



(12)

BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **97-02059**

(22) Data de depozit: 07.11.1997

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: 30.03.2005 BOPI nr. 3/2005

(30) Prioritate:

07.11.1996 FR 96 13777

(41) Data publicării cererii:

30.03.2000 BOPI nr. 3/2000

(73) Titular:

• USINOR, IMMEUBLE "LA PACIFIC" 11/13
COURS VALMY, LA DEFENSE 7,
PUTEAUX, FR;
• THYSSEN STAHL
AKTIENGESELLSCHAFT,
KAISER-WILHELM-STRASSE 100,
DUISBURG 11, DUISBURG, DE

(72) Inventatori:

• DAMASSE JEAN MICHEL, 5 RUE DU
HAUT POIRIER, 5700, METZ, FR;
• SALVADO OLIVIER, 83 RUE DU
MARECHAL GALLIENI, 7400, THORIGNY,
FR

(74) Mandatar:

CABINET ENPORA S.R.L., ȘOS. IANULUI
NR.7, BL. 109 B, SC.B, ET.1, AP.46,
SECTOR 2, COD 73371, BUCUREȘTI, RO

(56) Documente din stadiul tehnicii:
FR 2728817

(54) PROCEDEU DE TURNARE CONTINUĂ ÎNTRE CILINDRI

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un procedeu de turnare continuă, între doi cilindri, a produselor metalice subțiri, în special, a celor din oțel. Procedeu conform invenției constă în măsurarea în timpul turnării a unui semnal care depinde de forța de separare a cilindrilor (FSC), semnalul menționat fiind separat în diverse componente armonice. Rezultatul comparației componentelor ar-

monice, astfel obținute, cu armonici de referință, este reprezentativ pentru starea defectelor cilindrilor, această stare a defectelor cilindrilor permițând definirea de reguli diverse pentru realizarea procedeuului.

Revendicări: 8
Figuri: 10



1 Invenția se referă la un procedeu de turnare continuă, între doi cilindri, a produselor
metalice subțiri, în special a celor din oțel.

3 În conformitate cu această tehnică, produsul fabricat, de exemplu o bandă din oțel,
subțire de câțiva milimetri, este obținut prin turnarea metalului topit într-un spațiu de turnare
5 definit între cei doi cilindri cu axe paralele, răciți și roțiți în sensuri contrare. Atunci când vine
în contact cu pereții reci ai cilindrilor, metalul se solidifică, iar peliculele de metal solidificat,
7 învârtite de cilindri, ajung în zona îngustată dintre cilindri pentru a forma banda menționată,
care este extrasă în jos.

9 Aplicarea procedurii de turnare între cilindri este supusă la diferite constrângeri în
legătură atât cu produsul turnat, cât și cu utilizarea instalației de turnare.

11 În particular, secțiunea benzii turnate trebuie să corespundă, ca formă și dimensiuni,
secțiunii dorite, secțiunea reală a benzii fiind direct dependentă de spațiul numit interstițiu,
13 dintre cilindri, în zona îngustată.

Pentru aceasta, este cunoscut un procedeu de reglare pentru turnarea continuă între
15 cilindri, descris în cererea de brevet **FR-A-2728817**, în care este măsurată forța de separare
a cilindrilor și este modificată în consecință poziția relativă a cilindrilor menționați. Acest
17 procedeu permite modificarea poziției relative a cilindrilor; aceștia sunt depărtați, dacă forța
este prea mare, sau sunt apropiați, dacă forța este prea mică, în special cu scopul de a evita
19 desprinderea forțată a metalului lichid sau chiar ruperea benzii turnate, și împiedică, de
asemenea, deteriorarea cilindrilor în cazul suprasolidificării metalului turnat.

21 De asemenea, este cunoscut că nu poate fi evitată în totalitate abaterea de la forma
cilindrică, pe de-o parte, din motive mecanice, pe de altă parte, datorită deformărilor termice
23 la care manșonul este supus atunci când vine prima dată în contact cu metalul topit, la
începerea turnării și, de asemenea, mai târziu, în timpul rotirii cilindrilor. Este deja cunoscut
25 un procedeu de compensare a abaterii de la forma cilindrică, numită "abatere normală de
la forma cilindrică" (sau "abatere de la forma cilindrică mecanică" chiar dacă parțial este de
27 origine termică). Acest procedeu constă în acționarea automată asupra poziției lagărelor a
cel puțin unui cilindru, depinzând de poziția unghiulară a acestor cilindri, cu scopul de a
29 menține interstițiul pe cât posibil constant. Deoarece practic este imposibil să se măsoare
interstițiul direct, s-a propus deja folosirea drept parametru reprezentativ al abaterii de la
31 forma cilindrică, a unui semnal furnizat prin intermediul forței de separare a cilindrilor,
sistemul de compensare al abaterii de la forma cilindrică fiind combinat cu un sistem de
33 reglare, așa cum este descris în documentul menționat anterior, **FR-A-2728817**.

Totuși, aplicarea acestor procedee nu permite detectarea în timp real a anumitor
35 defecte răspunzătoare de dereglarea procedurii de turnare, având ca urmare oprirea sau
deteriorarea de durată a cilindrilor.

37 Metodele de detectare a defectelor, vizuale sau de alt tip, sunt deja cunoscute, per-
mițând detectarea defectelor legate de procesul de turnare, de caracteristicile termice/dina-
39 mice ale metalului topit, sau chiar ale acelor cunoscute drept, benzi strălucitoare". Ultimul
tip de defect corespunde unei reduceri locale a rugozității suprafeței cilindrilor, care conduce
41 la variații în răcirea benzii, care pot fi detectate prin măsurători de temperatură făcute pe
banda turnată. Totuși, observarea acestor defecte se poate face numai după eveniment, pe
43 banda deja formată și, prin urmare, la ceva timp după ce ele au apărut. În principiu, aceste
defecte pot deteriora suprafața finisată a cilindrilor și aceasta în special când sunt observate
45 într-un stadiu întârziat, caz în care deteriorarea poate fi ireparabilă.

