



(12)

CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2009 01006**

(22) Data de depozit: **02.12.2009**

(41) Data publicării cererii:
30.09.2011 BOPI nr. 9/2011

(71) Solicitant:
• UNIVERSITATEA "DUNĂREA DE JOS"
DIN GALAȚI, STR. DOMNEASCĂ NR.111,
GALAȚI, GL, RO

(72) Inventatori:
• MAIER CĂTĂLINA, STR. BRĂILEI NR.88,
BL.BR 5 B, SC.3, AP.6, GALAȚI, GL, RO;
• EPUREANU ALEXANDRU,
STR. ALEXANDRU LĂPUȘNEANU NR.16,
BL.B6, AP.16, GALAȚI, GL, RO;

• BANU MIHAELA, STR.SATURN NR.10,
BL.B2, SC.3, AP.28, GALAȚI, GL, RO;
• PĂUNOIU VIOREL, STR.BASARABIEI
NR.144, BL.N 3B, SC.3, AP.42, GALAȚI, GL,
RO;
• MARINESCU VASILICA,
BD.GEORGE COȘBUC NR.37, BL.C20,
AP.35, GALAȚI, GL, RO;
• MARIN FLORIN BOGDAN,
STR.TECUCIUL NOU NR.15, TECUCI, GL,
RO

(54) **METODĂ ȘI ECHIPAMENT PENTRU MODELAREA
COMPORTĂRII TABLELOR SUBȚIRI ÎN PROCESUL
DE AMBUTISARE CU NERVURI DE REȚINERE**

(57) Rezumat:

Invenția se referă la o metodă de a construi un model redus, care să descrie comportarea tablelor subțiri pe parcursul procesului de ambutisare, și la un echipament care poate fi folosit pentru implementarea metodei. Metoda conform invenției constă în construirea unui model redus, prin descompunerea procesului în procese elementare, elaborarea și executarea unui program experimental, cu ajutorul căruia se obține o bază de date, realizarea clusteringului variabilelor folosind relații cauzale, iar în final se realizează construcția modelelor elementare și a modelului general al procesului. Echipamentul conform invenției conține elementul (1) de deformare a poansonului și elementul (2) de deformare a matriței, care sunt schimbabile, cadrele (3, 4 și 5) ce reține pruveta cu forțele F1, F2 și, respectiv, F3, perechile de suporturi (6-7, 8-9 și 10-11) ce echilibrează forțele de reținere F1, F2 și, respectiv, F3, o placă (12) de bază, care echilibrează forța de deformare P, niște traductoare piezoelectrice (13, 14, 15, 16, 17, 18 și 19) și perechile de șuruburi (20, 21 și 22).

Revendicări: 6

Figuri: 10

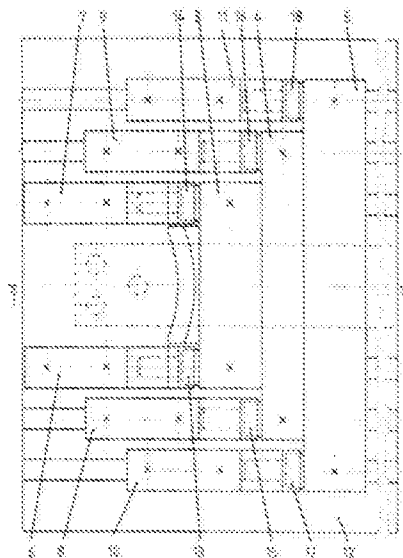


Fig. 5



- Descrierea invenției -

OFICIUL DE STAT PENTRU INVENȚII
Cerere de brevet de invenție
Nr. <i>2009/01000</i>
Data depozit <i>12-12-2009</i>

51

Invenția se referă la o *metoda* de a construi un model redus, care să descrie comportarea tablelor subțiri pe parcursul procesului de ambutisare cu nervuri de retenere, precum și la un *echipament* ce poate fi folosit pentru implementarea metodei în procesul de fabricație.

Metoda și echipamentul pentru modelarea comportării tablelor subțiri în procesul de ambutisare cu nervuri de retenere se pot aplica, atât la *proiectarea* proceselor și echipamentelor tehnologice necesare pentru ambutisarea din table subțiri a componentelor mecanice, în scopul găsirii unor valori optime pentru parametrii geometrici ai matritei și ai plăcii de retenere și pentru forța de retenere, astfel încât indicatorii de calitate ai produsului și indicatorii de economicitate ai procesului să aibă valori cât mai favorabile, cât și la *controlul* online al proceselor de ambutisare.

Sunt cunoscute metodele clasice de studiu al comportării tablelor în procesul de ambutisare, cum ar fi, de exemplu, Eriksen. Aceste metode oferă o *evaluare* a comportării în general a tablelor subțiri în cursul ambutisării și nu un *model* care să descrie comportarea acestora în cursul unor procese particulare de ambutisare, cu sau fără nervuri de retenere.

O metodă cunoscută de modelare a comportării tablelor subțiri în cursul unui proces concret de ambutisare cu nervuri de retenere este aceea bazată pe discretizarea în elemente foarte mici, dar finite, a tablei semifabricat și a pieselor ce compun echipamentul tehnologic în cauză, urmată de simularea procesului de ambutisare folosind un produs software adecvat. Repetând simularea cu valori diferite ale parametrilor geometrici ai matritei și ai plăcii de retenere, precum și cu legi diferite de variație în timp și spațiu a forței de retenere, se obțin date privitoare la nivelul indicatorilor de calitate ai produsului și de economicitate ai procesului. Analiza acestor date stă la baza *proiectării* proceselor și echipamentelor tehnologice.

