilor de solidificare.

Concluziile studiului sunt utile în faza de proiectare constructiva si tehnologica.

The paper deals with an approaching methodology of the technological and constructive optimization of cast elements, using numerical methods.

The analysed element is a frame, its overall dimensions being 2455 x 1240 x 1400 mm; the element is made of grey iron.

The analysis is based on the solidification-direction curve which follows the solidification order in the direction of solidification guiding in frame stand. To analyse the possibilities of technological action on guide solidification, the following cases are taken into consideration:

- *the external surface of the top end is isolated;*
- *the external surface of the top end is not isolated;*
- *the bottom surface of the element is influenced by a cooling agent.*

The analysis of the solidification process, in the guide as a whole, was done taking into account the following possibilities:

- *the isolated guide, without considering the other constructive components of the element;*
- *the guide, considering the vertical walls;*

- the guide, considering horizontal walls;
- the guide, considering the horizontal and vertical walls;
- the guide, considering the technological thickenings;
- the guide, considering the cooling agents.

On the bases of the numerical analyses, the following conclusions were drawn:

- the guide thickening leads to the diminishing or even to the elimination of the steady-state zone;
- the use of the cooling agent is more favorable than the simple variants;
- the vertical walls do not change the rate of solidification-directions curves;
- the horizontal walls undesirable change the rate of solidification-directions curves.

The conclusions of the study are useful during the constructive and technological phases of design.

Analizele constructive si tehnologice constituie metode eficiente pentru optimizarea constructiei piesei turnate si pentru optimizarea tehnologiei de turnare. Aceasta metoda de analiza se realizeaza mai mult prin intermediul modelelor numerice ale procesului de solidificare. Constructia modelului si posibilitatile acestuia au fost prezentate in detaliu in lucrari anterioare acesteia [1],[5]. In cele ce urmeaza se prezinta unele rezultate cu caracter calitativ si preliminar, in analiza constructiva si tehnologica a unui montant turnat din fonta cenusie, cu grosimea peretilor de la 30 la 40 mm, dimensiunile gabaritice ale piesei fiind de 2455 x 1240 x 1400 mm. Pentru analiza cauzelor acestor defecte si stabilirea tehnologiei optime de turnare s-a folosit o forma simplificata a piesei, prezentata in figura 1. Principala simplificare este reducerea piesei la o lungime de numai 525 mm. Ea este motivata de faptul ca elementele neglijate ale piesei se gasesc la o distanta prea mare fata de zona ghidajelor verticale pentru a avea o influenta semnificativa asupra solidificarii lor.

Din experienta de turnare si din conditiile impuse semifabricatului turnat, analiza s-a oprit la urmatoarele situatii: analiza procesului de solidificare la nivelul ansamblului montantului si analiza procesului de solidificare la nivelul sectiunii transversale a ghidajului montantului.

□ ANALIZAREA PROCESULUI DE SOLIDIFICARE ÎN ANSAMBLUL GHIDAJULUI

Analizarea procesului de solidificare în ansamblul ghidajului furnizeaza informatii asupra modalitatii de înaintare a frontului de solidificare. Ghidajul montantului, împreuna cu maselota de la care se porneste analiza, este prezentat în figura 2. Analiza se face prin intermediul curbelor directiilor de solidificare. Astfel, în figura 3 se prezinta aceasta curba în cazul lipsei din constructia acestuia a peretilor verticali si a izolarii suprafetei exterioare a maselotei. Din analiza acestei curbe se constata urmatoarele trei zone:

- zona crescatoare 1-2, la partea inferioara, favorabila desfasurarii procesului de solidificare

din punctul de vedere al dirijarii acestuia;

- zona constanta 2-3, situata pe înaltimea ghidajului montantului, nefavorabila din punctul de vedere al desfasurarii procesului de solidificare;
- zona crescatoare 3-4, situata la partea superioara a ghidajului, favorabila din punctul de vedere al desfasurarii procesului de solidificare.

Curba ideala a directiei de solidificare prezinta o panta crescatoare pe întreaga înaltime a produsului turnat. Pentru calitatea semifabricatului turnat deranjeaza portiunea 2-3, deoarece prin modul de solidificare instantaneu se creeaza conditii de formare a microporozitatilor.

Pentru a analiza posibilitatile de actiune tehnologica asupra solidificarii ghidajului se urmaresc urmatoarele situatii:

- suprafata exterioara a maselotei este izolata;
- suprafata exterioara a maselotei nu este izolata;
- suprafata inferioara a piesei se afla sub influenta unui racitor.

