

(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2020 00291

(22) Data de depozit: 27/05/2020

(41) Data publicării cererii:  
30/12/2021 BOPI nr. 12/2021

(71) Solicitant:  
• INSTITUTUL NAȚIONAL DE  
CERCETARE-DEZVOLTARE ÎN SUDURĂ  
ȘI ÎNCERCĂRI DE MATERIALE - ISIM  
TIMIȘOARA, BD.MIHAI VITEAZU NR.30,  
TIMIȘOARA, TM, RO

(72) Inventatori:  
• VERBITCHI VICTOR,  
STR.DUMITRU KIRIAC, NR.10, AP.11,  
TIMIȘOARA, TM, RO;

• DAȘCĂU HORIA FLORIN,  
STR. BRÂNDUȘEI NR. 14, BL. 24, SC. A,  
ET. 3, AP. 14, TIMIȘOARA, TM, RO;  
• BOȚILĂ LIA NICOLETA,  
STR.ANA IPĂTESCU NR.17, SC.A, ET.1,  
AP.8, TIMIȘOARA, TM, RO;  
• COJOCĂRU RADU, BD.REGELE CAROL I  
NR.2, AP.4 A, TIMIȘOARA, TM, RO

(54) METODĂ ȘI DISPOZITIV DE ÎMBINARE FSW ȘI DE  
PROCESARE FSP CU ÎNCLINAREA METALELOR DE BAZĂ

(57) Rezumat:

Invenția se referă la o metodă și la un dispozitiv de îmbinare a unor materiale, din aliaje metalice sau din mase plastice, poziționate înclinat față de orizontală, utilizând sudarea prin frecare cu element activ rotitor FSW și procesarea prin frecare cu element activ rotitor FSP, procesarea FSP acționând ca un tratament termodynamic asupra materialelor. Metoda conform invenției constă în deplasarea unelei (10) de prelucrare pe direcția X cu viteza  $v_{(x)} = 1...10$  mm/s, corelată cu o deplasare simultană pe direcția Z cu viteza  $v_{(z)} = (h/L) v_{(x)}$  unde h este proiecția pe axa Oz a traseului de sudare (procesare), iar L este proiecția pe axa Ox a traseului de sudare (procesare) ceea ce înseamnă că  $v_{(z)} = v_{(x)} \tan \alpha$ , deoarece  $\tan \alpha = h/L$ , astfel încât în timpul procesului FSW sau FSP flancul de atac al umărului unelei aflate în mișcare de rotație cu turația  $n = 600...3500$  rot/min pătrunde progresiv în tablele (7), în mod continuu, în punctul în care adâncimea de pătrundere în metalul de bază este minimă. Dispozitivul conform invenției este constituit dintr-o placă (1) de bază pe care sunt amplasate plăcile (2 și 3) de prindere, fixate de placa (1) de bază cu niște șuruburi (4), niște growere (5) și niște șaibe (6), între placa (1) de bază și plăcile (2 și 3) de prindere fiind fixate prin strângere niște table (7) de îmbinat prin FSW sau FSP, iar sub placa (1) de bază se află o piesă (9) calibrată

pentru înclinarea plăcii (1) de bază cu un unghi  $\alpha$  cuprins între  $1...3^\circ$  față de masa (8) a unei mașini de îmbinare FSW și de procesare FSP, ceea ce face ca unealta (10) de prelucrare să aibă același unghi de înclinare față de tablele (7) de procesat.

Revendicări: 2

Figuri: 2

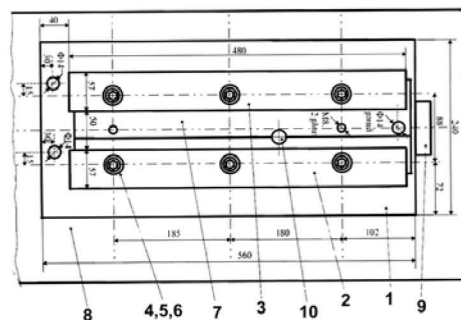
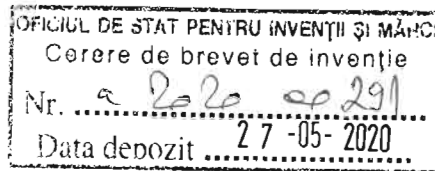


Fig. 1





(a) **Metodă și dispozitiv de îmbinare FSW și de procesare FSP, cu înclinarea metalelor de bază**

**- Descrierea invenției -**

(b) *Invenția se referă la o metodă și la un dispozitiv de îmbinare FSW și de procesare FSP, cu înclinarea metalelor de bază, destinate pentru anumite materiale de bază din aliaje metalice sau din mase plastice. Procedeele tehnologice avute în vedere sunt: sudarea prin frecare cu element activ rotitor (friction stir welding, FSW), precum și procesarea prin frecare cu element activ rotitor (friction stir processing, FSP). Sudarea FSW este un procedeu de îmbinare neconvențional, iar procesarea FSP este un procedeu neconvențional de prelucrare care acționează ca un tratament termomecanic. Se estimează și unele posibilități de implementare a metodei și a dispozitivului propuse și la alte aplicații.*

Sistemul este destinat pentru procedeele menționate, care se caracterizează prin faptul că ele efectuează prelucrarea materialelor prin deformare plastică la rece, respectiv în domeniul de plasticitate al materialelor, până la maximum 80% din nivelul temperaturii (după scara de grade centigrade Celsius) de topire a acestor materiale, deci fără topirea lor. Principiul de funcționare al acestor procedee constă în utilizarea frecării în vederea generării căldurii necesare pentru aducerea materialelor de îmbinat sau de procesat la temperatura de plastifiere necesară pentru deformarea plastică în condiții corespunzătoare sau optime a materialelor de bază, în scopul realizării operațiilor de prelucrare dorite asupra acestora.