Pe de altă parte, simulând procesul de ambutisare, cu considerarea *valorilor nominale* ale parametrilor echipamentului și procesului, se stabilește *traectoria nominală* după care ar trebui să evolueze variabilele de control al procesului de ambutisare real, controlul online al acestuia urmând a consta în corectarea abaterilor de la respectiva traiectorie.

Această metodă are următoarele dezavantaje:

- derularea repetată a algoritmului de modelare cu elemente finite și simulare a procesului de ambutisare *durează mult timp* și de aceea, în cazul unei fabricații care se modifică frecvent, metoda este economic neratională;
- simularea procesului de ambutisare diferă, uneori foarte mult, de modul real în care are loc procesul de ambutisare, atât în ceea ce privește frecarea dintre semifabricat și elementele echipamentului tehnologic cu care acesta se află în contact, cât și în ceea ce privește procesul real de deformare plastică însoțită de ecruisarea materialului (legea de comportare a materialului), și, ca o consecință a acestei situații, *apar erori semnificative* în ceea ce privește starea de tensiuni și deformări remanente care se instalează în produsul finit și îi influențează calitatea;
- rezultatele simulărilor ocazionate de proiectarea echipamentului și a procesului de ambutisare cu nervuri de retenere a unui produs anume *sunt specifice acestuia* și nu mai pot fi utilizate în cazul unui alt produs; ca urmare această metodă permite doar modelarea unui proces de ambutisare anume și nu modelarea comportării tablei semifabricat în procesul de ambutisare.

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția constă în furnizarea unei *metode și a echipamentului necesar aplicării acesteia*, cu ajutorul cărora se poate construi un model redus, ce descrie, mai aproape de realitate, comportarea unei table subțiri date, în cursul unui proces de ambutisare dat, și care să poată fi utilizat, atât la *proiectarea* echipamentului și procesului, în scopul stabilirii valorilor nominale ale parametrilor acestora, cât și la *controlul* online al procesului, în scopul stabilirii corecțiilor ce trebuie aplicate pentru a contracara efectul perturbațiilor specifice acestui proces, cum ar fi de exemplu variațiile inerente ale caracteristicilor dimensionale și de material ale semifabricatelor.

Metoda și echipamentul pentru modelarea comportării tablelor subțiri în procesul de ambutisare cu nervuri de retenere, potrivit invenției, înlătură dezavantajele de mai sus *prin aceea că*, algoritmul de

aplicare a acesteia consta în descompunerea procesului concret de ambutisare în procese elementare. modelarea fiecărui proces elementar astfel rezultat și construcția modelului redus al procesului global de ambutisare, prin compunerea modelelor proceselor elementare aferente și asocierea acestora cu condițiile la limita, specifice zonelor care separa procesele elementare, *și prin aceea că* descompunerea procesului concret de ambutisare în procese elementare se realizează astfel încât, la toate procesele elementare, paternul după care are loc deformarea plastică a semifabricatului să fie același, procesele elementare întâlnite în variate cazuri concrete diferind doar prin parametrii paternului și nu prin structura acestuia, iar modelele proceselor elementare rezultate în urma descompunerii procesului global sunt obținute prin construcția unui model general al proceselor elementare și particularizarea acestuia pentru fiecare proces elementar în parte, *dar și prin aceea că* modelul general al proceselor elementare se obține prin procesarea datelor rezultate în urma unui program experimental, care consta în derularea repetată, cu valori schimbate ale parametrilor, a unui proces standard de ambutisare cu nervuri de retenție, așa cum acesta este prezentat în figura 2, *precum și prin aceea că* ansamblul echipamentului include următoarele componente:

- elementul de deformare 1 al poansonului și elementul de deformare 2 al matriței, care sunt schimbabile, astfel încât să se modifice valorile, atât ale razelor r1 și r2, cât și ale razelor R1 și R2 ale zonei de deformare;
- cadrul 3, care reține epruveta cu forța F1, rezultată prin frecarea cauzată de forța Q cu care epruveta este presată;
- cadrul 4, care reține epruveta cu forța F2, datorită deformării epruvetei provocată de patrunderea h a nervurii de retenție;
- cadrul 5, care reține epruveta cu forța F3, rezultată prin frecarea cauzată de forța S cu care epruveta este presată;
- suportii 6 și 7, care echilibrează forța de retenție F1 și, în plus, susțin elementul de deformare 2 al matriței;
- suportii 8 și 9, care echilibrează forța de retenție F2;
- suportii 10 și 11, care echilibrează forța de retenție F3;
- placa de bază 12, care echilibrează forța de deformare P exercitată de poanson;

și ca, pe de altă parte, forțele F1, F2, F3 sunt măsurate cu ajutorul traductoarelor piezoelectrice, respectiv, 13 și 14, 15 și 16, 17 și 18, prin intermediul cărora suportii 6 și 7, 8 și 9, 10 și 11 rețin cadrele 3, 4, 5 în timp ce forța P este măsurată de patru traductoare piezoelectrice 19, prin intermediul cărora placa de bază 12 se așază pe masa presei folosită pentru realizarea programului experimental, în timp ce cotele a, b, c și d sunt setate, la valorile necesare fiecărei probe din programul experimental, prin poziționarea corespunzătoare a suportilor 6 și 7, 8 și 9, 10 și 11, în canalele în T ale plăcii de bază 12 iar forțele Q și S, precum și patrunderea h sunt setate, la valorile necesare fiecărei probe din programul experimental, prin intermediul perechilor de suruburi 20, 21 și 22, care sunt înșurubate în cadrele 3, 4, respectiv 5.