Curbele directiilor de solidificare pentru aceste situatii se prezinta în figura 4. Discutiile care urmeaza se fac prin raportare la curba ideala a directiei de solidificare (fig. 3 - curba b). Astfel, varianta fara izolarea suprafetei exterioare a aliajului la nivelul maselotei prezinta o variatie a curbei directiei de solidificare necorespunzatoare (fig. 4 - curba b), urmata pe înaltimea ghidajului de o portiune de evasiconstanta. Utilizarea variantei cu izolarea suprafetei are efecte favorabile asupra solidificarii partii superioare a ghidajului, prin transformarea curbei directiei de solidificare într-o curba cu variatie crescatoare (fig. 4 - curba a). Si aceasta varianta si varianta precedenta prezinta o portiune comuna de constanta a timpului de solidificare. Acest lucru demonstreaza ca formarea zonei de constanta nu este influentata practic de coeficientul de transfer termic la nivelul suprafetei libere a aliajului. Portiunea de evasiconstanta are efecte nefavorabile asupra compactitatii piesei pe înaltimea acesteia. Utilizarea racitorului la capatul inferior al ghidajului micsoreaza înaltimea zonei de constanta a timpului de solidificare (fig. 4 - curba c), dar nu o elimina. Prin urmare, toate variantele prezentate prezinta inconveniente care ur-

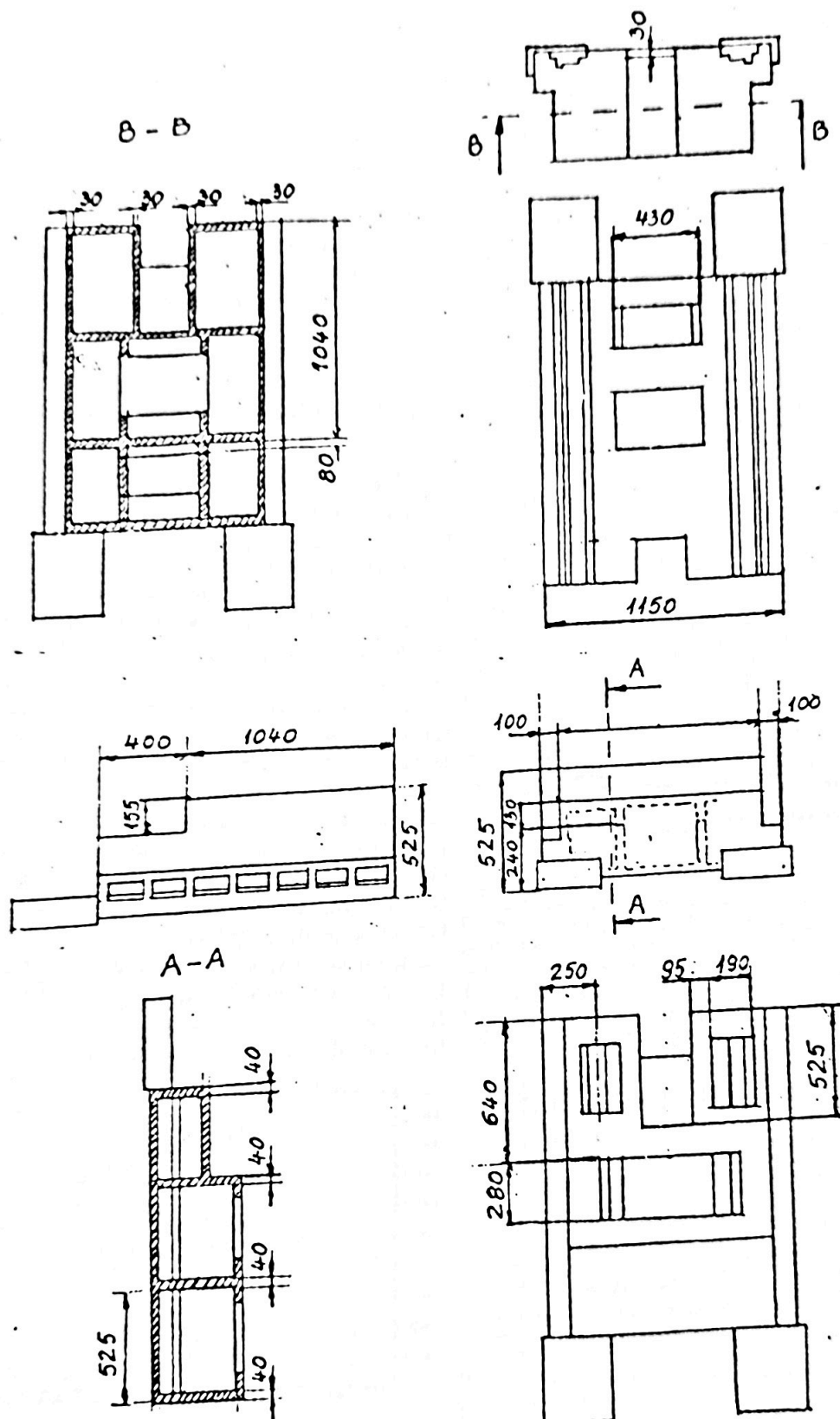


Fig. 1

Fornia simplificata a piesei tip batlu supusa analizei
The simplified aspect of the analysed frame-type element