RO 119773 B1

Anumite defecte pot fi detectate *a priori*, prin observarea directă a semnalului ce reprezintă forța de separare a cilindrilor. Totuși, variații ale acestui semnal reprezintă atât variații ale forței datorită abaterii normale de la forma cilindrică, cât și variații datorate altor parametri sau evenimente care pot surveni în timpul turnării. Prin urmare, observarea directă a semnalului forței nu permite determinarea rolului pe care fiecare din aceste cauze îl au în variațiile semnalului de determinat.

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția constă în realizarea unui procedeu la care, prin măsurarea forței de separare a cilindrilor, să se obțină detectarea în timp real a defectelor, înainte ca amplificarea acestor defecte să provoace distrugerii ireparabile, în special cilindrilor și, de asemenea, urmărirea schimbărilor acestor defecte, cu scopul de a propune operatorului acțiuni corectoare sau întreruperea turnării, în funcție de importanța defectelor menționate.

Procedeul de turnare continuă între cilindri, pentru obținerea produselor metalice subțiri, conform invenției, rezolvă problema tehnică menționată prin aceea că, în timpul turnării, se măsoară continuu forța de separare a cilindrilor și un semnal reprezentativ al variațiilor forței de separare în legătură cu timpul, și se constată unde este modificată dispunerea cilindrilor, în special în legătură cu semnalul menționat, pentru a compensa abaterea de la forma cilindrică, iar în vederea detectării altor defecte decât abaterea de la forma cilindrică, semnalul menționat este descompus în diferite componente armonice, aceste componente fiind comparate cu armonice de referință, de ordin corespunzător, rezultatele comparației menționate fiind reprezentative pentru starea defectelor procesului de turnare și, în conformitate cu rezultatele comparației menționate, sunt definite regulile controlului procedurii de turnare.

Astfel, se poate stabili, ca urmare a mai multor teste conduse la scară industrială, că există o anumită relație între variațiile semnalului reprezentativ al forței de separare și apariția defectelor în timpul turnării. De exemplu, apariția pe un cilindru a defectului numit bandă strălucitoare este caracterizată de prezența unei anomalii în semnalul măsurat al forței de separare. Anomalia este ciclică și survine la fiecare rotație a cilindrului. Această anomalie reflectă suprasolidificarea produsului atunci când trece prin zona îngustată și conduce la variații ale forței, care sunt evident mai rapide decât acelea care ar fi generate, de exemplu, de variațiile în grosime ale produsului solidificat.

Inventatorii au imaginat apoi descompunerea semnalului menționat în armonici, cu scopul de a diferenția în aceste semnale partea care poate fi alocată abaterii normale de la forma cilindrică, din partea datorată altor cauze. S-a putut verifica astfel, prin compararea componentelor armonice înregistrate în timpul diferitelor turnări, că, deși semnalele reprezentative ale forței de separare variază în particular în conformitate cu abaterea de la forma cilindrică, și chiar atunci când această abatere de la forma cilindrică este compensată prin diferite sisteme de compensare, apar variații la anumite componente armonice, corespunzând apariției defectelor în timpul turnării. A ieșit prin urmare în evidență faptul că o analiză a acestor componente armonice, realizată continuu în timpul turnării, va permite, prin compararea cu o referință obținută experimental în timpul turnărilor considerate fără defecte, detectarea aproape în timp real a deviațiilor care dezvăluie asemenea defecte de turnare, mai repede decât cu metode cunoscute.

O ipoteză care explică legătura care există între variațiile componentelor armonice și prezența defectelor de turnare este că abaterea normală de la forma cilindrică provoacă variații ale semnalului reprezentativ al forței de separare a cilindrilor care sunt, în principal, lente și mici. Cu alte cuvinte, semnalul are, pe baza abaterii normale de la forma cilindrică,

1 în principal, o componentă armonică de ordin inferior, cu o frecvență egală cu frecvența de
 rotație a cilindrului. Totuși, defectele reale, cum ar fi benzile strălucitoare menționate
 3 anterior, conduc, în principal, la variații bruște ale semnalului menționat și, prin urmare, la
 armonici de ordin superior. Tipic, spectrul semnalului reprezentativ al forței de separare a
 5 cilindrilor și care rezultă numai din abaterea normală de la forma cilindrică, este caracterizat
 de o componentă armonică înaltă de ordinul 0 (de exemplu 70% din amplitudinea totală a
 7 semnalului) și armonici rapid descrescătoare pentru ordinele superioare (20%, pentru ordinul
 armonic 1, 10% pentru ordinul armonic 2). Prezența armonicilor de ordin superior este obser-
 9 vată rar. Totuși, când este prezent defectul benzi strălucitoare, distribuția armonicilor este
 diferită de cazul menționat anterior, prezența unei muchii suprasolidificate la nivelul benzii
 11 strălucitoare generând mai multe armonici superioare.

Este specificat că de aici înainte componenta semnalului cu frecvența $F_i = 2^i F_0$ va fi
 13 desemnată drept armonică de ordinul i , F_0 fiind frecvența fundamentală ce corespunde
 vitezei de rotație a cilindrului. În același fel, de aici înainte, amplitudinea componentelor
 15 armonice de ordin i va fi desemnată drept h_i , iar o valoare reprezentativă a armonicilor de
 ordin i , luată pentru un număr prestabilit de rotații ale cilindrului, va fi desemnată drept H_i .

17 În conformitate cu o dispunere specifică a invenției, în care este instalat un sistem
 de reglare a interstițiului, cum ar fi cel descris anterior, poate fi folosit un semnal asociat, uti-
 19 lizat drept referință pentru deplasarea lagărelor a cel puțin unui cilindru, ca semnal repre-
 zentativ al variațiilor forței de separare a cilindrilor, obținut prin măsurarea forței menționate.
 21 Cu alte cuvinte, semnalul care este descompus în diferite componente armonice este direct
 legat de referința de deplasare menționată, care este generată de un modul de compensare
 23 al abaterii de la forma cilindrică și, prin urmare, reflectă variațiile forței de separare.