Invenția prezintă următoarele avantaje:

- modelul obținut este *mai aproape de realitatea fizică* a procesului de ambutisare, deoarece se construiește pe baza unor date experimentale specifice produsului, procesului și echipamentului pentru care a fost construit;
- modelul este simplu și de aceea *poate fi utilizat pentru conducerea online* a procesului de ambutisare;
- baza de date ce a fost folosită la construcția modelului *poate fi folosită și la construcția altor modele*, care să descrie alte procese de ambutisare.

În continuare se prezintă un exemplu de aplicare a invenției în legătură cu figurile 1...10, unde:

- figura 1 prezintă *schema epruvetelor* utilizate în procesul experimental prin care se extrag datele necesare pentru construirea modelului comportării tablelor subțiri în procesul de ambutisare cu nervuri de retenție;
- figura 2 prezintă *schema procesului experimental* prin care se extrag datele necesare pentru construirea modelului comportării tablelor subțiri în procesul de ambutisare cu nervuri de retenție;

- figura 3 prezinta *un exemplu de descompunere* a procesului de ambutisare a unei cutii dreptunghiulare in procese elementare
- figura 4 reprezinta *o sectiune cu un plan vertical* a echipamentului folosit la aplicarea intr-un caz concret a metodei de modelare a comportarii tablelor subtiri in procesul de ambutisare cu nervuri de retinere;
- figura 5 reprezinta *vederea de sus a echipamentului* in care subansamblul poansonului nu a fost prezentat;
- figura 6 prezinta *constructia celor doua cadre* care asigura retinerea prin frecare simpla a semifabricatului;
- figura 7 prezinta *constructia cadrului* care asigura retinerea prin frecare cu nervuri de retinere a semifabricatului;
- figura 8 prezinta *constructia placii de baza* a echipamentului.
- figura 9 prezinta un *extras din baza de date* completata in cursul desfasurarii programului experimental.
- figura 10 prezinta o *captura de ecran* continand unul dintre rezultatele analizei bazata pe modelare neuronală a relatiilor de cauzalitate ce exista intre variabilele procesului.

Potrivit inventiei, metoda de modelare a comportarii tablelor subtiri in procesul de ambutisare cu nervuri de retinere presupune constructia unui model redus, care sa descrie legaturile cauzale ce exista intre marimile fizico-geometrice prin care se poate caracteriza deopotriiva procesul, produsul si semifabricatul, intr-un caz concret oarecare.

Metoda de modelare pleaca de la observatia/ipoteza de baza, potrivit careia, intr-un caz concret oarecare, procesul de transformare a semifabricatului in piesa ambutisata *poate fi descompus* intr-un numar mic de procese elementare si, mai mult, ca, suficient de precis pentru scopul urmarit, aceste procese elementare *pot fi considerate independente*, sub aspectul zonei din semifabricat care este supusa ambutisarii si, corespunzator, al zonei din piesa care va rezulta in urma ambutisarii.

Potrivit acestei metode, modelarea comportarii tablelor subtiri in procesul de ambutisare cu nervuri de retinere consta in *descompunerea* procesului concret de ambutisare in procese elementare, *modelarea* fiecarui proces elementar astfel rezultat si *constructia modelului redus* al procesului global de ambutisare, prin compunerea modelelor proceselor elementare aferente si asocierea acestora cu conditiile la limita, specifice zonelor care separa procesele elementare.

Daca, in plus, observatia/ipoteza de baza include/admite si faptul ca, la toate procesele elementare, paternul dupa care are loc deformarea plastica a semifabricatului este acelasi, procesele elementare intalnite in variate cazuri concrete diferind doar prin parametri paternului si nu prin structura acestuia, atunci modelele proceselor elementare rezultate in urma descompunerii procesului global poate fi obtinut prin *constructia unui model general* al proceselor elementare si particularizarea acestuia pentru fiecare proces elementar in parte.

Spre exemplu, in cazul ambutisarii unei cutii dreptunghiulare, asa cum se arata in figura 3, deformarea plastica a zonei 1-A0-B0-2 din suprafata semifabricatului **SM** si transformarea acestei zone in zona 1-A-B-2 a piesei finite **PF** reprezinta unul dintre procesele elementare ce compun procesul de ambutisare a cutiei. Datorita simetriei, zonele simetrice din semifabricat si piesa finita sunt subiectul unui alt proces elementar identic cu cel de mai sus. Pe de alta parte, transformarea zonei 2-C0-D0-3 din suprafata semifabricatului **SM** in zona 2-C-D-3 a piesei finite **PF**, precum si a zonelor simetrice acestora, reprezinta alte doua procese elementare componente. Adaugand la acestea procesul elementar de transformare a zonei 2-B0-C0-2 a semifabricatului **SM** in zona 2-B-C-2 a piesei finite **PF**, si alte trei procese elementare identice cu acesta, corespunzatoare celorlate colturi ale cutiei, rezulta descompunerea procesului de ambutisare in opt procese elementare.