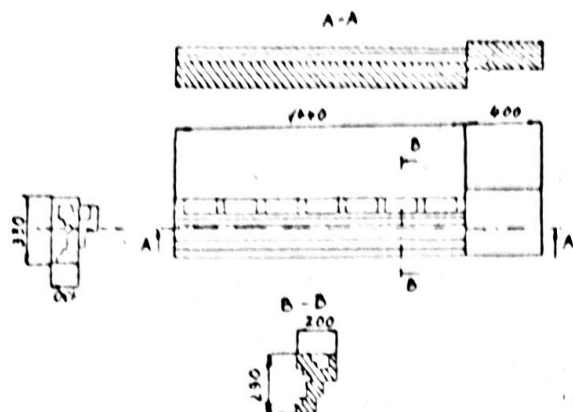


Fig. 2

Ghidajul montantului și masele de susținere supuse analizei numerice
The guide of the stand and the top end, which are numerically analysed

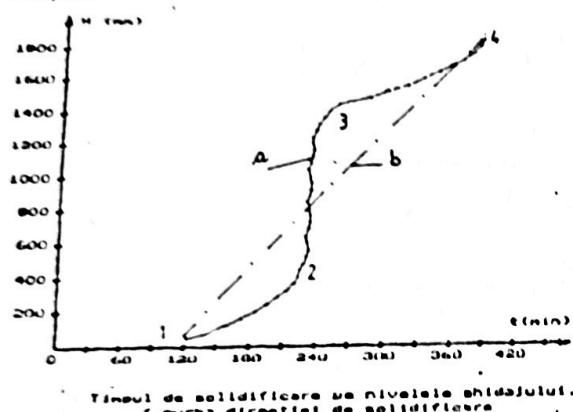


Fig. 3

Curba direcției de solidificare pentru ghidajul din figura 2: a - curba pentru suprafața exterioară a masei izolate; b - curba ideală

The curve representing the solidification-directions, corresponding to the guide in fig. 2: a - the curve corresponding to the external surface of the isolated top end; b - the ideal curve

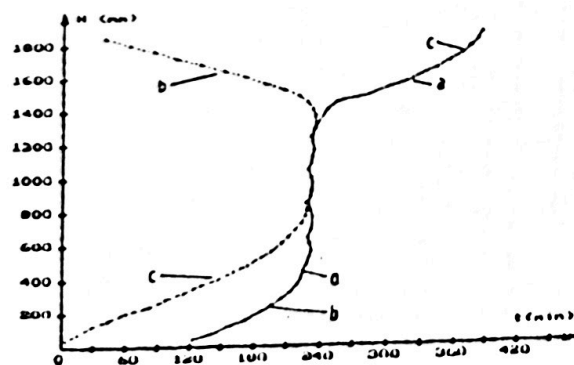


Fig. 4

Curbele direcției de solidificare pentru variantele: a - suprafața exterioară a masei este izolată; b - suprafața exterioară a masei nu este izolată; c - suprafața inferioară a piesei se află sub influența unui răcitor

The solidification-direction curves corresponding to the following variants: a - the external surface is isolated; b - the external surface is not isolated; c - the bottom surface of the element is influenced by a cooling agent

meza a fi ameliorate.

Pentru analiza procesului de solidificare în ansamblul ghidajului s-au luat în considerare următoarele posibilități:

- ghidajul izolat, fără luarea în considerare a celorlalte elemente constructive ale piesei;
- ghidajul cu luarea în considerare a peretilor verticali;
- ghidajul cu luarea în considerare a peretilor orizontali;
- ghidajul cu luarea în considerare a peretilor orizontali și verticali;
- ghidajul cu luarea în considerare a îngroșărilor tehnologice;
- ghidajul cu luarea în considerare a răcitorilor.

INFLUENȚA ÎNGROȘĂRII

Îngroșarea ghidajului duce la diminuarea și chiar la eliminarea zonei de constantă (fig. 5 - curbele b și c). Aceasta soluție este considerată favorabilă pentru desfasurarea procesului de solidificare. Din analiza curbei a (fig. 5), se constată că apariția constantei survine la 368 mm pe înălțimea piesei. Aceasta este înălțimea de la care apare necesara prima îngroșare a piesei. În situația în care aceasta îngroșare ar rămâne constantă pe înălțimea piesei, se constată că la înălțimea de 736 mm (fig. 5 - curba b) apare o nouă zonă de constantă, deplasată spre partea superioară, dar cu aceleași efecte nefavorabile. O îngroșare suplimentară la înălțimea de 736 mm duce la eliminarea zonei de evasiconstantă, conform curbei c (fig. 5). Îngroșarea în două trepte are efecte favorabile, în sensul că asistăm la transformarea curbei direcției de solidificare într-o curbă favorabilă. Pentru situația concretă și la o discretizare mai densă se obține o îngroșare cu o anumită înclinare, situație favorabilă din punct de vedere tehnologic.