În cazul sudării FSW, scopul este realizarea îmbinării dintre două materiale similare sau disimilare prin agitarea și amestecarea mecanică a materialelor cu ajutorul uneltei specializate, care agită cele două materiale până la combinarea structurilor proprii ale acestora în cadrul unei structuri comune, cu granulație cât mai fină. În cazul procesării FSP, scopul este modificarea locală, pe o zonă delimitată a structurii unui anumit metal de bază prin agitarea și amestecarea mecanică a materialului cu ajutorul uneltei specializate, care agită materialul din vecinătatea imediată a pinului uneltei și îl aduce la temperatura de plastifiere, determinând curgerea materialului și depunerea acestuia în spatele uneltei, după procesare obținându-se ca rezultat creșterea locală a gradului de deformabilitate a materialului procesat, respectiv obținerea unor zone de material cu caracteristici mecanice îmbunătățite.



(c) *In stadiul actual* al tehnicii, în scopul îndeplinirii cerințelor de calitate ale procedeelelor de prelucrare prin frecare, se efectuează monitorizarea în timp real a parametrilor de funcționare ai utilajelor specializate pentru procedeele menționate.

Asupra desfășurării procesului de prelucrare influențează și anumiți factori: forma, dimensiunile și materialul uneltei de prelucrare, poziționarea uneltei, poziționarea pieselor care se prelucrează, forma constructivă și caracteristicile dispozitivului de poziționare, natura materialului de prelucrat, starea suprafeței materialului de prelucrat, starea de tratament mecanic, termic sau chimic, structura materialelor de prelucrat, etc.

Randamentul energetic al procedeelelor de frecare este influențat de toți parametrii și factorii enumerați mai sus. Procedeele sunt foarte complexe și ele sunt analizate în detaliu prin software specializat de simulare, modelare și proiectare. Unele programe din această categorie se bazează pe analiza prin metoda elementului finit. Rezultatele analizei conduc la selectarea anumitor domenii de valori pentru parametri procedeelelor sau pentru anumiți factori.

La sudarea prin frecare cu element activ rotitor (FSW), modul de pătrundere a uneltei în metalele de bază, precum și menținerea adâncimii de pătrundere a acesteia au o mare importanță asupra desfășurării procesului de sudare FSW, respectiv asupra rezultatelor sudării.

În tehnica actuală este cunoscută o anumită variantă de utilizare a tehnologiei FSW, care utilizează înclinarea uneltei FSW, realizată prin înclinarea întregului mecanism de acționare în mișcarea de rotație a uneltei FSW, în cadrul echipamentului FSW. Soluția aceasta este foarte complexă, iar din acest motiv este și foarte costisitoare.

(d) Problema pe care o rezolvă invenția este elaborarea unei metode de îmbinare FSW și de procesare FSP cu înclinarea metalelor / metalului de bază, ca o metodă inovativă de poziționare relativă a uneltei de prelucrare (FSW și/sau FSP) în raport cu metalele / metalul de bază, precum și de deplasare a uneltei de prelucrare pe suprafața metalelor de bază, care să permită un regim mecanic adecvat și cu randament mai ridicat al procesului de frecare al umărului uneltei de prelucrare pe suprafața metalelor de bază, care conduce și la un regim termic adecvat al procesului de frecare, în scopul executării de îmbinări FSW și de procesări FSP, conform anumitor cerințe tehnologice, dar utilizând un echipament de complexitate mai redusă, cu consum relativ mai redus de energie și cu deformații minime ale materialelor de bază utilizate, prin comparație cu metodele de utilizare a procedeelelor FSW și FSP în tehnica actuală.

Metoda de îmbinare FSW și de procesare FSP cu înclinarea metalelor de bază, conform invenției, înlătură dezavantajele menționate la pct. (c), prin aceea că metoda are următoarele posibilități de îmbunătățire a derulării procedeelelor FSW și FSP:

1. Realizarea poziționării relative a uneltei de prelucrare cu un anumit unghi față de metalele de bază, prin poziționarea metalelor de bază pe un anumit dispozitiv de poziționare, amplasat pe masa echipamentului FSW.



