



(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2010 01139

(22) Data de depozit: 19.11.2010

(41) Data publicării cererii:  
29.06.2012 BOPI nr. 6/2012

(71) Solicitant:  
• UNIVERSITATEA "DUNĂREA DE JOS"  
DIN GALAȚI, STR. DOMNEASCĂ NR. 47,  
GALAȚI, GL, RO

(72) Inventatori:  
• FRUMUȘANU GABRIEL RADU,  
STR. TRAIAN NR. 89, BL. B3-B, SC.1, AP. 6,  
GALAȚI, GL, RO;

• EPUREANU ALEXANDRU,  
STR. ALEXANDRU LĂPUȘNEANU NR. 16,  
BL. B6, AP. 16, GALAȚI, GL, RO;  
• CONSTANTIN IONUȚ, STR. DOMNEASCĂ  
NR. 71, BL. B, AP. 33, GALAȚI, GL, RO

(54) METODĂ DE CONTROL AL STABILITĂȚII PROCESELOR DE  
STRUNJIRE

(57) Rezumat:

Invenția se referă la o metodă de control al stabilității proceselor de strunjire cu control automat sau al celor cu control manual, astfel încât productivitatea acestor procese să fie menținută la un nivel cât mai ridicat. Metoda conform invenției constă în monitorizarea on-line a componentei forței de așchiere sub forma unui număr  $i = 5 \dots 10$  serii de timp succesive, fiecare serie de timp acoperind un ciclu de așchiere, adică o rotație completă a piesei, la care prima are, la unul dintre capete valoarea momentană a forței, fiecare serie fiind, la rândul ei, divizată într-un număr  $j = 4 \dots 6$  secvențe, rezultând astfel un număr total de  $20 \dots 60$  de secvențe, pentru fiecare dintre aceste secvențe se calculează valoarea unui indicator  $I_1$  definită ca raportul dintre valoarea medie a distanței dintre două extreme locale succesive ale semnalului și valoarea medie a acestuia, pe baza căruia fiecare secvență  $(i, j)$  este evaluată ca fiind stabilă, adică  $I_1 < 0,1$ , și instabilă în caz contrar, iar

pentru fiecare secvență considerată instabilă se calculează valoarea indicatorului  $I_2$ , definită ca raportul dintre valoarea maximă a funcției de autocorelație și valoarea coeficientului de corelație cu secvența  $(i-1, j)$ , și aceasta este considerată ca fiind regenerată primar sau regenerată secundar, după cum indicatorul  $I_2$  este mai mare, respectiv, mai mic decât unitatea, stabilirea corecțiilor necesare procesului de așchiere se face prin calcularea procentului de secvențe stabile  $S$  ca raport între numărul secvențelor stabile și numărul total de secvențe evaluate, precum și procentul secvențelor regenerare primar  $RP$ , obținut ca raport între numărul acestor secvențe și numărul total de secvențe instabile, urmând ca pe baza valorilor lui  $S$  și  $RP$  să se stabilească natura corecției care trebuie aplicată.

Revendicări: 3  
Figuri: 2

Cu începere de la data publicării cererii de brevet, cererea asigură, în mod provizoriu, solicitantului, protecția conferită potrivit dispozițiilor art.32 din Legea nr.64/1991, cu excepția cazurilor în care cererea de brevet de invenție a fost respinsă, retrasă sau considerată ca fiind retrasă. Întinderea protecției conferite de cererea de brevet de invenție este determinată de revendicările conținute în cererea publicată în conformitate cu art.23 alin.(1) - (3).



12

<b>OFICIUL DE STAT PENTRU INVENȚII ȘI MĂRCI</b> Cerere de brevet de invenție Nr. <u>a 2010 01139</u> Data depozit <u>12-11-2009</u>
--

- Descrierea invenției -

Invenția se referă la o metoda de a controla stabilitatea proceselor de strunjire, astfel încât productivitatea acestor procese să fie menținută la un nivel cât mai ridicat. Metoda poate fi utilizată atât la controlul automat, on-line, cât și la controlul manual, off-line, al stabilității procesului.