Pe de alta parte, daca razele **R1** si **R2** cu care sunt racordate colturile cutiei si unghiul **B2C** vor fi considerate variabile, atunci se poate considera ca toate procesele elementare rezultate in urma descompunerii au acelasi patern de deformare, diferenta dintre ele fiind data de valorile razelor **R1** si **R2** si ale unghiului **B2C**, acestea avand rolul de parametri intr-un model general al celor opt procese elementare componente. Daca se aduga noi parametri, este posibil de modelat o varietate mai mare de procese elementare, putandu-se practic ajunge chiar la cuprinderea tuturor tipurilor de procese elementare ce se intalnesc in activitatea concreta a unei intreprinderi.

02-12-2009

48

Potrivit invenției, modelul general al proceselor elementare se obține prin procesarea datelor rezultate în urma unui *program experimental*, care constă în derularea repetată, cu valori schimbate ale parametrilor, a unui proces tipic/standard de ambutisare cu nervuri de reținere, așa cum acesta este prezentat în figura 2.

În fiecare caz particular de aplicare a metodei, marimile fizico-geometrice, caracterizante în ceea ce privește procesul, produsul și semifabricatul, se împart, funcție de situația concretă, în două grupe, una continuând acele marimi care vor fi considerate variabilele modelului general al proceselor elementare și alta continuând restul marimilor, considerate drept constante ale acestui model.

Construirea *modelului redus*, care să descrie comportarea tablelor subțiri în procesul de ambutisare cu nervuri de reținere, pleacă de la situația concretă, specifică respectivului caz particular de aplicare a metodei, și presupune construirea *modelului general al proceselor elementare* prin parcurgerea următorilor pași:

Pasul 1 este *elaborarea programului experimental* și constă în stabilirea variabilelor și constantelor modelului general al proceselor elementare, care vor fi specifice și programului experimental. Valoarea unică a fiecărei constante, domeniul de variație al fiecărei variabile, precum și a seturilor de valori ale variabilelor corespunzătoare fiecărei probe experimentale, determină conținutul programului experimental. La stabilirea acestor seturi de valori, punctul de referință este dat de acele valori ale marimilor fizico-geometrice caracterizante pentru procesul, produsul și semifabricatul la care se aplică metoda, care se apropie cel mai mult de cazurile potențiale la care modelul rezultat se va aplica.

Pasul 2 constă în aceea ca, folosind echipamentul de implementare a metodei, conform invenției, se execută *programul experimental*, obținându-se astfel date experimentale specifice.

Pasul 3 constă în *completarea bazei de date*. În acest scop se vor folosi datele specifice obținute în cadrul programului experimental, dar și alte date, rezultate din simulări numerice sau programe experimentale anterioare.

Pasul 4 presupune *clusteringul variabilelor* pe baza relațiilor cauzale. Pivottii acestui clustering sunt acele variabile care reprezintă parametrii de interes în proiectarea procesului și a echipamentului de ambutisare.

Pasul 5 constă în *construcția modelelor* care descriu relațiile cauzale evidențiate la pasul anterior. Ansamblul modelelor astfel rezultate reprezintă *modelul general al proceselor elementare*.

Un exemplu de parcurgere a programului experimental și de construire a modelului general al procesului elementar de deformare plastică, aferent zonei 1-2-B-A-1 din figura 1, se prezintă în continuare.

În figura 9 se prezintă un extras din baza de date aferent programului experimental. Semnificația variabilelor ale căror valori sunt prezentate în această figură, este cea corespunzătoare figurii 2. Constantele corespunzătoare sunt următoarele: $r_1=3$, $r_2=5$, $R_1=30$, $R_2=75$, $a=38$, $b=3$, $c=15$, $d=17.5$, $g=1$ mm, material DP600.

Pe baza modelării neuronale a datelor continute în baza de date, din care un extras se prezintă în figura 10, au fost identificate clusterelor de variabile între care există relații de cauzalitate. Apoi, folosind aceleasi date din baza de date, au fost construite modelele matematice care descriu relațiile de cauzalitate identificate anterior. Aceste modele matematice sunt prezentate mai jos.

$$P = -4E-05 R^2 + 0.1766 R + 51.594$$

$$DL = 1446 + 2.011 R - 34.012 z + 0.0738 R z - 0.0049 R^2 + 0.5074 z^2$$

$$Z_0 = -0.249 z^2 + 8.4657 z + 2.0363$$

$$X_0 = -0.0101 z^2 + 1.7181 z + 1.8285$$

$$\sigma_{11} \text{ maxim} = -108.57 + 4.759 R + 5.805 z + 0.00131 R z - 0.0071 R^2 - 0.2358 z^2 \quad 02-12-2009$$

$$\sigma_{22} \text{ maxim} = -16.015 - 0.759 R + 5.18 z + 0.0135 R z + 0.0008 R^2 - 0.4617 z^2$$

Construcția echipamentului necesar pentru aplicarea metodei de modelare a comportării tablelor subțiri în procesul de ambutisare cu nervuri de retenție are drept punct de plecare schema procesului experimental, prezentată în figura 2, prin care se extrag datele specifice necesare pentru construirea modelului comportării tablelor subțiri în procesul de ambutisare cu nervuri de retenție.