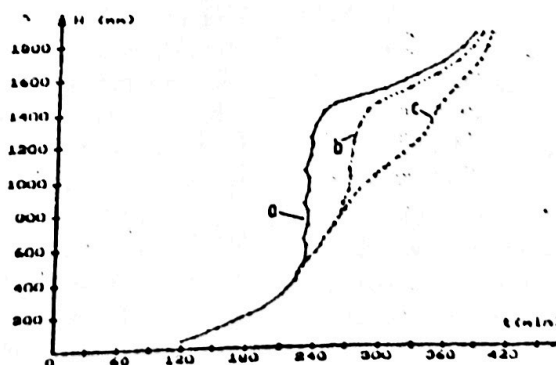


Fig. 5

Curbele direcției de solidificare pentru variantele: a - varianta fără îngroșare; b - varianta cu o îngroșare; c - varianta cu două îngroșări

The solidification-direction curves for the following variants: a - variant without thickening; b - variant with one thickening; c - variant with two thickenings

INFLUENTA RACITORULUI

Utilizarea variantei cu racitor și cu îngrosare are efecte favorabile față de variantele simple, numai cu îngrosare sau numai cu racitor. Aceasta concluzie rezultă din analiza curbelor direcțiilor de solidificare pentru variantele menționate (fig. 6). Prin îngrosare și racitor curba direcției de solidificare se apropie de forma ideală a acestei curbe.

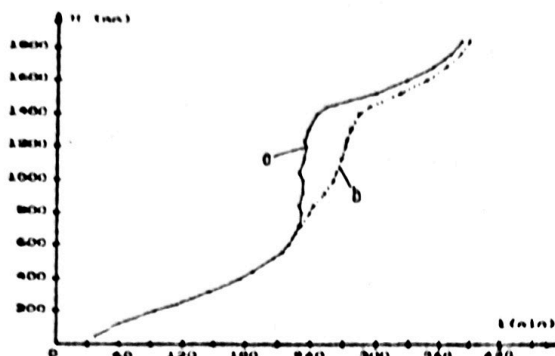


Fig. 6

Curbele direcției de solidificare pentru variantele: a - racitor la partea inferioară și fără îngrosare; b - racitor la partea inferioară și cu îngrosare

The solidification-direction curves corresponding to the following variants: a - cooling agent at the bottom side, without thickening; b - cooling agent at the bottom side, with thickening

INFLUENTA PERETILOR VERTICALI

Peretii verticali, atașați construcției ghidajului, nu modifică forma curbelor direcțiilor de solidificare, păstrându-se distinct cele trei zone (zona crescătoare inferioară, zona constantă, zona crescătoare superioară). Modificările survin în deplasarea curbelor spre stânga (fig. 7 - curbele b și c). Deplasarea spre stânga arată că procesul de solidificare se desfășoară

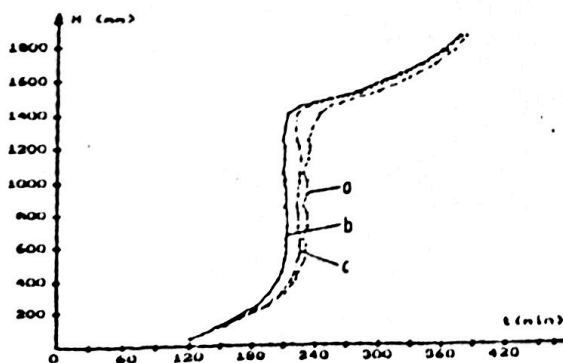


Fig. 7

Curbele direcțiilor de solidificare pentru MONTANT (fără peretii orizontali) în variantele: a - fără peretii verticali (ghidaj); b - cu cei doi peretii verticali alăturați ghidajului; c - cu toți peretii verticali

The solidification-directions curves for the STAND (without horizontal walls), corresponding to the following variants: a - without vertical walls (guiding); b - with two vertical walls adjacent to the guiding; c - with all vertical walls

mai repede. Explicația rezidă în faptul că suprafața specificată de racire se mărește, contribuind prin aceasta la creșterea intensității schimbului termic.

INFLUENTA PERETILOR ORIZONTALI

Introducerea peretilor orizontali modifică forma curbei direcției de solidificare, conform curbelor b și c din figura 8. Modificarea constă în faptul că în dreptul intersecției plăcilor orizontale apare o înfrățire a ordinii de solidificare, în sensul că la nivelul intersecției apare o micșorare locală a timpului de solidificare în comparație cu partea inferioară și partea superioară a curbei. Aceste modificări apar pe suportul menținerii zonei de cvasiconstanță, specific variantei cu peretii verticali.