Sunt cunoscute cele două mecanisme de regenerare a vibrațiilor autoexcitate (mecanisme de autoexcitare) și anume regenerarea primară, caracterizată prin aceea că ciclul vibrator curent este cauzat de ciclul vibrator precedent și regenerarea secundară, la care ciclul vibrator curent este cauzat de ciclul vibrator care a avut loc la trecerea anterioară a sculei prin acel punct (adică la ciclul de aschiere precedent). Sunt cunoscute metodele de control manual, off-line, al stabilității procesului, bazate pe monitorizarea de către operator (auditivă sau vizuală) a câmpului vibrator al sistemului tehnologic sau folosind traductoare de vibrații, care măsoară amplitudinea și frecvența mișcării vibratorii a unora dintre elementele sistemului tehnologic. Când se constată apariția vibrațiilor autoexcitate, operatorul ia decizia de a modifica parametrii regimului de lucru, geometria sculei sau caracteristicile dinamice ale sistemului tehnologic, astfel încât să dispară vibrația constatată. De asemenea, este cunoscută metoda de control automat, on-line, al stabilității procesului, bazată pe monitorizarea amplitudinii mișcării vibratorii într-un punct al sistemului tehnologic, urmată de variația periodică a valorii vitezei de aschiere, astfel încât să se diminueze, până la un nivel acceptabil, amplitudinea mișcării vibratorii monitorizate.

Aceste metode au următoarele dezavantaje:

- modificarea punctului de funcționare, în scopul repositionării acestuia în raport cu limita de stabilitate, are loc prea târziu și anume după ce punctul de funcționare a ajuns în domeniul de instabilitate, procesul a devenit instabil, iar consecințele instabilității se manifestă deja;
- monitorizarea procesului de aschiere, sub aspectul stabilității dinamice, transmite unul dintre cele două semnale posibile și anume, fie procesul este declarat stabil și poziția punctului de funcționare rămâne nemodificată, fie procesul este declarat instabil și are loc readucerea acestui punct în domeniul stabil. Nu există o metrică a distanței dintre poziția punctului de funcționare și limita de stabilitate, pe baza căreia să se poată stabili și modula adecvat corecția poziției acestui punct în raport cu limita de stabilitate;
- sistemul de monitorizare pe baza căruia are loc corecția poziției punctului de funcționare furnizează informații despre nivelul vibrației autoexcitate, fără a preciza ponderea celor două mecanisme de regenerare (de autoexcitare) prin care vibrațiile autoexcitate se întretin. Ca urmare, reacția de corecție a poziției punctului de funcționare este de multe ori nepotrivită. De exemplu, dacă vibrația autoexcitată este cauzată de instabilitatea bazică a procesului de deformare plastică ce are loc la trecerea materialului semifabricatului în aschie, atunci reducerea amplitudinii acestor vibrații necesită creșterea vitezei de aschiere și nu este în nici un fel legată de lățimea aschiei; dimpotrivă, dacă mecanismul de autoexcitare este regenerarea vibrației de la un ciclu de aschiere la altul, atunci diminuarea amplitudinii necesită scăderea vitezei de aschiere și a lățimii aschiei.

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția este evaluarea cantitativă atât a poziției punctului de funcționare în raport cu limita de stabilitate, cât și a ponderii fiecăreia dintre cele două mecanisme de autoexcitare, în vederea selectării celei mai eficiente măsuri de corectare a poziției punctului de funcționare și a modularii adecvate a mărimii acestei corecții.