Ansamblul echipamentului include următoarele componente:

- elementul de deformare 1 al poansonului și elementul de deformare 2 al matritei, care sunt schimbabile, astfel încât să se modifice valorile, atât ale razelor r1 și r2, cât și ale razelor R1 și R2 ale zonei de deformare;
- cadrul 3, care reține epruveta cu forța F1, rezultată prin frecarea cauzată de forța Q cu care epruveta este presată;
- cadrul 4, care reține epruveta cu forța F2, datorită deformării epruvetei provocată de patrunderea h a nervurii de retenție;
- cadrul 5, care reține epruveta cu forța F3, rezultată prin frecarea cauzată de forța S cu care epruveta este presată;
- suportii 6 și 7, care echilibrează forța de retenție F1 și, în plus, susțin elementul de deformare 2 al matritei;
- suportii 8 și 9, care echilibrează forța de retenție F2;
- suportii 10 și 11, care echilibrează forța de retenție F3;
- placa de bază 12, care echilibrează forța de deformare P exercitată de poanson.

Forțele F1, F2, F3 sunt măsurate cu ajutorul traductoarelor piezoelectrice, respectiv, 13 și 14, 15 și 16, 17 și 18, prin intermediul cărora suportii 6 și 7, 8 și 9, 10 și 11 rețin cadrele 3, 4, 5 în timp ce forța P este măsurată de patru traductoare piezoelectrice 19, prin intermediul cărora placa de bază 12 se așază pe masa presei folosită pentru realizarea programului experimental.

Cotele a, b, c și d sunt setate, la valorile necesare fiecărei probe din programul experimental, prin poziționarea corespunzătoare a suportilor 6 și 7, 8 și 9, 10 și 11, în canalele în T ale plăcii de bază 12.

Forțele Q și S, precum și patrunderea h sunt setate, la valorile necesare fiecărei probe din programul experimental, prin intermediul perechilor de suruburi 20, 21 și 22, care sunt înșurubate în cadrele 3, 4, respectiv 5.

- Revendicari -

02-12-2009

1. Metoda pentru modelarea comportarii tablelor subtiri in procesul de ambutisare cu nervuri de retinere, caracterizata prin aceea ca, algoritmul de aplicare a acesteia consta in descompunerea procesului concret de ambutisare in procese elementare, modelarea fiecarui proces elementar astfel rezultat si constructia modelului redus al procesului global de ambutisare, prin compunerea modelelor proceselor elementare aferente si asocierea acestora cu conditiile la limita, specifice zonelor care separa procesele elementare.
2. Metoda pentru modelarea comportarii tablelor subtiri in procesul de ambutisare cu nervuri de retinere, corespunzator revendicarii 1, caracterizata prin aceea ca descompunerea procesului concret de ambutisare in procese elementare se realizeaza astfel incat, la toate procesele elementare, paternul dupa care are loc deformarea plastica a semifabricatului este acelasi, procesele elementare intalnite in variate cazuri concrete diferind doar prin parametrii paternului si nu prin structura acestuia, iar modelele proceselor elementare rezultate in urma descompunerii procesului global sunt obtinute prin constructia unui model general al proceselor elementare si particularizarea acestuia pentru fiecare proces elementar in parte.
3. Metoda pentru modelarea comportarii tablelor subtiri in procesul de ambutisare cu nervuri de retinere, corespunzator revendicarii 1, caracterizata prin aceea ca modelul general al proceselor elementare se obtine prin procesarea datelor rezultate in urma unui program experimental, care consta in derularea repetata, cu valori schimbate ale parametrilor, a unui proces tipic/standard de ambutisare cu nervuri de retinere, asa cum acesta este prezentat in figura 2.
4. Echipament pentru modelarea comportarii tablelor subtiri in procesul de ambutisare cu nervuri de retinere, caracterizat prin aceea ca ansamblul echipamentului include urmatoarele componente:
 - elementul de deformare 1 al poansonului si elementul de deformare 2 al matritei, care sunt schimbabile, astfel incat sa se modifice valorile, atat ale razelor r1 si r2, cat si ale razelor R1 si R2 ale zonei de deformare;
 - cadrul 3, care retine epruveta cu forta F1, rezultata prin frecarea cauzata de forta Q cu care epruveta este presata;
 - cadrul 4, care retine epruveta cu forta F2, datorita deformarii epruvetei provocata de patrunderea h a nervurii de retinere;
 - cadrul 5, care retine epruveta cu forta F3, rezultata prin frecarea cauzata de forta S cu care epruveta este presata;
 - suportii 6 si 7, care echilibreaza forta de retinere F1 si, in plus, sustin elementul de deformare 2 al matritei;
 - suportii 8 si 9, care echilibreaza forta de retinere F2;
 - suportii 10 si 11, care echilibreaza forta de retinere F3;
 - placa de baza 12, care echilibreaza forta de deformare P exercitata de poanson;
 iar fortele F1, F2, F3 sunt masurate cu ajutorul traductoarelor piezoelectrice, respectiv, 13 si 14, 15 si 16, 17 si 18, prin intermediul carora suportii 6 si 7, 8 si 9, 10 si 11 retin cadrele 3, 4, 5 in timp ce forta P este masurata de patru traductoare piezoelectrice 19, prin intermediul carora placa de baza 12 se aseaza pe masa presei folosita pentru realizarea programului experimental.
5. Echipament pentru modelarea comportarii tablelor subtiri in procesul de ambutisare cu nervuri de retinere, conform revendicarii 4, caracterizat prin aceea ca distantele a, b, c si d sunt setate, la valorile necesare fiecarei probe din programul experimental, prin pozitionarea corespunzatoare a suportilor 6 si 7, 8 si 9, 10 si 11, in canalele in T ale placii de baza 12.
6. Echipament pentru modelarea comportarii tablelor subtiri in procesul de ambutisare cu nervuri de retinere, conform revendicarii 4, caracterizat prin aceea ca fortele Q si S, precum si patrunderea h sunt setate, la valorile necesare fiecarei probe din programul experimental, prin intermediul perechilor de suruburi 20, 21 si 22, care sunt insurubate in cadrele 3, 4, respectiv 5.