Din analizele făcute s-a constatat că varianta cu îngrosare și cu racitor creează condiții favorabile de orientare a curbei direcției de solidificare.

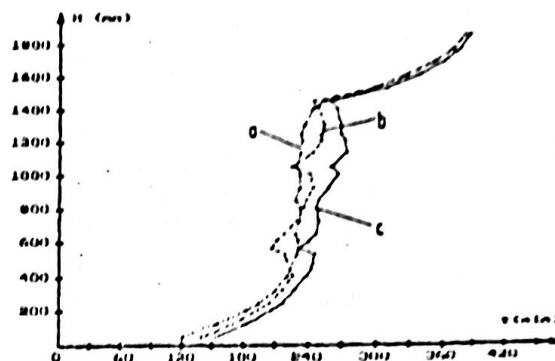


Fig. 8

Curbele direcției de solidificare pentru MONTANT: a - fără peretii orizontali și verticali; b - numai cu peretii orizontali; c - cu peretii orizontali și verticali (piesă completă)

The solidification-directions curves for the STAND: a - without horizontal and vertical walls; b - with horizontal walls only; c - with horizontal and vertical walls (complete element)

ANALIZA PROCESULUI DE SOLIDIFICARE LA NIVELUL SECȚIUNII GHIDAJULUI

Ghidajul reprezintă una din zonele critice ale montantului deoarece dirijarea necorespunzătoare a procesului de solidificare duce la apariția unor defecte de tipul macro și microporozitatilor. Depistarea zonei de ultimă solidificare la nivelul secțiunii transversale a ghidajului este importantă pentru a prevedea zonele cu potențial crescut în formarea defectelor. Se urmărește ca zona de ultimă solidificare să nu afecteze porțiunea din ghidaj care urmează a fi prelucrată prin aschiere.

Pentru secțiunea dată a ghidajului se prezintă în figura 9 evoluția frontului de solidificare.