Metoda de control al stabilității proceselor de strunjire caracterizată **prin aceea că:** a) pentru poziționarea punctului de funcționare în raport cu limita de stabilitate este monitorizată on-line o componentă a forței de aschiere, sub forma unui număr  $i = 5 \dots 10$  serii de timp succesive, fiecare serie de timp acoperind un ciclu de aschiere (o rotație a piesei), la care prima are la unul dintre capete valoarea momentană a forței, fiecare serie are la celălalt capăt valoarea medie a acesteia, rezultând astfel un număr total de  $i \cdot j$  secvențe și **prin aceea că** b) pentru fiecare secvență (i,j) se calculează indicatorul  $I_1$  de înălțime raportat dintre valoarea medie a distanței dintre două extreme locale succesive ale semnalului și valoarea medie a acesteia, pe baza căruia fiecare secvență este



evaluata ca fiind stabila daca  $I_1 < 0,1$  si instabila in caz contrar si, pentru fiecare secventa considerata instabila, se calculeaza indicatorul  $I_2$ , definit ca raportul dintre valoarea specifica maxima a functiei de autocorelatie si valoarea coeficientului de corelatie cu secventa  $(i-1,j)$ , si aceasta este considerata ca fiind regenerata primar sau regenerata secundar, dupa cum  $I_2$  este mai mare, respectiv mai mic decat unitatea, **precum si prin aceea ca c)** pentru a stabili corectiile necesare, se calculeaza procentul secventelor stabile,  $S$ , ca raport intre numarul secventelor stabile si numarul total de secvente evaluate, precum si procentul secventelor regenerare primar,  $RP$ , ca raport intre numarul acestor secvente si numarul total de secvente instabile, urmand ca pe baza evaluarii lui  $S$  sa se calibreze necesitatea si marimea corectiei, iar pe baza valorii lui  $RP$  sa se stabileasca natura corectiei care trebuie aplicata.

Inventia prezinta urmatoarele avantaje:

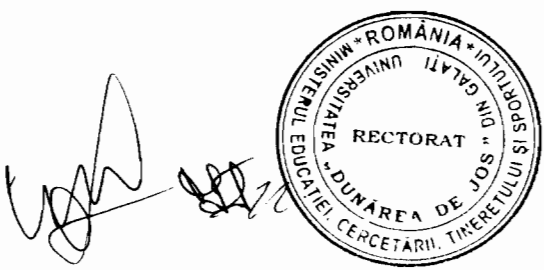
- reactia de corectie a pozitiei punctului de functionare este mai bine formulata, dimensionata si aplicata, datorita faptului ca instabilizarea procesului este evaluata precece, inca de la primele ei forme de manifestare si, in plus, este evaluata ponderea fiecarui mecanism prin care procesul poate deveni instabil;
- sunt evitate efectele nedorite ale instabilitatii, inainte de combaterea efectiva a acesteia;
- urmare a depistarii precece a instabilitatii, se creeaza conditiile de maximizare a productivitatii, prin intensificarea regimului de aschiere, fara a exista riscul de depasire a limitei de stabilitate si de distrugere a sculei sau de inrautatare locala a calitatii suprafetei.

In continuare se prezinta un exemplu de aplicare a inventiei in legatura cu figurile 1 și 2, unde:

- figura 1 prezinta structura secventelor in care a fost descompusa seria de timp curenta, in cazul strunjirii unei piese de tip disc, confectionata din otel OLC 45, cu diametrul initial de 300 mm; strunjirea s-a realizat pe un strung frontal SF-280, cu un avans radial de 0.22 mm/rot, o latime de aschiere de 2.5 mm (unghiul de atac fiind de  $0^\circ$ ) si o turatie de 68 rot/min.
- figura 2 prezinta valorile indicelui de corelatie intre secventele  $(i,j)$  si  $(i-1,j)$ , valorile specifice maxime ale functiei de autocorelatie, precum si valorile indicatorilor  $I_1$  si  $I_2$ .

Dupa cum se poate observa, la analiza figurii 1, variatia fortei de aschiere in seriile de timp inregistrate la un moment dat prezinta secvente cu aspect periodic evident ( $i = 1 \dots 7$ , pentru  $j = 1$ ,  $i = 4 \dots 7$ , pentru  $j = 5$ ) sau secvente cu aspect neperiodic ( $i = 2, 3, 4$  pentru  $j = 2$ ,  $i = 1, 2, 4$  pentru  $j = 3$  etc). Daca se examineaza o zona de trecere de la o secventa nevibrata (4,3), la o secventa cu un inceput de aspect periodic, (7,3) si se calculeaza pentru secventele din regiunea respectiva indicatorii  $I_1$  si  $I_2$ , se gasesc rezultatele prezentate in tabelul din figura 2.