Unghiul de înclinare  $\alpha$  al metalelor de bază aflate pe placa de bază a dispozitivului de poziționare se determină, în conformitate cu figura 1.a și figura 1.b, utilizând relația următoare:

$$\sin \alpha = H_{\text{suport}} / (L_{\text{bază}} - \Delta L_{\text{bază}}) \quad (1)$$

În această relație s-au utilizat următoarele notații:

$$L_{\text{bază}} = 560 \text{ mm} \quad \text{este lungimea plăcii de bază;} \quad (2)$$

$$\Delta L_{\text{bază}} = 15 \text{ mm} \quad \text{este distanța de la suportul calibrat pentru înclinare până la capătul plăcii de bază;} \quad (3)$$

$$H_{\text{suport}} = 20 \text{ mm} \quad \text{este înălțimea suportului calibrat al plăcii de bază;} \quad (4)$$

Prin introducerea valorilor menționate, în relația (1), se obțin rezultatele succesive:

$$\sin \alpha = 20 / (560 - 15) \quad (5)$$

$$\sin \alpha = 20 / 545 \quad (6)$$

$$\sin \alpha = 0,03669 \quad (7)$$

$$\arcsin 0,03669 = 2,10306^\circ \quad (8)$$

$$\alpha = 2,10306^\circ \quad (9)$$

În consecință, valoarea unghiului  $\alpha$  exprimată în unitățile de măsurare uzuale este:

$$\alpha = 2^\circ 6' \quad (10)$$

2. Elaborarea unui program pentru deplasarea automată și corelată a uneltei pe direcția Z, simultan cu deplasarea uneltei pe o curbă în planul X-Y, în cadrul software-ului de utilizator, precum și implementarea acestui program de utilizator pe mașina FSW, la operațiunile de sudare FSW și de procesare FSP.

În acest scop se programează o funcție de deplasare pe verticală a uneltei de sudare sau de procesare prin frecare, funcție de forma  $Z = f(t)$  referitoare la variația în timp a coordonatei pe axa verticală Oz, căreia îi corespunde o anumită viteză de deplasare pe verticală  $v(z)$ , astfel încât deplasarea Z pe verticală este corelată cu deplasarea uneltei pe o curbă în planul X-Y, funcție de forma  $C(X, Y) = K f(t)$ , căreia îi corespunde o anumită viteză  $v(x, y)$  de deplasare pe curba  $C(X, Y)$  în planul X-Y. Funcția  $C(X, Y)$  este proiecția în planul X-Y a curbei de pe traiectoria înclinată.

Relația de corelare a coordonatelor celor două deplasări este de forma  $Z = (1/K) C(X, Y)$ , unde K este o constantă care depinde de înclinarea traseului de sudare.

Viteza de deplasare pe verticală  $v(z)$  a uneltei este corelată cu viteza de deplasare  $v(x, y)$  a uneltei pe curba de deplasare în planul X-Y, conform unei relații de forma  $v(z) = (1/K) v(x, y)$ .

În cazul particular în care deplasarea are loc numai pe direcția Z, în corelare cu deplasarea pe direcția X, atunci relația de corelare între cele două deplasări este de forma  $v(z) = (1/K) v(x)$ .

La sudarea și procesarea pe metale de bază, având unghiul de înclinare  $\alpha$  față de orizontală, în conformitate cu figura 2, pentru cazuri mai simple de deplasare în coordonate X și Z, relația de corelare se determină în modul descris în continuare.

Lungimea proiecției traseului de sudare pe axa Ox este următoarea:

$$L = v(x) \Delta t \quad (11)$$

Lungimea proiecției traseului de sudare pe axa Oz este următoarea:

$$h = v(z) \Delta t \quad (12)$$

Întrucât deplasările pe direcțiile X și Y sunt corelate,  $\Delta t$  are aceeași valoare pentru ambele deplasări. Se determină  $\Delta t$  din relația (12):

$$\Delta t = h / v(z) \quad (13)$$

Se înlocuiește  $\Delta t$  în relația (11) și se obține următoarea relație intermediară de corelare:

$$L = v(x) h / v(z) \quad (14)$$

Relația de corelare este următoarea:

$$v(z) = (h / L) v(x) \quad (15)$$

În conformitate cu figura 1 și figura 2, există relația:

$$\operatorname{tg} \alpha = h / L \quad (16)$$

Astfel, în final, relația de corelare între deplasările pe direcțiile X și Z este următoarea:

$$v(z) = v(x) \operatorname{tg} \alpha \quad (17)$$

Metoda are posibilități de realizare bazate pe componentele proprii de software, având funcții de programare și de autoadaptare, ale actuatorilor utilajului FSW, pentru deplasare verticală pe direcția Z și pentru deplasare orizontală pe direcția X.

3. Prescrierea în software-ul de utilizare a anumitor limite pentru forța de avans  $F(x)$  pe direcția orizontală longitudinală, pentru forța de avans  $F(y)$  pe direcția orizontală transversală, precum și pentru forța de apăsare verticală  $F(z)$ , exercitate de unealta de prelucrare în interiorul și pe suprafața metalelor de bază similare sau disimilare (în cazul sudării FSW), respectiv în interiorul și pe suprafața metalului de bază (în cazul procesării FSP). Această variantă de programare permite obținerea unui regim de frecare stabil, care produce o valoare controlată a puterii

dezvoltate prin procesul de frecare; această variantă de programare permite și limitarea adâncimii de pătrundere a uneltei de prelucrare în metalul de bază. Aspectele menționate limitează consumul exagerat de energie electrică pentru acționări.

(e) Metoda de îmbinare FSW și de procesare FSP cu înclinarea metalelor de bază, propusă aici (conform invenției), este descrisă în continuare.

Scopul metodei propuse este de a obține temperatura optimă pentru desfășurarea adecvată a proceselor de îmbinare și procesare prin frecare, FSW și FSP, cu eforturi mecanice minimizate ale uneltei FSW în timpul procesului.