45

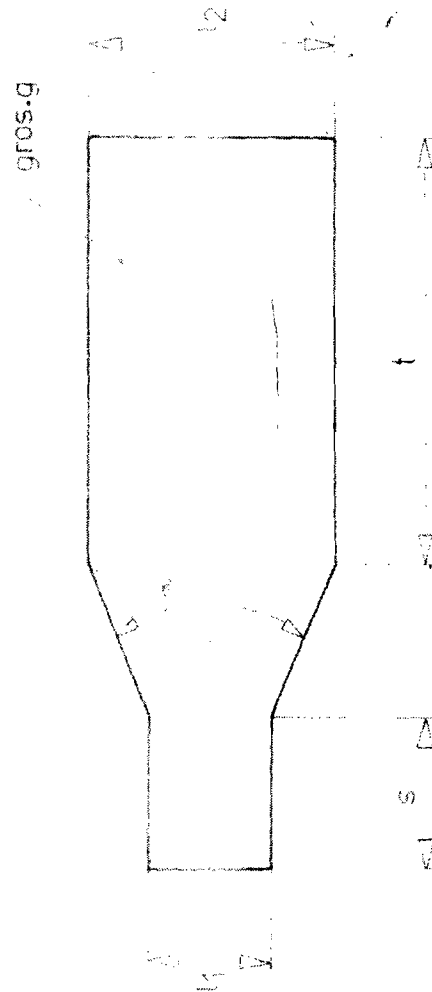


Fig.1



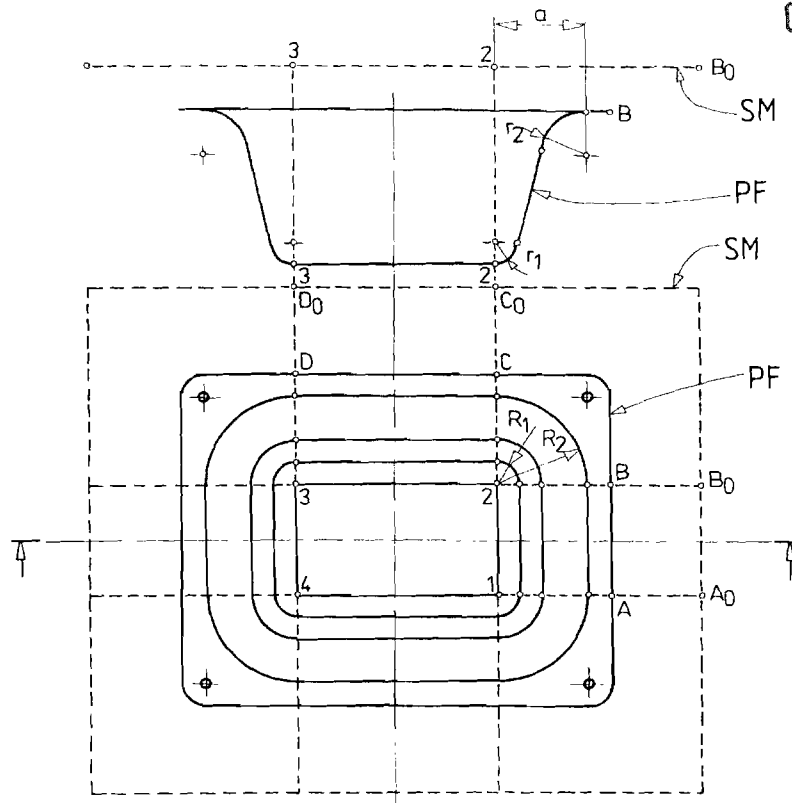