Se poate, astfel, constata evolutia indicatorului  $I_1$  de la valoarea 0,032 la valoarea 0,091, apropiata de limita de la care secventa ar fi considerata instabila, conform descrierii inventiei – fapt in perfecta concordanta cu realitatea. De asemenea, se poate observa variatia indicatorului  $I_2$ , care arata, initial, o preponderenta a regenerarii secundare a vibratiilor ( $I_2 = 0,56$ ), dupa care, catre final, cele doua tipuri de regenerare incep sa aiba ponderi comparabile in mecanismul de regenerare a vibratiilor ( $I_2 = 0,86$ ).



19-11-2010

**- Revendicari -**

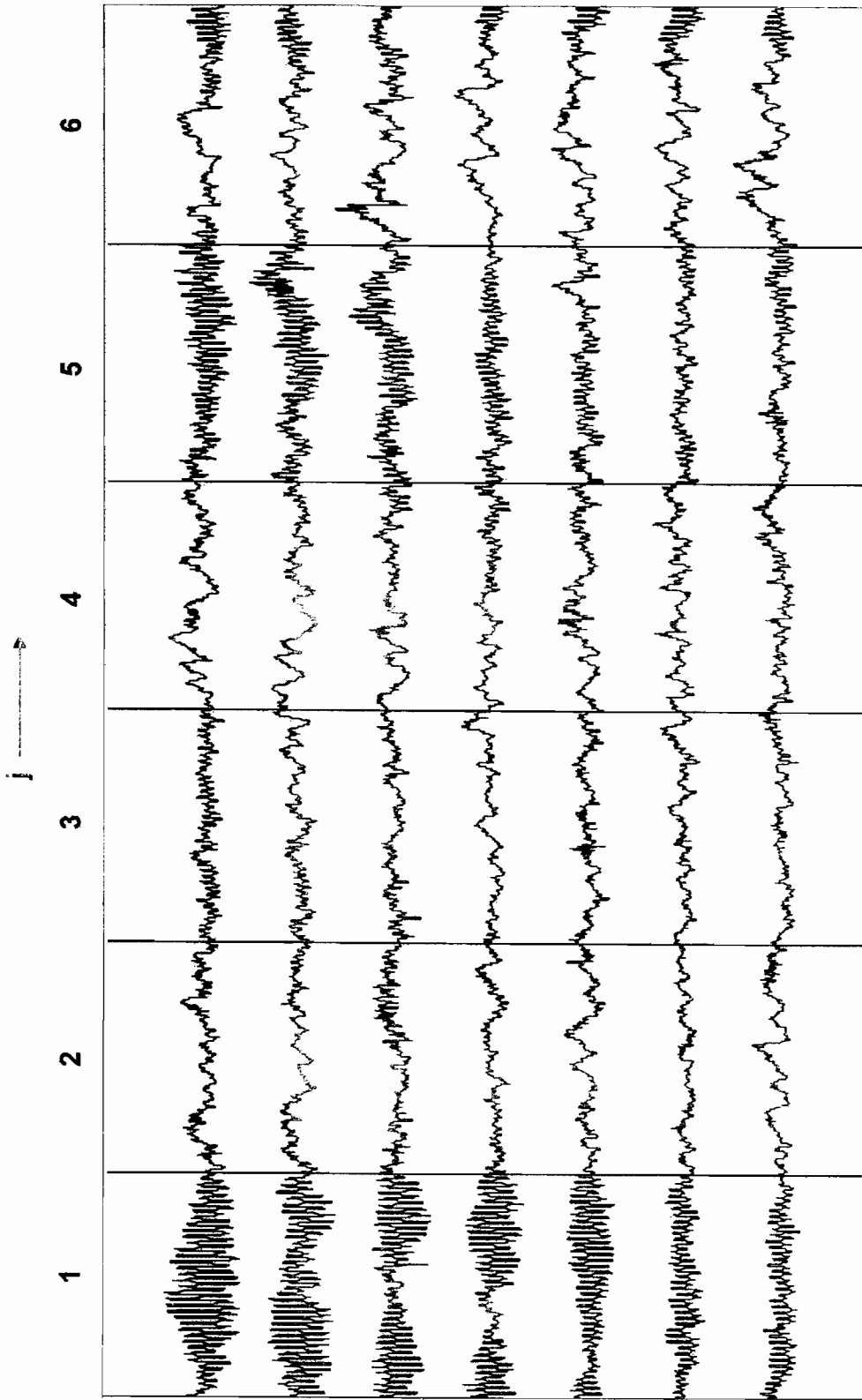
1. Metoda de control al stabilitatii proceselor de strunjire, caracterizata prin aceea ca, pentru pozitionarea punctului de functionare in raport cu limita de stabilitate este monitorizata on-line o componenta a fortei de aschiere, sub forma unui numar  $i = 5 \dots 10$  serii de timp succesive, fiecare serie de timp acoperind un ciclu de aschiere (o rotatie a piesei), la care prima are la unul dintre capete valoarea momentana a fortei, fiecare serie fiind, la randul sau divizata intr-un numar  $j = 4 \dots 6$  secvente, rezultand astfel un numar total de  $20 \dots 60$  de secvente.