Modificarea formei geometrice a secțiunii

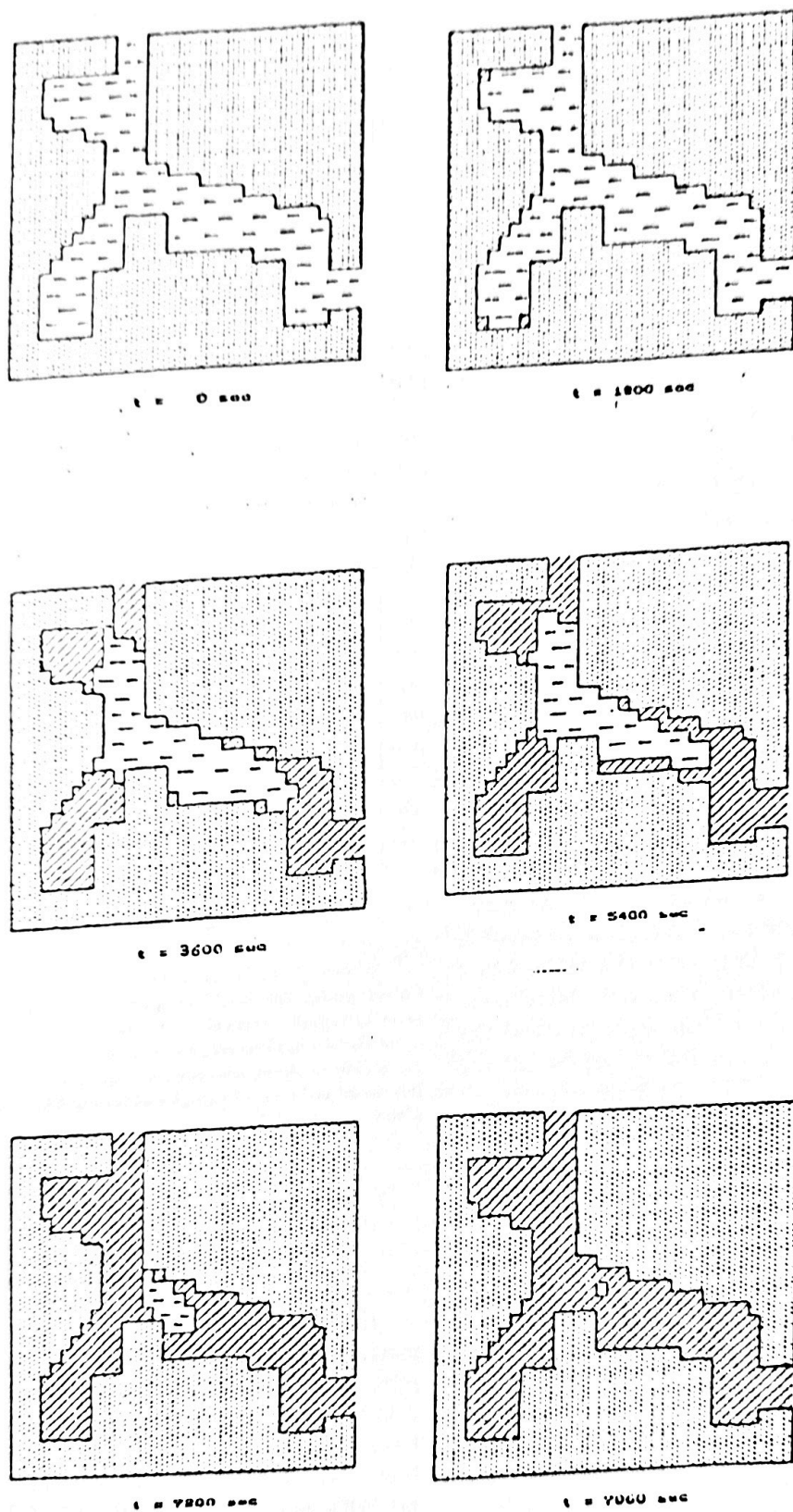


Fig. 9

Evoluția frontului de solidificare pentru secțiunea transversală a gîldajului
 The evolution of the solidification front corresponding to the cross-section of the gulde