Energia termică este dezvoltată în timpul procesului FSW, respectiv FSP, de frecarea și deformarea exercitate de umărul uneltei, precum și de pinul uneltei asupra materialelor de prelucrat, cu care umărul și pinul uneltei se află în contact. În figura 2 este prezentată poziția uneltei în interiorul metalului de bază, în timpul procesului FSW sau FSP. Pentru a dezvolta căldură prin frecare, umărul uneltei trebuie să aibă o anumită adâncime de pătrundere în metalul de bază (MB). În timpul deplasării orizontale a uneltei în cadrul procesului FSW sau FSP, sub acțiunea forței de apăsare a umărului uneltei pe suprafața materialelor de îmbinat sau de procesat, umărul uneltei poate pătrunde pe o adâncime variabilă în acestea, și poate genera o bavură cu aspect caracteristic procesului FSW / FSP. În funcție de natura MB și de parametrii de proces, în loc de bavură se produc așchii. Aceasta înseamnă că umărul uneltei execută o operațiune de prelucrare mecanică prin deformare plastică la rece și/sau prin așchiere (asemănătoare cu rabotarea). Dar nu acesta este rolul umărului uneltei. Rolul umărului constă în frecarea cu suprafața materialelor de prelucrat, cu care vine în contact, pentru a genera energie termică suficientă pentru obținerea temperaturii necesare plastifierii și deformării plastice a materialelor de îmbinat în zona de sudare sau de procesare. De aceea, prelucrarea mecanică efectuată de umărul uneltei ar trebui redusă la minimum, spre a reduce consumul de energie electrică pentru acționări. În acest scop, după cum rezultă din figura 2, înclinarea axei de simetrie a uneltei față de verticală are un efect favorabil. Efectul de reducere a bavurii și a așchierii se realizează prin efectul pătrunderii progresive a umărului uneltei în MB. În cazul înclinării axei de simetrie a uneltei față de verticală, este posibil ca umărul să nu fie introdus complet în MB. Pentru a obține un efect termic de intensitate cât mai mare, este necesar ca umărul uneltei să pătrundă cu o parte cât mai mare din suprafața sa, în MB.

Energia liniară a procedurii FSW este în domeniul 8 ... 48 kJ/cm, ceea ce arată că ea este mai ridicată decât valoarea de 2,5 ... 15 kJ/cm de la unele procedee de sudare cu arcul electric. Comparația acestor valori arată că există unele resurse de creștere a vitezei de avans a procedurii, ceea ce poate conduce la mărirea productivității procedurii. Aceste resurse sunt și mai mari, dacă nivelul de putere al actuatorului principal al unui echipament FSW, care este motorul de rotire a uneltei FSW, este ridicat de la 4 ... 5,5 kW cât este puterea nominală a acestui motor în prezent, la 10 ... 15 kW în regim intermitent, cu pauze pentru răcire, în care trebuie



executate alte operațiuni ale procesului tehnologic de fabricație. Această variantă tehnologică necesită un sistem de reglare original, conceput în funcție de cerințele tehnice specifice ale procedeelelor de prelucrare abordate.

Se impune corelarea comenzilor pentru actuatorile echipamentului de prelucrare (FSW și FSP), astfel încât să se obțină randamentul maxim al procesului tehnologic, prin reducerea intervalelor pentru fazele intermediare ale procesului, în care are loc disiparea energiei dezvoltate prin procesul de frecare în masa pieselor de sudat, fără ca această energie să fie folosită în mod util pentru plastifierea materialelor de bază.

În legătură directă cu această precizare, trebuie adăugat că placa de bază, pe care sunt poziționate piesele de sudat prin procedeul FSW, respectiv piesele pentru alte procedee de prelucrare prin frecare, trebuie să fie izolată termic prin introducerea unor plăci din materiale izolatoare termic, pentru a nu consuma pentru încălzirea proprie o parte însemnată din energia produsă de unealta de prelucrare.

Forța de apăsare pe verticală trebuie să aibă o valoare corespunzătoare pentru a realiza temperatura necesară prin procesul de frecare, dar fără a produce pătrunderea prea adâncă a uneltei de prelucrare prin frecare în metalele de bază, ceea ce provoacă reducerea inutilă și nedorită a grosimii metalelor de bază; în cazul în care pătrunderea este excesivă, îmbinarea realizată prin procedeul FSW prezintă defectul de lipsă de material, care trebuie evitat.

În scopul evitării apariției defectelor de lipsă de consolidare, de tipurile cavitare, tunel sau canal, care afectează negativ caracteristicile îmbinărilor FSW, trebuie aplicate forțe laterale orizontale, perpendiculare pe direcția de sudare FSW. Aceste forțe trebuie să producă refularea materialului agitat, astfel încât golurile de material să dispară prin comprimare.

Corelarea comenzilor pentru fiecare fază a procesului de prelucrare prin frecare se realizează prin respectarea diagramei de timp a procesului tehnologic, transpusă în programul de funcționare automată a utilajului de prelucrare prin frecare. Aceasta permite realizarea efectelor energetice necesare în fiecare fază elementară a procesului de frecare. În unele situații este necesară programarea în mod adecvat în timp a comenzilor în cadrul programului de funcționare automată, pentru distribuirea în timp și în spațiu, într-un anumit mod, a efectelor energetice ale procesului de prelucrare, în funcție de configurația pieselor de prelucrat prin frecare.