2. Metoda de control al stabilitatii proceselor de strunjire, conform revendicarii 1, caracterizata prin aceea ca, pentru fiecare secventa  $(i,j)$  se calculeaza indicatorul  $I_1$  definit ca raportul dintre valoarea medie a distantei dintre doua extreme locale succesive ale semnalului si valoarea medie a acestuia, pe baza caruia fiecare secventa este evaluata ca fiind stabila daca  $I_1 < 0,1$  si instabila in caz contrar si, pentru fiecare secventa considerata instabila, se calculeaza indicatorul  $I_2$ , definit ca raportul dintre valoarea maxima a functiei de autocorelatie si valoarea coeficientului de corelatie cu secventa  $(i-1,j)$ , si aceasta este considerata ca fiind regenerata primar sau regenerata secundar, dupa cum  $I_2$  este mai mare, respectiv mai mic decat unitatea.

3. Metoda de control al stabilitatii proceselor de strunjire, conform revendicarii 1, caracterizata prin aceea ca, pentru a stabili corectiile necesare, se calculeaza procentul secventelor stabile,  $S$ , ca raport intre numarul secventelor stabile si numarul total de secvente evaluate, precum si procentul secventelor regenerata primar,  $RP$ , ca raport intre numarul acestor secvente si numarul total de secvente instabile, urmand ca pe baza evaluarii lui  $S$  sa se calibreze necesitatea si marimea corectiei, iar pe baza valorii lui  $RP$  sa se stabileasca natura corectiei care trebuie aplicata.



- Figuri -



1 501 1001 1501 2001 2501 3001 3501 4001 4501 5001 5501 6001 6501 7001 7501 8001

Figura 1 - Structura secventelor in care a fost descompusa seria de timp curenta, in cazul strunjirii unei piese de tip disc, confectionata din otel OLC 45, cu diametrul initial de 300 mm

*[Handwritten signatures]*



Secvența (i,j)	Variatia semnalului forta masurat	$i_1$	Valorile ind celui de corelatie cu secvența omoloaga din ciclul i-1	Valorile specifice maxime ale funcției de autocorelație	$i_2$
(4.3)		0.032	0.23	0.41	0.56
(5.3)		0.056	0.33	0.46	0.72
(6.3)		0.061	0.43	0.60	0.72
(7.3)		0.091	0.49	0.57	0.86

Fig.2 - Valorile indicelui de corelație între secvențele (i,j) și (i-1,j), valorile specifice maxime ale funcției de autocorelație și ale indicatorilor  $I_1$  și  $I_2$



Handwritten signatures and initials.