Pentru a descompune semnalul în diferitele sale componente armonice, poate fi
 25 folosită în mod special o transformare rapidă Fourier, aplicată semnalului reprezentativ al
 forței de separare a cilindrilor, acest semnal fiind, prin urmare, fie direct semnalul de măsură
 27 al forței de separare, sau un semnal corespunzător, generat de modulul de compensare a
 abaterii de la forma cilindrică, menționat.

29 Într-o dispunere preferată a invenției, valoarea H_i , reprezentativă pentru fiecare armo-
 nică de ordinul i , este calculată ca fiind valoarea medie a amplitudinilor h_i a fiecărei armonici,
 31 determinată pentru un număr dat de rotații ale cilindrului. Valoarea H_i , reprezentativă pentru
 fiecare armonică, este calculată ca fiind o valoare medie a amplitudinilor măsurate pentru
 33 un număr dat de rotații, aceasta permițând atenuarea efectului defectelor aleatoare, care
 sunt localizate în timp și în spațiu, și nerepetitive pentru mai multe rotații ale cilindrului.
 35 Astfel, dacă un defect este generat de o problemă durabilă a cilindrului, sistemul va integra
 complet aceste date după numărul menționat de rotații pe câtă vreme efectul armonicilor,
 37 care apar numai la un număr redus de rotații, în special mai mic decât numărul menționat
 de rotații date, va fi considerabil atenuat.

39 Compararea semnalului măsurat cu un semnal de la o turnare considerată bună poate
 fi realizată în diferite feluri. Valorile H_i , reprezentative pentru fiecare armonică a semnalului
 41 măsurat poate fi simplu comparată, termen cu termen, cu valorile de referință H_{in} obținute
 din măsurătorile făcute la turnări considerate bune, și se poate controla ca suma diferențelor
 43 valorilor H_i , reprezentative pentru fiecare armonică, cu valorile de referință H_{in} să nu fie prea
 mare. Alternativ, proporția fiecărei armonici poate fi comparată cu o distribuție de referință
 45 proporțională. Totuși, de preferință, comparația va fi făcută pe baza baricentrului armonic,
 acest baricentru fiind calculat prin compararea fiecărei armonici cu un coeficient prestabilit,
 47 cu scopul de a da importanță relativă diferitelor armonici, prin măsurarea inegală a acelor

RO 119773 B1

din urmă. Această metodă de calcul este justificată de observații experimentale: în timpul	1
turnării considerate ca bună, prima armonică este cea mai importantă, importanța diferitelor	3
armonici descrescând ca o funcție a ordinului crescător al armonicilor considerate. Prin	
compararea armonicilor de ordinul cel mai mare cu un coeficient adecvat, variațiile acestor	5
armonici de ordin superior vor fi ca și cum ar fi amplificate, făcând apariția sau creșterea lor,	
mai ușor perceptibile în rezultatul calculului baricentruului .	
De exemplu, un baricentru al frecvenței B , poate fi calculat prin alocarea unui	7
coeficient reprezentând amplitudinea armonicii considerate la fiecare frecvență armonică:	
$B_r (\text{Hz}) = \sum H_i * F_i / \sum H_i$	9
iar acest baricentru poate fi normat de frecvența fundamentală pentru a obține un raport	
$R = B/F_0$, care poate fi comparat cu o valoare de referință prestabilită R_0 , pentru a se	11
debarasa de orice diferențe de frecvență fundamentală și, prin urmare, de orice diferențe	
efective între vitezele de rotație ale cilindrilor, între turnarea considerată și referință.	13
În plus, derivata dR/dt poate fi calculată, iar rezultatul comparat, de asemenea, cu	
un al doilea prag prestabilit, permițând astfel urmărirea în timp a schimbării raportului R , o	15
schimbare rapidă a lui R fiind un semn al agravării rapide a unui defect.	
Cu valorile diferiților parametri:	17
A reprezentând amplitudinea totală a variațiilor: $A = \sum H_i$,	
R reprezentativ pentru rolul sau importanța defectelor în semnal,	19
și	
$E = dR/dt$, se poate stabili modul de corectare a parametrilor de turnare.	21
Procedeul conform invenției prezintă următoarele avantaje:	
- permite stabilirea unui tabel de decizii, care poate fi utilizat pentru a propune în timp	23
real operatorului, acțiuni corectoare asupra anumitor parametri de turnare, cu scopul de a	
corecta defectele pe cât de repede posibil după apariția lor;	25
- asigură obținerea unor produse turnate de calitate superioară.	
Se dă în continuare un exemplu de realizare a invenției, în legătură și cu fig. 1...10,	27
care reprezintă:	
- fig.1, vedere în plan vertical a unui dispozitiv de turnare între cilindri cu un sistem	29
de reglare de un tip cunoscut în sine, dar care utilizează descompunerea armonică a	
semnalului de compensare a abaterii de la forma cilindrică;	31
- fig.2, tabel de decizii care definește procedura ce trebuie urmată în timpul turnării,	
ca o funcție a diferitelor valori ale parametrilor furnizați de procedeul conform invenției;	33
- fig. 3, 4, 5, 6, graficele variației diferiților parametri măsurăți sau calculați, la o	
turnare considerată drept bună;	35
- fig.7, 8, 9, 10, graficele variației unor parametri măsurăți sau calculați la o turnare	
considerată slabă.	37
Procedeul conform invenției este aplicat pe o instalație de turnare, reprezentată doar	
parțial în fig.1, care include în mod convențional, doi cilindri 1, 2, cu axe paralele menținute	39
depărtate la o distanță numită interstițiu. Acesta corespunde grosimii dorite a benzii turnate,	
mai puțin reducerea dimensională ce rezultă din deformațiile datorate forței de separare a	41
cilindrilor. (FSC). Cei doi cilindri 1, 2 sunt roțiți în sensuri contrare, cu aceeași viteză. Ei sunt	
susținuți de niște lagăre 3, 4, reprezentate schematic, de două suporturi 5, 6, instalate pe	43
un cadru 7. Suportul 5, și prin urmare axa cilindrului corespunzător 1, este fixat în legătură	
cu cadrul 7, iar celălalt suport 6 poate fi translatat pe cadrul 7. Poziția sa este reglabilă și	45
determinată de niște pârghii de împingere 9, care acționează astfel, încât să apropie sau să	
depărteze suporturile 5, 6 unul față de celălalt. Mijloacele de măsurare a forței de separare	47

1 a cilindrilor (FSC), cum ar fi niște balanțe **8**, sunt poziționate între suportul fixat **5** și cadrul
7. Senzorii **10** sunt folosiți pentru a măsura poziția suportului mobil **6** și, prin urmare, variațiile
3 poziției în legătură cu o poziție de referință prestabilită în conformitate cu o grosime dorită
a benzii .