Fig.3

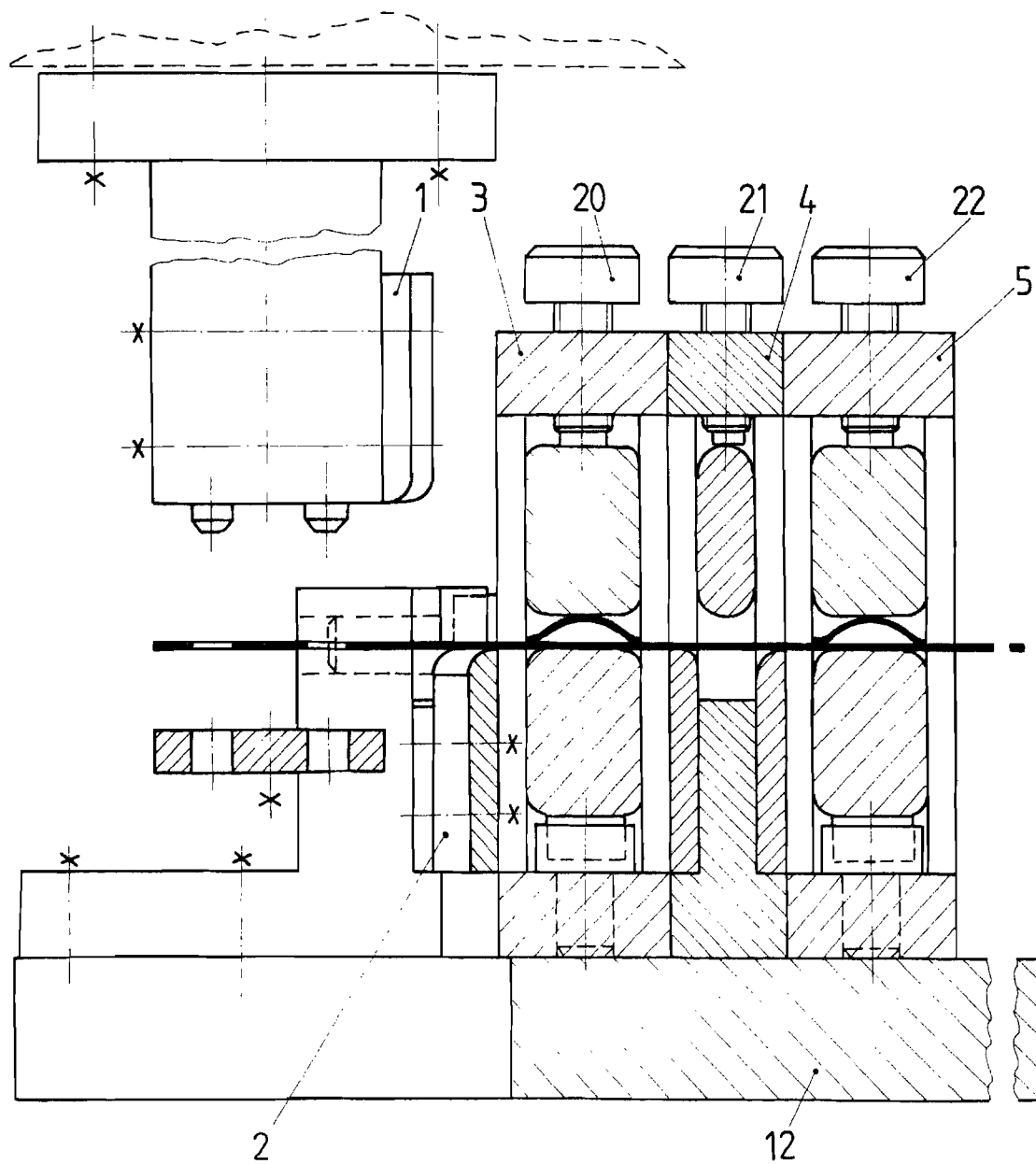


Fig.4