(f) Metoda de îmbinare FSW și de procesare FSP cu înclinarea metalelor de bază, conform invenției, prezintă următoarele avantaje:

- Metoda propusă realizează poziționarea relativă a uneltei de prelucrare prin frecare, în raport cu metalele de bază, într-un mod mai accesibil din punct de vedere tehnologic, anume prin înclinarea metalelor de bază față de unealta de sudare sau de procesare, în locul soluției tehnice care realizează înclinarea uneltei, ceea ce presupune înclinarea ansamblului mecanismului de rotație a uneltei, precum și a altor piese. Întregul ansamblu are o masă netă de câteva sute de kg, ceea ce pune probleme privind precizia de executare a poziționării și a deplasărilor, care trebuie



asigurată cu precizie de sistemele de acționare și de automatizare, chiar dacă aceste sunt realizate în tehnologia digitală. Este posibilă apariția anumitor jocuri între piesele mecanice de precizie ale mecanismelor pentru deplasările în coordonate X-Y-Z, iar aceste jocuri reduc precizia de poziționare și de mișcare. Mecanismele de prindere și de ajustare a poziției ansamblului de rotire a uneltei necesită o anumită supradimensionare și precizie de execuție. Toate aceste cerințe tehnice duc la costuri suplimentare ridicate, estimate la câteva zeci de mii de Euro. Prin metoda propusă se evită activitățile dificile menționate mai sus și costurile aferente;

- Dispozitivul de îmbinare FSW și de procesare FSP cu înclinarea metalelor de bază este o soluție simplă și robustă, care asigură realizarea unghiului de înclinare de  $1 - 3^\circ$ , necesar din punct de vedere tehnologic, cu precizia necesară. Dispozitivul permite ajustarea unghiului de înclinare, prin poziționarea sau înlocuirea piesei calibrate suport montate la un capăt al plăcii de bază. Desigur, trebuie modificate și anumite constante în programul de deplasări corelate. Dispozitivul nu necesită operațiuni de întreținere. Acest dispozitiv are un cost redus, estimat la sute de Euro, întrucât el are în componență doar câteva materiale, la care sunt efectuate câteva prelucrări mecanice simple;

- Reducerea jocurilor din mecanismele acționărilor utilajelor pentru FSW și FSP;

- Reducerea vibrațiilor mașinii FSW, care pot apărea în momentul când începe deplasarea cu o viteză prestabilită a uneltei pe direcția de prelucrare, respectiv când se produce o pătrundere excesivă a umărului uneltei în materialele de bază, care determină producerea bavurii;

- Reducerea consumului de unelte de prelucrare, deoarece ele nu mai sunt supuse la solicitări suplimentare din cauza jocurilor, a vibrațiilor și a efectului de producere a bavurii și așchiilor, întrucât pătrunderea umărului uneltei în metalul de bază se realizează progresiv, de la valoarea cea mai redusă (în anumite cazuri, zero) a adâncimii de pătrundere, până la valoarea maximă prescrisă, ceea ce reduce producerea de bavuri și așchii în timpul procesului;

- Reducerea consumului de energie electrică al motoarelor acționărilor pentru deplasările X-Y-Z și pentru rotirea uneltei.

- Metoda asigură controlul asupra formei, dimensiunilor, aspectului, caracteristicilor mecanice și proprietăților fizico-chimice ale metalului pieselor la care se execută operațiuni de îmbinare și procesare prin frecare.

- Deformația pieselor din metal de bază la care se aplică sistemul de reglare descris este mai redusă, deoarece regimul termic este controlat, la aplicarea procedurilor FSW și FSP.

(g) Se dă, în continuare, **un exemplu de realizare a invenției**, în legătură și cu figura 1.a, figura 1.b și figura 2.

Figura 1.a (vederea din față) și figura 1.b (vederea de sus) prezintă dispozitivul pentru metoda de îmbinare FSW și de procesare FSP cu înclinarea metalelor de bază (soluția de principiu și constructivă).





Figura 2 prezintă poziționarea relativă și deplasarea uneltei de prelucrare în raport cu metalele de bază, pentru metoda de îmbinare FSW și de procesare FSP cu înclinarea metalelor de bază.

(h) Metoda de îmbinare FSW și de procesare FSP cu înclinarea metalelor de bază, conform invenției, prin referire la figura 1.a și figura 1.b, constă în utilizarea unei plăci de bază 1, pe care se amplasează o placă de prindere 2 și o placă de prindere 3, care se fixează pe placa de bază 1 cu niște șuruburi 4, niște growere 5 și niște șaibe 6, iar între placa de bază 1 și plăcile de prindere 2 și 3 sunt fixate prin strângere niște table 7 (metal de bază, MB) de îmbinat prin FSW (sau de procesat prin FSP),

astfel încât, conform invenției, placa de bază 1 este înclinată cu un unghi  $\alpha = 1 - 3^\circ$  față de masa 8 a unei mașini de îmbinare FSW și de procesare FSP, întrucât sub un capăt al plăcii de bază 1 este montată o piesă calibrată 9 pentru înclinare, ceea ce face ca o unealtă de prelucrare 10 să aibă același unghi de înclinare față de tablele de procesat 7, întrucât cele două unghiuri sunt egale ca unghiuri corespondente, prin similitudine cu cazul a două paralele intersectate de o secantă, din geometrie,

astfel încât, conform invenției, componentele 1-7 și 9 constituie dispozitivul de îmbinare FSW și de procesare FSP cu înclinarea metalelor de bază, pe care se aplică metoda de îmbinare FSW și de procesare FSP cu înclinarea metalelor de bază,