5 În timpul turnării, metalul topit este dirijat între cilindri și începe să se solidifice la
contactul cu pereții răciți ai acestora, pentru a forma pelicule solidificate, care sunt antrenate
7 de cilindri și ajung mai mult sau mai puțin la nivelul zonei îngustate **11** dintre cilindri pentru
a forma banda solidificată care este extrasă în jos. Metalul exercită astfel o forță de separare
9 a cilindrilor (FSC), măsurată de balanțele **8**, această forță fiind variabilă în special în confor-
mitate cu gradul de solidificare al metalului.

11 Pentru a regla această forță și a garanta continuitatea turnării, instalația de turnare
include un sistem de reglare. În acest sistem de reglare, diferențele dintre semnalul de
13 referință al forței și semnalul forței măsurat de senzorul de forță **8** sunt calculate de un prim
comparator **12**. Semnalul relevant al acestei diferențe este introdus într-un regulator de forță
15 **13**, care determină un semnal de referință a poziției, introdus într-un al doilea comparator
14. Semnalul forței, măsurat de senzorul de forță **8**, este de asemenea introdus într-un
17 sistem de compensare a abaterii de la forma cilindrică **15**, care descompune semnalul forței
în armonici și generează semnalele de compensare H_1 , H_2 , H_3 ale fiecărei armonici men-
19 ționate. Aceste semnale, H_1 , H_2 și H_3 sunt însumate într-un sumator **16**, care generează un
semnal de referință pentru corectarea poziției, care este transmis celui de-al doilea com-
21 parator **14**. Semnalul de ieșire al celui de-al doilea comparator **14** este introdus într-un al
treilea comparator **17**, împreună cu un semnal de poziție de la senzorul de poziție **10**.
23 Semnalul de ieșire al celui de-al treilea comparator **17** este introdus în regulatorul de
poziție **18**, care controlează pârghiile **9**.

25 Rotația cilindrilor **1** și **2** este asigurată de motoarele **19** și **20**, respectiv controlată de
un regulator de viteză **21**. Acest regulator de viteză **21** primește un semnal de la un regulator
27 de grosime **22**, care primește el însuși un semnal de referință a grosimii, semnalul forței
transmis de senzorul de forță **8** și semnalul de poziție transmis de senzorul de poziție **10**.

29 Acționarea pârghiilor **9** este făcută automat de acest sistem de reglare, care permite,
de exemplu, să se acționeze asupra pârghiilor **9** în direcția permițerii separării cilindrilor,
31 pentru a reduce forța de separare (FSC) sau, din contră, pentru apropierea cilindrilor pentru
a mări forța. Într-un mod asemănător, acest sistem permite compensarea, cel puțin parțială,
33 a abaterii normale de la forma cilindrică, adică pentru a compensa o posibilă abatere
existentă între axele manșonului, axa sa de rotație și neregularitățile formei cilindrului, dacă
35 aceste neregularități au o origine mecanică sau termică. Sistemul de reglare ia apoi în
considerare aceste forme și defecte de coaxialitate, pentru a da o referință de deplasare
37 pentru pârghiile de împingere **9**, ce controlează interstițiul dintre cilindri cu scopul de a
menține acest interstițiu pe cât posibil constant în timpul rotirii cilindrilor.

39 În continuare, va fi descrisă o metodă preferată de determinare a diferiților parametri
A, **R** și **E**, care va fi folosită pentru a informa operatorul de prezența defectelor și de
41 importanța acestora.

43 În această metodă, semnalul reprezentativ al forței de separare va fi descompus,
această descompunere fiind realizată în modulul de compensare a abaterii de la forma
cilindrică **15**, prin intermediul unei transformări Fourier. Aceeași operație poate fi de
45 asemenea realizată foarte bine, folosind în locul transformării Fourier, a unei transformări
Laplace sau a oricărei operații de prelucrare matematică sau a semnalului, filtrele, pentru
47 a obține același rezultat, adică descompunerea semnalului în diferite componente armonice.