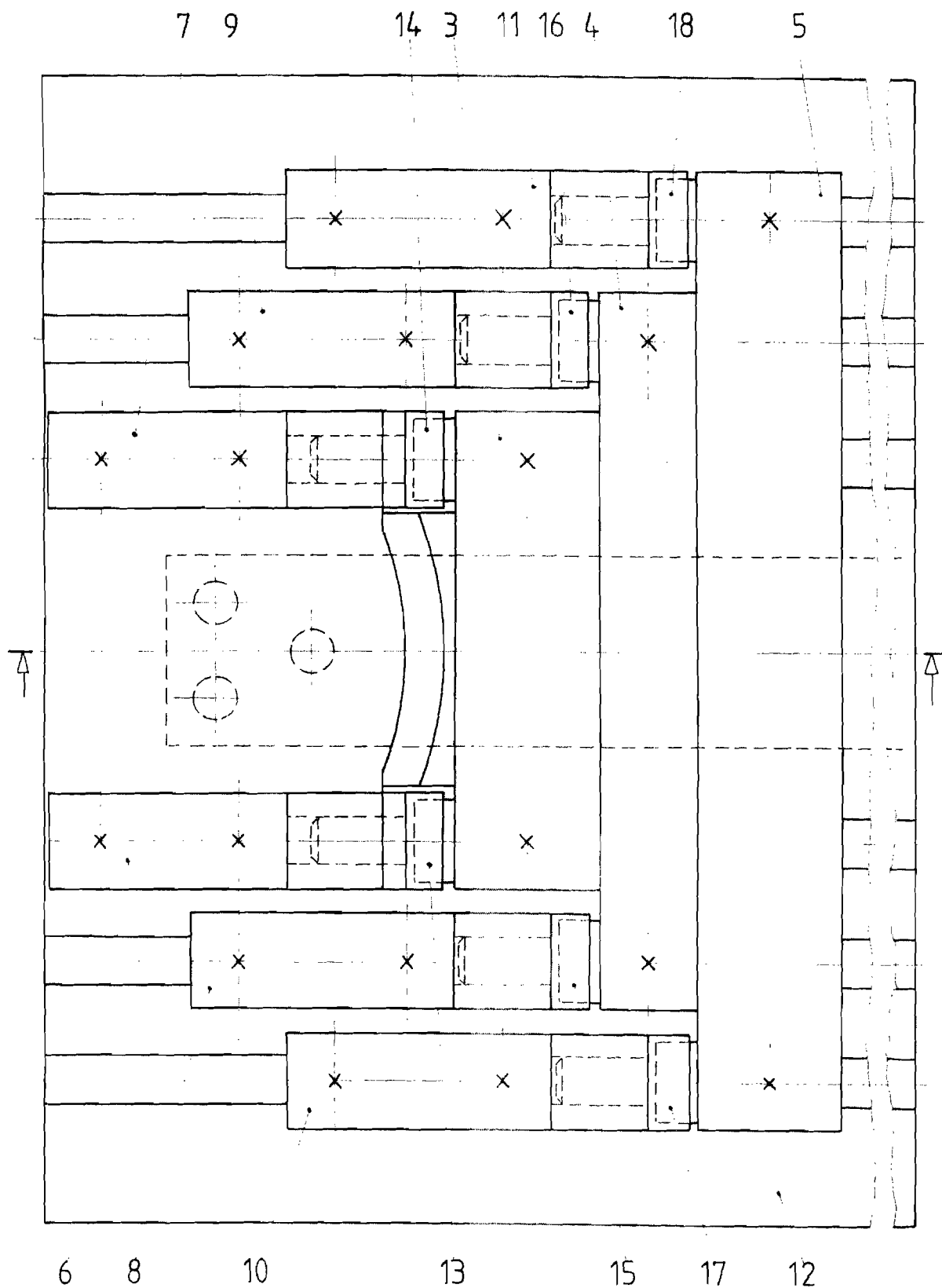


Fig.5

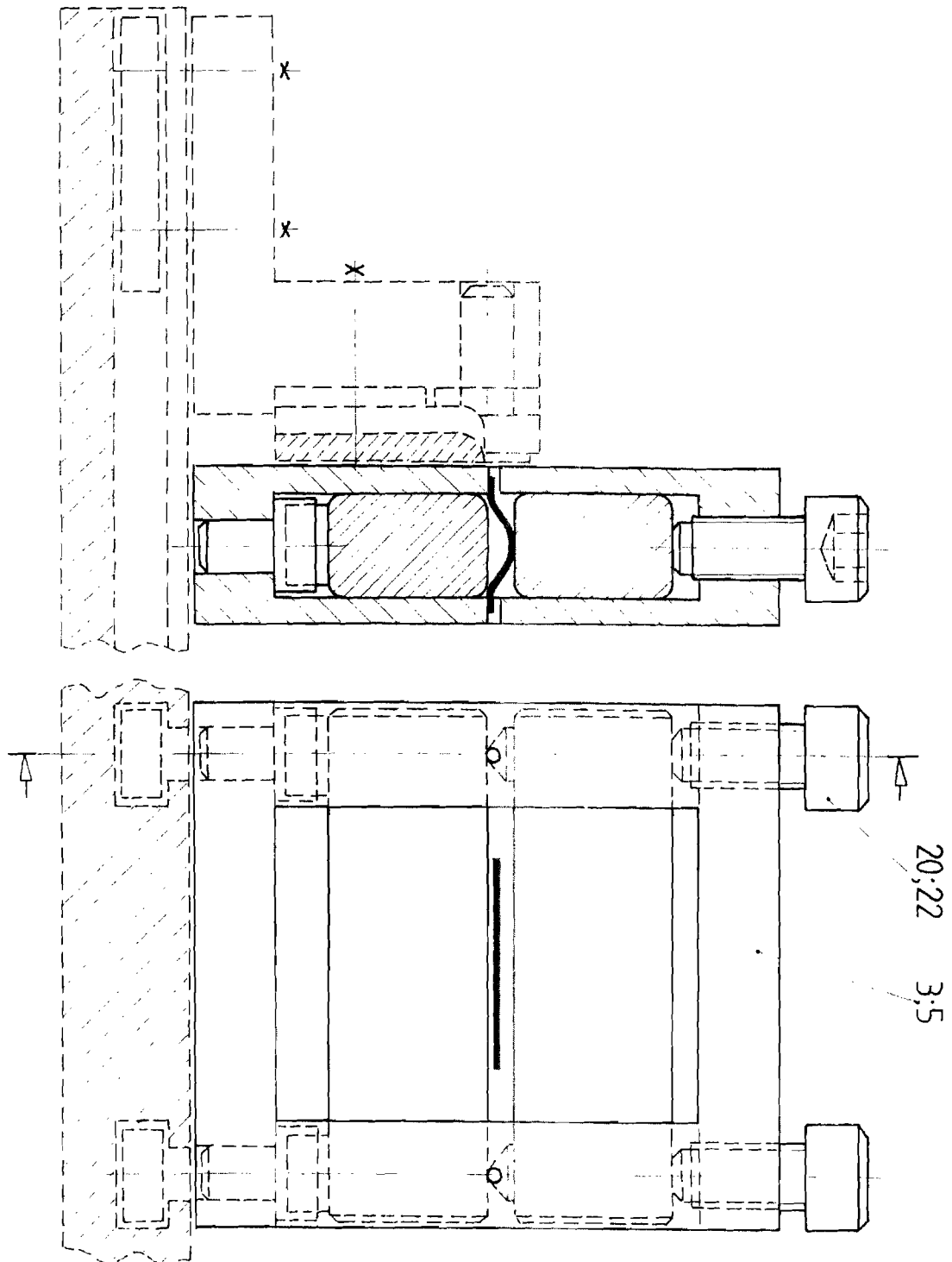


Fig.6

21

4