astfel încât, conform invenției, cu referire la figura 2, unealta de prelucrare 10 execută o mișcare de deplasare pe direcția X cu viteza  $v(x) = 1-10$  mm/s, corelată cu deplasarea simultană pe direcția Z, cu viteza  $v(z) = (h/L) v(x)$ , unde h este proiecția pe axa Oz a traseului de sudare (procesare), iar L este proiecția pe axa Ox a traseului de sudare (procesare), ceea ce înseamnă că  $v(z) = v(x) \operatorname{tg} \alpha$ , deoarece  $\operatorname{tg} \alpha = h/L$ ,

astfel încât, conform invenției, vitezele  $v(x)$  și  $v(z)$  sunt corelate printr-un program elaborat în acest scop prin software-ul de utilizare al mașinii de îmbinare FSW și de procesare FSP,

astfel încât, conform invenției, în timpul procesului FSW sau FSP, flancul de atac al umărului uneltei aflate în mișcare de rotație cu turația  $n = 600-3500$  rot/min pătrunde progresiv în tablele 7 (MB), în mod continuu, în punctul în care adâncimea de pătrundere în MB este minimă (în caz particular, zero),

astfel încât, conform invenției, efortul mecanic de producere a unor bavuri și/sau așchii la suprafața MB este diminuat, în mod special la deplasarea pe un traseu descendent,

astfel încât, conform invenției, modul de derulare a procesului FSW sau FSP se îmbunătățește prin reducerea jocurilor și a vibrațiilor mașinii de prelucrare,

astfel încât, conform invenției, aspectul și caracteristicile mecanice ale îmbinărilor și ale zonelor procesate devin superioare,

în așa fel încât, conform invenției, nivelul de calitate al produselor executate pe mașina FSW se ridică, uzura uneltelor de prelucrare se reduce, randamentul energetic crește, consumul de energie electrică al mașinii scade, iar productivitatea se mărește.



(i) Invenția poate fi **aplicată industrial** la echipamente de sudare FSW și de procesare FSP, precum și la alte echipamente de prelucrare prin frecare, în scopul perfecționării acestor echipamente și pentru ridicarea nivelului de calitate al produselor executate cu echipamentele.

Aplicațiile țintă constau în componente și piese, pentru dispozitive, aparate electrice, unelte, structuri sudate sau mijloace de transport. Domeniile vizate ale aplicațiilor sunt: electrotehnică, industria prelucrătoare, construcții, material rulant și industria de automobile.

Procedeul FSW și procedeul FSP sunt ecologice, deoarece ele nu utilizează substanțe toxice și nu produc deșeuri sau substanțe nocive.



## Metodă și dispozitiv de îmbinare FSW și de procesare FSP, cu înclinarea metalelor de bază

### Revendicări

**1. Metoda de îmbinare FSW și de procesare FSP cu înclinarea metalelor de bază**, conform invenției, **caracterizată prin aceea că**, prin referire la figura 1.a și figura 1.b, metoda constă în utilizarea unei plăci de bază 1, pe care se amplasează o placă de prindere 2 și o placă de prindere 3, care se fixează pe placa de bază 1 cu niște șuruburi 4, niște growere 5 și niște șaibe 6, iar între placa de bază 1 și plăcile de prindere 2 și 3 se fixează prin strângere niște table 7 (metal de bază, MB) de îmbinat prin FSW (sau de procesat prin FSP),

**caracterizată prin aceea că**, în conformitate cu invenția, placa de bază 1 se înclină cu un unghi  $\alpha = 1 - 3^\circ$  față de masa 8 a unei mașini de îmbinare FSW și de procesare FSP, întrucât sub un capăt al plăcii de bază 1 se montează o piesă calibrată 9 pentru înclinare, ceea ce face ca o unealtă de prelucrare 10 să aibă același unghi de înclinare față de tablele de procesat 7, întrucât cele două unghiuri sunt egale ca unghiuri corespondente, prin similitudine cu cazul a două paralele intersectate de o secantă, din geometrie,

**caracterizată prin aceea că**, în conformitate cu invenția, componentele 1-7 și 9 constituie dispozitivul de îmbinare FSW și de procesare FSP cu înclinarea metalelor de bază, pe care se aplică metoda de îmbinare FSW și de procesare FSP cu înclinarea metalelor de bază,

**caracterizată prin aceea că**, în conformitate cu invenția, cu referire la figura 2, unealta de prelucrare 10 execută o mișcare de deplasare pe direcția X cu viteza  $v(x) = 1-10$  mm/s, corelată cu o deplasare simultană pe direcția Z, cu viteza  $v(z) = (h/L) v(x)$ , unde h este proiecția pe axa Oz a traseului de sudare (procesare), iar L este proiecția pe axa Ox a traseului de sudare (procesare), ceea ce înseamnă că  $v(z) = v(x) \operatorname{tg} \alpha$ , deoarece  $\operatorname{tg} \alpha = h/L$ ,

**caracterizată prin aceea că**, în conformitate cu invenția, vitezele  $v(x)$  și  $v(z)$  sunt corelate printr-un program elaborat în acest scop prin software-ul de utilizare al mașinii de îmbinare FSW și de procesare FSP,