RO 119773 B1

Valorile H_i stabilite ca mai înainte vor fi apoi calculate, prin realizarea mediilor amplitudinilor H_i pentru un număr prestabilit de rotații ale cilindrilor, de exemplu, ultimele 10 rotații. De remarcat că metoda anterioară de calcul al coeficienților H_i este dată ca un exemplu și nu este restrictivă în nici un fel. Valorile H_i , reprezentative pentru fiecare armonică de ordinul i , pot fi de asemenea calculate ca fiind valoarea rădăcinii medii pătratice a amplitudinii h_i a armonicilor pentru orice altă valoare calculată ce caracterizează armonicile menționate, acest calcul fiind făcut printr-un mijloc aritmetic, cel puțin prin medii pătratice sau orice altă metodă.	1
Indiferent de metoda de calcul, valorile H_i sunt reprezentative pentru amplitudinea relevantă a fiecărei armonici de ordin i și a frecvenței F_i .	3
Criteriul B_i va fi calculat apoi ca fiind un baricentru al frecvenței diferitelor armonici. Astfel, este calculat baricentrul frecvențelor armonicilor considerate, fiecărei valori F_i fiindu-i asociată o pondere constând în valoarea corespunzătoare h_i adică:	5
$B_i = \sum H_i \times F_i / \sum H_i$	7
În general, numai armonicile de ordinul 0, 1 și 2 vor fi folosite. Totuși, este evident posibil să se ia în considerare și alte armonici.	9
Pentru a face comparații valide la diferite viteze de rotație ale cilindrilor, este calculat raportul $R_i = B_i/F_0$, F_0 corespunzând frecvenței de rotație a cilindrilor.	11
În cazul dat ca exemplu, în care numai primele trei armonici au fost luate în considerare, am obținut cele trei criterii următoare:	13
- amplitudinea globală a variațiilor semnalului:	15
$A = H_1 + H_2 + H_3$	17
- baricentru normal:	19
$R_i = (F_1 \times H_1 + F_2 \times H_2 + F_3 \times H_3) / ((H_1 + H_2 + H_3) \times F_0)$	21
- modificarea lui R_i în timp: $E = dR_i/dt$.	23
O comparație a acestor diferite criterii calculate în timpul turnării cu un prag prestabilit permite apoi detectarea defectelor în turnarea curentă (dacă asemenea defecte apar).	25
Ca un exemplu, în cazul în care semnalul reprezentativ al forței de separare a cilindrilor este semnalul obținut de la modulul de compensare al abaterii de la forma cilindrică, adică exprimat ca o valoare de deplasare a cilindrului mobil și numai în prezența abaterii normale de la forma cilindrică, se poate obține:	27
$H_0 = 700 \mu\text{m}$, $H_1 = 200 \mu\text{m}$, $H_2 = 100 \mu\text{m}$, unde	29
$F_0 = 0,2 \text{ Hz}$, $F_1 = 0,4 \text{ Hz}$ și $F_2 = 0,8 \text{ Hz}$,	31
apoi $B_i = 0,3 \text{ Hz}$ și $R_i = 1,5$.	33
Dacă apare o bandă strălucitoare, aceste valori vor deveni $350 \mu\text{m}$ și $300 \mu\text{m}$ respectiv, pentru H_0 , H_1 și H_2 și prin urmare $R_i = 2,25$.	35
Putem astfel vedea că prin simpla fixare a unui prag adecvat pentru R_i , de exemplu $R_{i\text{prag}} = 1,6$, trecerea lui R_i peste acest prag poate activa o alarmă ce indică defectul.	37
O mai bună apreciere a importanței defectelor poate fi obținută prin luarea în calcul simultan a celor trei criterii anterior menționate.	39
Pentru aceasta, poate fi folosit un tabel de decizii, cum ar fi cel arătat în fig. 2, pentru a indica direct operatorului starea defectelor turnării, adică, dându-i o indicație despre prezența, importanța și dezvoltarea defectelor și necesitatea de a întreprinde acțiuni corectoare, cum ar fi modificarea anumitor parametri de turnare pentru a încerca corectarea defectelor care au apărut, sau în cel mai rău caz, necesitatea de a opri turnarea pentru a evita distrugerii ireparabile ale instalației de turnare.	41
	43
	45

RO 119773 B1

1 Procedura de urmat în conformitate cu valorile relevante ale coeficienților A , R , și E :
- A "mic" este semnul unor variații mici ale forței de separare a cilindrilor, turnarea
3 fiind executată în bune condiții,

- când A este "mediu" și dacă R și E sunt "mici", aceasta înseamnă mici defecte sau
5 lipsa defectelor, turnarea fiind încă executată în bune condiții,

- dacă R este "mic" și E "mare", aceasta poate însemna că, deși nu sunt prezente
7 defecte reale, punctul de operare al instalației este instabil, din motive esențial legate de
abaterea "normală" de la forma cilindrică și este declanșată o alarmă a procesului de turnare
9 pentru a-l informa pe operator de necesitatea de a modifica, de exemplu, condițiile termice
ale manșonului (temperatura sau debitul de curgere al apei de răcire),

11 - dacă R este "mare" iar E "mic", ceea ce indică prezența defectelor, fără o tendință
notabilă de a se agrava, se declanșează un proces de alarmare a turnării,

13 - dacă R și E sunt "mari", indicând prezența defectelor și agravarea acestora, este
cerută oprirea procesului de turnare,

15 - când A este "mare" și R și E sunt "mici", nu sunt semnalate defecte latente, aba-
terea "normală" de la forma cilindrică este corect compensată, dar amplitudinea deplasărilor
17 cilindrului mobil pentru realizarea compensării este mare, ceea ce nu este important pentru
turnarea însăși, dar poate dezvălui probleme în geometria cilindrilor,

19 - dacă R este "mare" iar E "mic", ceea ce înseamnă de asemenea prezența de-
fectelor, dar fără agravare notabilă, se declanșează un proces de alarmare a turnării,

21 - dacă E este "mare", indiferent de valoarea lui R , se semnalează agravarea semni-
ficativă a defectelor și este cerută oprirea rapidă a procesului de turnare.

23 De remarcat că aceste caractere "mic", "mediu" și "mare" ale diverselor criterii sunt
apreciate prin compararea cu date experimentale achiziționate în timpul turnărilor anterioare.

25 Pentru a ilustra posibilitățile de detectare a defectelor ale procedurii în conformitate
cu invenția, se face referire la fig. 3, 4, 5 și 6, care arată variațiile diversilor parametri mă-
27 surați și calculați în timpul unei turnări cu procedeul de compensare a abaterii de la forma
cilindrică considerată bună, și la fig. 7, 8, 9 și 10, care arată o comparație a curbelor obținute
29 în timpul unei turnări cu defecte de bandă strălucitoare.

Fig. 3 și 7 arată variația forței de separare a cilindrilor, exprimată în procente, ale
31 FSC permisibile, măsurate timp de 40 min de la începutul turnării.

Fig. 4 și 8 arată modificarea în timpul acestei perioade a parametrului A , care este
33 amplitudinea medie pentru 10 rotații, în μm , a deplasării lagărelor cilindrului controlat de
modulul de compensare a abaterii de la forma cilindrică.

Fig. 5 și 9 arată modificările parametrului R în timp.

Fig. 6 și 10 arată pe același grafic modificările în timp ale valorilor H_0 , H_1 și H_2 ,
37 reprezentative pentru amplitudinile armonicilor de ordinul 0, 1 și 2, prima (H_0) fiind arătată
în partea inferioară a diagramei, a doua (H_1) în centru, iar a treia (H_2) în partea superioară.