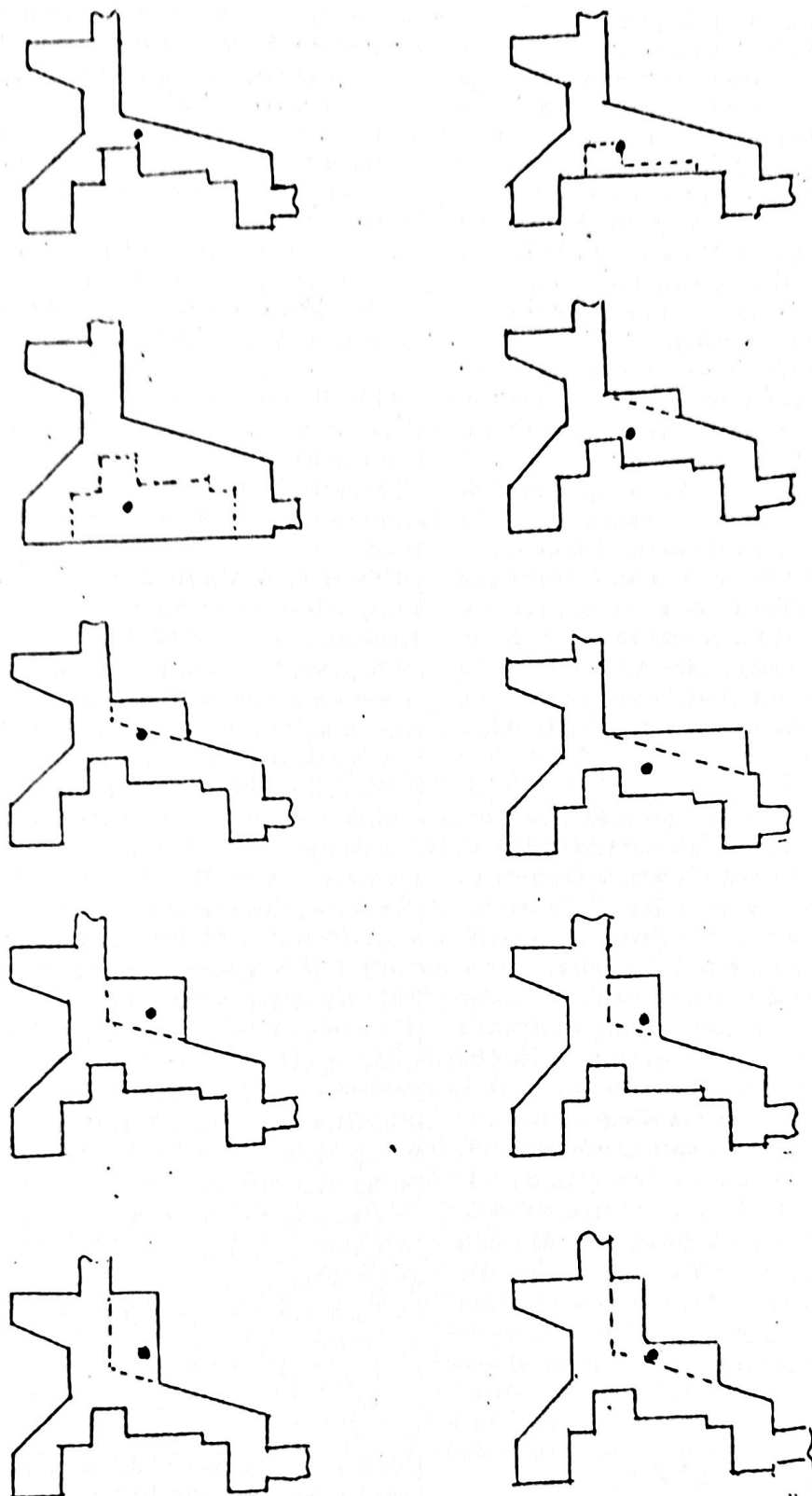


Fig. 10

Amplasarea zonelor de ultima solidificare pentru diverse forme geometrice ale sectiunii transversale a ghidajului
The position of ultimate - solidification zone, corresponding to various geometrical shapes of the cross section of the guide

transversale a ghidajului, prin introducerea adaosurilor de prelucrare și a celor tehnologice, duce la modificarea zonei de ultima solidificare. Astfel, în figura 10 se prezintă amplasarea zonelor de ultima solidificare pentru diversele forme geometrice. Amplasarea acestora demonstrează că nu există o coincidență între zonele de ultima solidificare și centrul geometric al secțiunilor. Acest lucru se explică prin modul în care se realizează schimbul de căldură de la aliaj în curs de solidificare. Pentru faza în care nu s-a format încă faza solidă, transferul de căldură se stabilizează între aliaj și formă.

Conductivitatea termică scăzută a amestecului de formare face ca cea mai mare parte a căldurii transmise de aliaj să se înmagazineze în cadrul amestecului de formare. Acest lucru face ca temperatura amestecului de formare să crească, iar gradientul de temperatură aliaj-formă să se diminueze simțitor. De asemenea, încălzirea amestecului de formare nu este uniformă. În zonele în care forma este înconjurată de aliaj lichid, încălzirea este mai pronunțată. Diminuarea gradientului face ca transmiterea de căldură între aliaj și formă să scadă. Această etapă coincide cu formarea în masă aliajului a unei zone de aliaj solidificat. Formarea zonei solidificate schimbă fundamental modalitatea de transmitere de căldură la nivelul ansamblului tehnologic. Astfel, transferul de căldură se realizează mai mult prin intermediul fazei deja solidificate și mai puțin prin materialul formei. Acest lucru s-a observat din analiza caderilor de temperatură în masă aliajului și se explică prin faptul că prin comparație, conductivitatea aliajului solidificat este mult mai mare decât cea a materialului formei. Din cauza că transmiterea de căldură se realizează în condiții în care suprafața de separație joacă un rol secundar, zona de ultima solidificare nu coincide cu conturul geometric al secțiunii. Modificarea formei geometrice a secțiunii transversale a ghidajului, prin introducerea adaosurilor de prelucrare și a adaosurilor tehnologice, duce la modificarea zonei de ultima solidificare. Astfel, în figura 10 se prezintă amplasarea zonelor de ultima solidificare pentru diferite configurații geometrice ale secțiunii ghidajului. Amplasarea acestora demonstrează că nu există o coincidență între zonele de ultima solidificare și centrul geometric al secțiunilor.

□ CONCLUZII

Prezentarea făcută dovedește faptul că metoda numerică utilizată se dovedește eficientă pentru analizele constructive și tehnologice ale pieselor turnate.

Prin analiză și simularea efectuată asupra procesului de solidificare a montanului, printr-o

abordare cantitativă, se pot face precizări asupra următoarelor elemente:

- mărimea, poziționarea și numărul îngrosărilor pe înălțimea ghidajului;
- forma, mărimea și amplasarea racitorului;
- forma, mărimea și amplasarea maselotelor;
- mărimea și amplasarea placilor (peretilor) verticale;
- mărimea și amplasarea peretilor (placilor) orizontali, pentru asigurarea unei solidificări dirijate, caracterizată prin intermediul curbei direcției de solidificare.