**caracterizată prin aceea că**, în conformitate cu invenția, în timpul procesului FSW sau FSP, flancul de atac al umărului uneltei aflate în mișcare de rotație cu turația  $n = 600-3500$  rot/min pătrunde progresiv în tablele 7 (MB), în mod continuu, în punctul în care adâncimea de pătrundere în MB este minimă (în caz particular, zero),



**caracterizată prin aceea că**, în conformitate cu invenția, efortul mecanic de producere a unor bavuri și/sau așchii la suprafața MB se diminuează, în mod special la deplasarea pe un traseu descendent,

**caracterizată prin aceea că**, în conformitate cu invenția, modul de derulare a procesului FSW sau FSP se îmbunătățește prin reducerea jocurilor și a vibrațiilor mașinii de prelucrare,

**caracterizată prin aceea că**, în conformitate cu invenția, aspectul și caracteristicile mecanice ale îmbinărilor și ale zonelor procesate devin superioare,

**caracterizată prin aceea că**, în conformitate cu invenția, nivelul de calitate al produselor executate pe mașina de prelucrare FSW și FSP se ridică, uzura uneltelor de prelucrare se reduce, randamentul energetic crește, consumul de energie electrică al mașinii scade, iar productivitatea se mărește.

**2. Dispozitiv de îmbinare FSW și de procesare FSP cu înclinarea metalelor de bază, caracterizat prin aceea că**, în conformitate cu invenția, prin referire la figura 1.a și figura 1.b, dispozitivul este constituit din următoarele componente: o placă de bază 1, pe care sunt amplasate o placă de prindere 2 și o placă de prindere 3, fixate pe placa de bază 1 cu niște șuruburi 4, niște growere 5 și niște șaibe 6, iar între placa de bază 1 și plăcile de prindere 2 și 3 sunt fixate prin strângere niște table 7 (metal de bază, MB) de îmbinat prin FSW (sau de procesat prin FSP), iar sub placa de bază 1 se află o piesă calibrată 9 pentru înclinare,

**caracterizat prin aceea că**, în conformitate cu invenția, placa de bază 1 este înclinată cu un unghi  $\alpha = 1 - 3^\circ$  față de masa 8 a unei mașini de îmbinare FSW și de procesare FSP, întrucât sub un capăt al plăcii de bază 1 este montată piesa calibrată 9 pentru înclinare, ceea ce face ca o unealtă de prelucrare 10 să aibă același unghi de înclinare față de tablele de procesat 7, întrucât cele două unghiuri sunt egale ca unghiuri corespondente, prin similitudine cu cazul a două paralele intersectate de o secantă, din geometrie,

**caracterizat prin aceea că**, în conformitate cu invenția, pe acest dispozitiv se aplică metoda de îmbinare FSW și de procesare FSP cu înclinarea metalelor de bază.