39 Se poate vedea că, pentru o turnare considerată bună, creșterea lui A în timpul
primelor 20 min aproximativ corespunde unei creșteri similare a lui H_0 și reflectă, în principal,
41 evoluția compensării abaterii de la forma cilindrică până la obținerea stabilității lui A la
aproximativ 50 μm , indicând o compensare a abaterii de la forma cilindrică aproape perfectă.
43 De remarcat, de asemenea, stabilitatea parametrului R după aproximativ 10 min, după
excursia lui R către valori mari, corespunzând unei amplitudini relativ mari a lui H în timpul
45 aceleiași perioade de la începerea turnării.

Prin comparație, graficele din fig. 8, 9 și 10, arătând o turnare a cărei executare a
47 fost puternic perturbată, arată amplitudini mari pentru H_1 și H_2 timp de aproximativ 40 min,
cu o valoare mare a lui A în timpul aceleiași perioade și, în special, o valoare mare a lui R .

RO 119773 B1

Este ușor de înțeles din aceste înregistrări că o comparație, făcută în timp real în timpul procesului de turnare, a valorilor A și în special R , cu praguri prestabilite, va permite detectarea rapidă a defectelor corespunzătoare amplitudinilor mari ale armonicilor H_1 și H_2 și acționarea imediată asupra parametrilor de turnare, pentru a împiedica agravarea lor.	1 3
Invenția nu este restricționată la metodele de calcul ale diversilor parametri dați mai sus numai ca exemplu.	5
În particular, prin folosirea în continuare a acelorași valori H_i reprezentative pentru amplitudinea fiecărei armonici, poate fi calculat un alt baricentru B al spectrului armonic al valorii reprezentative a forței de separare a cilindrilor, de exemplu, prin asocierea ulterioară fiecărei valori H_i a unui coeficient de ponderare ales cu grijă, pentru a accentua în valoarea calculată a acestui baricentru influența armonicilor cu cele mai mari ordine, respectiv acelea care dezvăluie defecte. Indiferent de tipul calculului baricentrului folosit, vor fi folosite valori reprezentative ale diverselor armonici și coeficientul de ponderare relevant al fiecărei armonici, astfel încât va fi ușor de urmărit evoluția valorii baricentrului și compararea lui cu valori experimentale, în vederea determinării în timp real a nivelului defectologic prin compararea cu starea defectologică (turnare lipsită de probleme, turnare perturbată, turnare slabă care conduce la o oprire sau distrugere a cilindrilor etc.) a turnărilor anterioare.	7 9 11 13 15 17
Pentru a compara armonicile, este de asemenea posibil să se definească o distribuție de referință a amplitudinilor armonicilor ca un procent al fiecărei armonici în legătură cu semnalul total, de exemplu, prin presupunerea <i>a priori</i> că prima armonică reprezintă 66% din acest semnal, a doua 17%, iar a treia, de asemenea 17%. Apoi va fi posibil să se urmărească evoluția acestei distribuții în timpul fiecărei turnări și, prin compararea cu distribuția de referință, să se aprecieze ușor orice deviație. Această comparație poate de exemplu, să fie făcută prin calcularea sumei R_d a diferențelor între raportul H_i/A al fiecărei componente armonice în semnalul reprezentativ măsurat pentru forța de separare și proporția de referință α_i : $R_d = \text{poz}(\alpha_0 - H_0/A) + \text{poz}(H_1/A - \alpha_1) + \dots + \text{poz}(H_i/A - \alpha_i)$, adică fiecare termen al acestei sume este socotit numai dacă este pozitiv. În acest fel, dacă proporția armonicii de ordinul 0 este mai mare decât proporția de referință sau dacă proporția armonicii cu un ordin mai mare sau egal cu 1 este mai mică decât proporția de referință, diferența relevantă pentru armonica considerată nu este luată în considerare. De exemplu, dacă prima armonică reprezintă de exemplu 98% din A , a doua 2%, iar a treia 0%, ceea ce corespunde unei absențe aproape totale a armonicilor de un ordin mai mare decât 0 și, prin urmare, o absență a defectelor, $R_d = 0$.	19 21 23 25 27 29 31 33
Dacă instalația de turnare continuă între cilindri nu include un sistem de reglare a interstițiului ca o funcție a abaterii de la forma cilindrică, procedeul în conformitate cu invenția descrisă interior poate fi bineînțeles utilizat prin luarea directă ca semnal ce va fi supus unei descompunerii în armonici, măsurarea directă a variațiilor forței de separare a cilindrilor (FSC), folosirea valorilor H_i obținute de la modulul de compensare a abaterii de la forma cilindrică, rămânând totuși în special practică atunci când un asemenea modul de compensare există deja în instalație și deja execută, în scopul operării lui uzuale, descompunerea în armonici cerută.	35 37 39 41
Revendicări	43
1. Procedeul de turnare continuă între cilindri, pentru a obține produse metalice subțiri, făcute în special din oțel, în care, în timpul turnării forța de separare a cilindrilor este măsurată continuu și este măsurat un semnal reprezentativ pentru variațiile forței de	45 47

1 separare a cilindrilor în funcție de timp și la care separarea cilindrilor este modificată în
 3 special ca o funcție a semnalului menționat pentru a compensa abaterea de la forma cilin-
 5 drică a acestora, **caracterizat prin aceea că**, pentru a detecta alte defecte decât abaterea
 7 de la forma cilindrică a acestora, semnalul menționat este descompus în diverse compo-
 9 nente armonice, iar aceste componente armonice sunt comparate cu armonicile de referință
 11 de ordin corespunzător, rezultatele comparației menționate fiind reprezentative pentru starea
 13 de defect a procesului de turnare și, în conformitate cu rezultatele comparației menționate,
 15 sunt definite reguli pentru controlul procedului de turnare.

2. Procedeu conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** semnalul repre-
 11 zentativ menționat, obținut prin măsurarea variațiilor forței de separare a cilindrilor, este un
 13 semnal asociat, folosit ca referință pentru deplasarea lagărelor unui cilindru într-o buclă de
 15 reglare a separării dintre doi cilindri.