BIBLIOGRAFIE

- [1] Soporan, V.: *Sisteme de proiectare a pieselor turnate*. Editura Dacia, Cluj-Napoca, 1996
- [2] Soporan, V., Constantinescu, V.: *Modelarea la nivel macrostructural a solidificării aliajelor*. Editura Dacia, Cluj-Napoca, 1995
- [3] Soporan, V., Constantinescu, V., Crisan, M.: *Solidificarea aliajelor - preliminarii teoretice*. Editura Transilvania Press, Cluj-Napoca, 1995
- [4] Soporan, V., Paval, C., Vamos, C.: *Modelarea numerică a turnării oțelurilor în lingotiera în vederea optimizării parametrilor tehnologici*. În: *Metalurgia, România* 48, 11, 1996
- [5] Vamos, C., Paval, C., Soporan, V.: *Numerical modelling of casting process*, Rev. anal. Numer. Theorie Approximations, tom 25, 1-2, 1996, Editura Academiei Române, București
- [6] Soporan, V., s.a.: *Analysis and Estimative System on Specific Models of Solidification Process of Casting*, Part I, Part II, Solidification of Metals and Alloys Polish Academy of Science, 19, 1994, p. 121-138
- [7] Soporan, V., s.a.: *Study about Convergence of Method of numerical Calculation Used for Unidimensional Model of Solidification Processes*, Solidification of Metals and Alloys Polish Academy of Science, 19, 1994, p. 139-147
- [8] Soporan, V.: *Thermal analysis by numerical methods for casting construction - a possible variant of preventive test of materials*, EUROMAT '94, Hungarian Mining and Metallurgical Society, 1994
- [9] Soporan, V., Paval, C., Vamos, C.: *The modelling of Hydraulic and Thermic Phenomena Specific of Casting Alloy*, ASRTP '96, 12th International Conference on Process Control and Simulation, September, 1996, Kosice
- [10] Soporan, V.: *Stadiul actual al modelării prin metode numerice a procesului de solidificare al pieselor turnate*. În: *Metalurgia, România* 46, 5, 1994, p. 20-23
- [11] Soporan, V.: *Sistem de clasificare și apreciere a modelelor de rezolvare specifice analizei procesului de solidificare*. În: *Metalurgia, România* 46, 9, 1994, p. 42-48
- [12] Soporan, V.: *Implicații manageriale privind*

utilizarea sistemelor de proiectare asistata de calculator a productiei de piese turnate. În: Metalurgia, România, 48, 1, 1996

[13] Soporan, V.: *Analiza termica a constructiei piesei turnate prin utilizarea metodelor numerice*. În: Constructia de masini, România, nr. 4-5, 1996, p. 27-29

REVISTA REVISTELOR

Glesserei, Germania, nr. 2, 1996

Management

- Analiza critica a factorilor de succes în industria turnatorie - o analiza empirica a turnatoriilor germane, p. 9

Protectia mediului

- Folosirea unui biofiltru într-o turnatorie de metale neferoase, p. 15

Tema actuala

- Managementul turnatorie anului 2000, p. 18
- Sinteza bibliografica anuala privind turnarea metalelor usoare în nisip si în cochila (32); partea a 2-a: turnarea magneziului, p. 20

Revista tehnica

- Avantaje din punctul de vedere al concurentei prin folosirea consecventa a tehnologiei moderne, p. 29
- Patente, p. 3
- Calendarul congreselor, p. 7
- Scurte informatii din turnatorii, p. 30, 38-41
- Informatii de la organizatii locale, p. 35-38

STAL, Federatia Rusa, nr. 5 1995

- Consumul de combustibil la reducerea în faza lichida a minereului de fier, p. 20
- Stabilirea lungimii rationale a jgheabului de distributie de la dispozitivul de încarcare fara con al fumului de 5500 m³, p. 25
- Termodinamica transferului fosforului si cromului din topiturile de fier în zgura pe baza de oxizi si fluoruri de bariu, calciu si sodiu în atmosfera slab oxidanta, p. 29
- Îmbunatatirea calitatii otelului SH15 prin retopirea electrica sub zgura a peletelor metalizate, p. 34
- Prelucrarea cu vibroimpulsuri a otelului în oala de turnare - o metoda eficienta de crestere a rezistentei la formarea fisurilor a metalului turnat, p. 38
- Tratamentele termice temporare al topiturii de fonta, p. 42
- Obținerea feroaliajelor de mangan cu continut scazut de fosfor, p. 46
- Conceptia dezvoltarii tehnologiei si utilajului de la liniile continue de laminare a profilelor, 51
- Interactiunea de forta si cinematica a cilindrilor de lucru si de sprijin în cazul devierii axelor acestora, p. 54
- Îmbunatatirea dispozitivelor de actionare la laminoarele de îndoit profile, p. 57
- Influenta formei sculelor asupra calitatii pieselor forjate, p. 61
- Perfectionarea tehnologiei de pregatire a suprafetei tevilor în vederea tragerii, p. 62
- Tehnologii noi de aplicare pe sâmba a acoperirilor de zinc si de zinc-aluminiu, p. 64
- Laminarea controlata cu racirea prin impulsuri a tevilor de extractie, p. 66
- Fabricarea tablei de înalta rezistenta din oteluri martensitice cu continut scazut de carbon, p. 72
- Materiale compozite rezistente la temperaturi înalte, p. 74
- Model expert de planificare a rezervelor fortei de munca în serviciile de reparatii, 78
- Reciclarea deseurilor rezultate din baia de zincare la cald, p. 82
- Organizarea gospodarii apelor fara evacuare în centralele termoelectrice, p. 84