3. Procedeu conform oricăreia dintre revendicările anterioare, **caracterizat prin**
 13 **aceea că** este folosită o transformare Fourier pentru a descompune semnalul reprezentativ
 15 menționat al forței de separare a cilindrilor în diverse componente armonice.

4. Procedeu conform oricăreia dintre revendicările anterioare, **caracterizat prin**
 17 **aceea că**, pentru a face comparația, valoarea folosită ca valoare reprezentativă pentru
 19 fiecare armonică de ordin i este o valoare H_i , ce corespunde valorii medii h_i a amplitudinii
 armonicilor de acest ordin măsurate pentru un anumit număr de rotații.

5. Procedeu conform oricăreia dintre revendicările anterioare, **caracterizat prin**
 21 **aceea că**, pentru a face comparația, este folosit un baricentru al armonicilor, acest bari-
 23 centru fiind calculat prin ponderarea unei valori reprezentative a fiecărei armonice cu un
 coeficient prestabilit.

6. Procedeu conform revendicării 5, **caracterizat prin aceea că** este calculat un bari-
 25 centru al frecvenței ($B_f = (\sum(H_i \times F_i)) / \sum H_i$), unde valoarea reprezentativă pentru fiecare
 27 armonică este frecvența ei F_i și coeficientul de ponderare H_i reprezintă amplitudinea
 armoniciei considerate.

7. Procedeu conform revendicării 6, **caracterizat prin aceea că** se face comparația
 29 pe baza unui raport $R_f = B_f / F_o$, unde F_o este frecvența corespunzătoare vitezei de rotație a
 cilindrilor.

8. Procedeu conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că**, respectiv,
 31 comparația este făcută folosind drept criteriu de comparație raportul H_i/A al fiecărei
 33 componente armonice, în raport cu semnalul reprezentativ al forței de separare, H_i
 35 reprezentând amplitudinea armoniciei de ordinul i și $A = \sum H_i$, rezultatul comparației fiind
 reprezentat de suma $R_d = \text{poz}(\alpha_o - H_d/A) + \text{poz}(H_1/A - \alpha_1) + \dots + \text{poz}(H_i/A - \alpha_i)$.

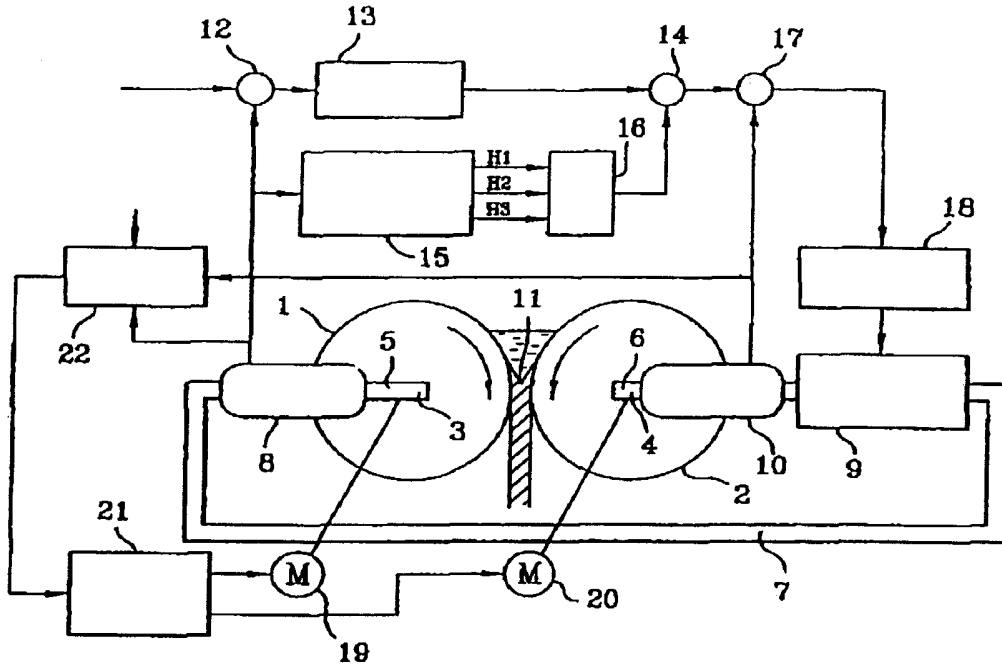


Fig. 1

A			
1	E	R	
	1	2	
	2	3	
	E	R	
	1	2	
	3	3	

- 1:
- 2:
- 3:

Fig. 2

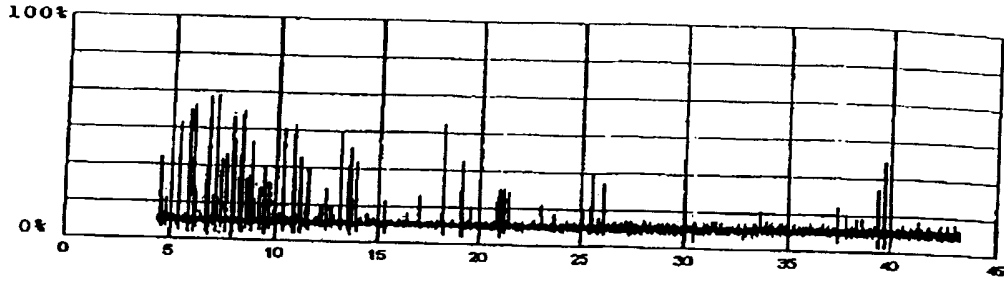


Fig. 3

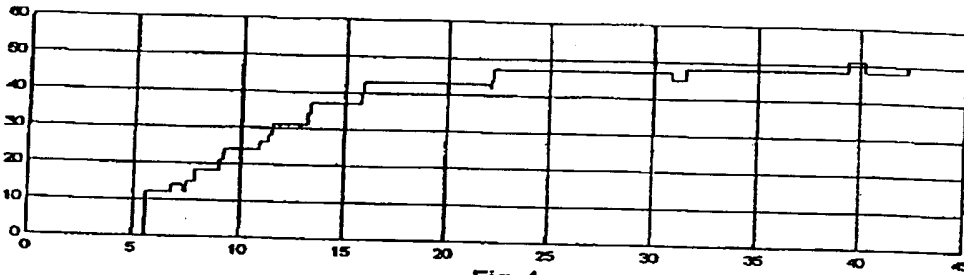


Fig. 4

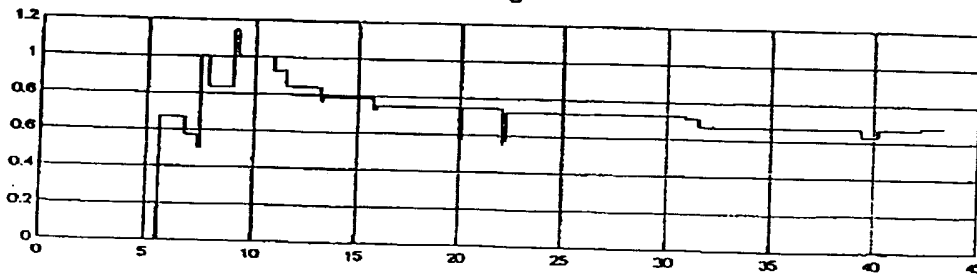


Fig. 5

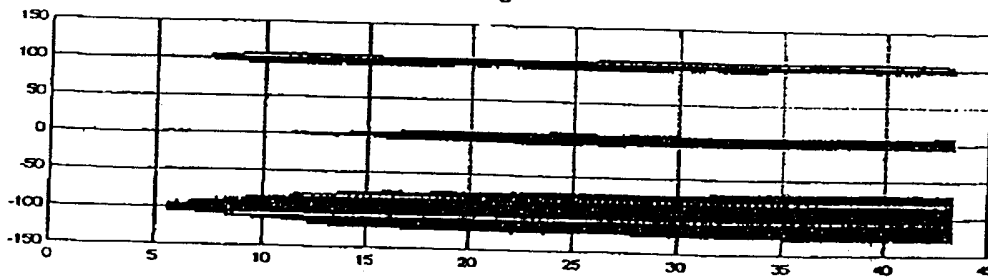


Fig. 6

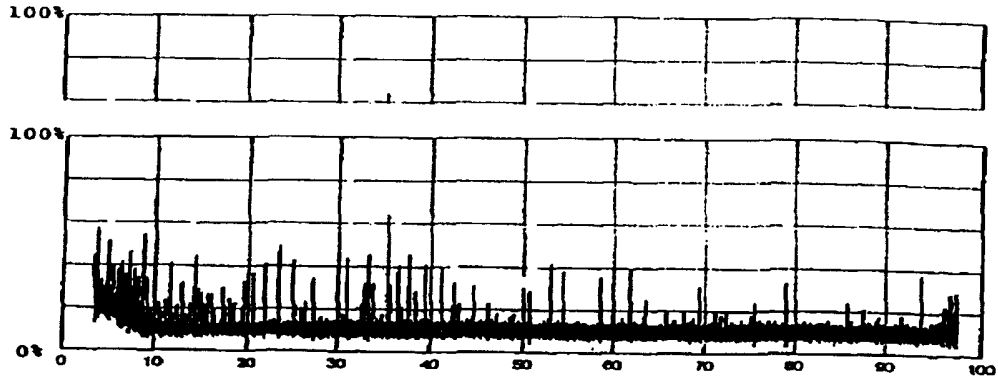


Fig. 7

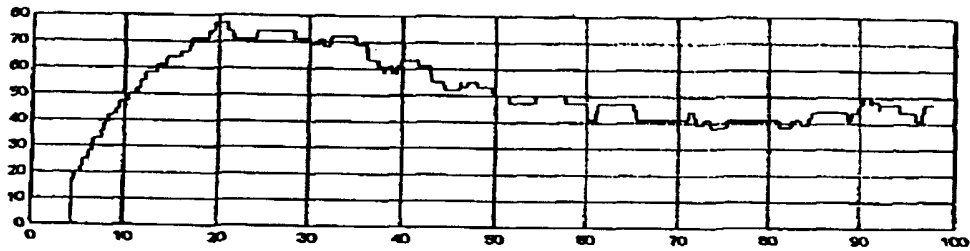


Fig. 8

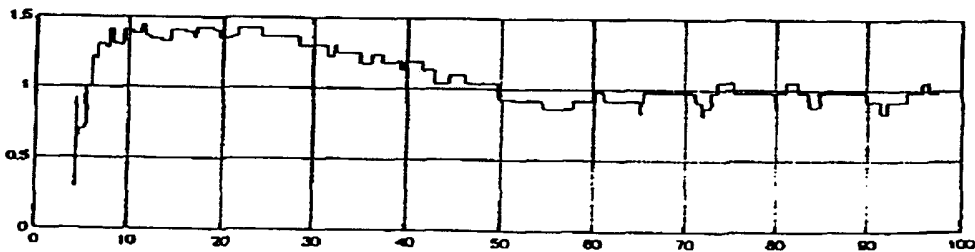


Fig. 9

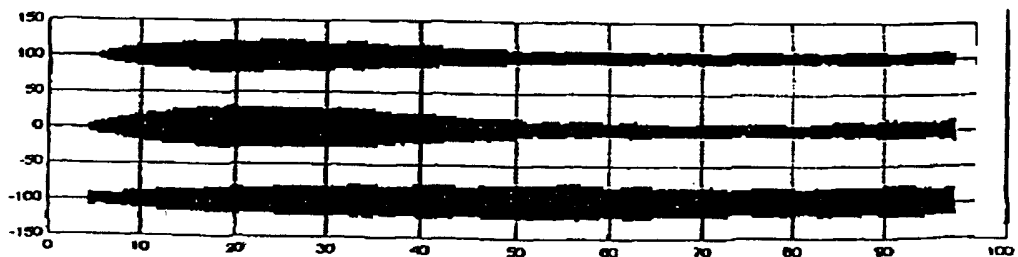


Fig. 10