DESENE

VEDEREA DIN FAȚĂ

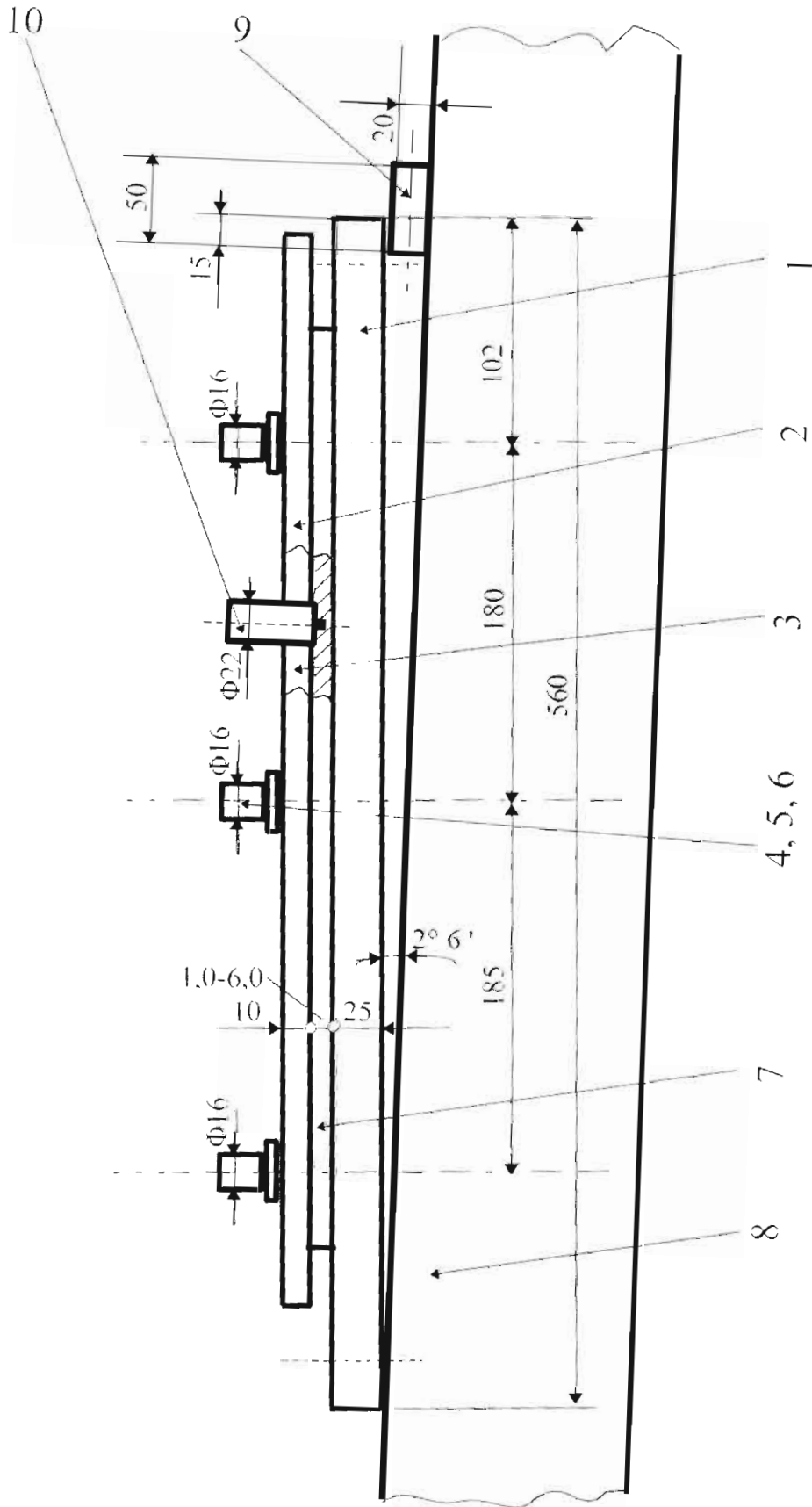


FIGURA 1.a



DESENE

VEDEREA DE SUS

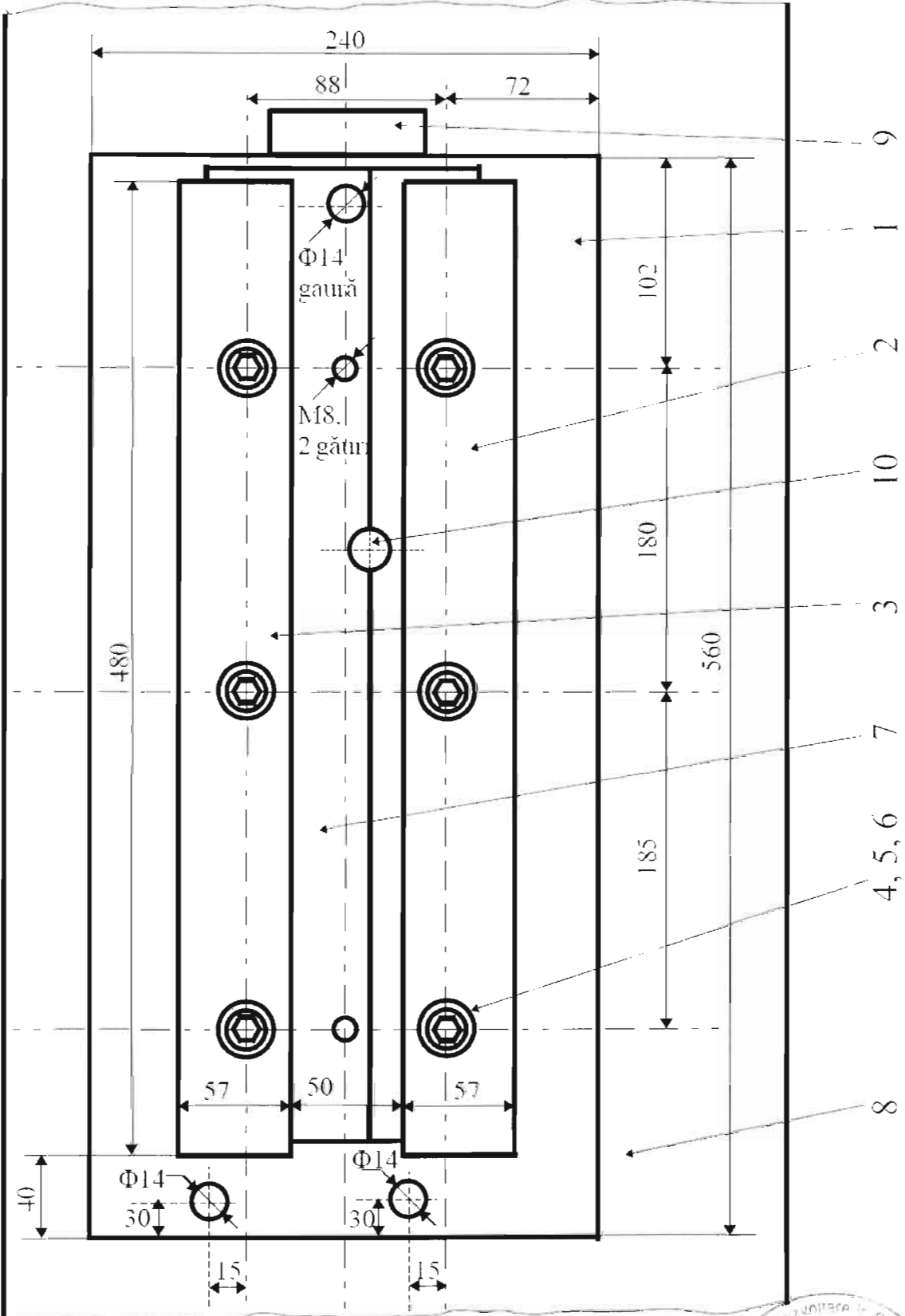
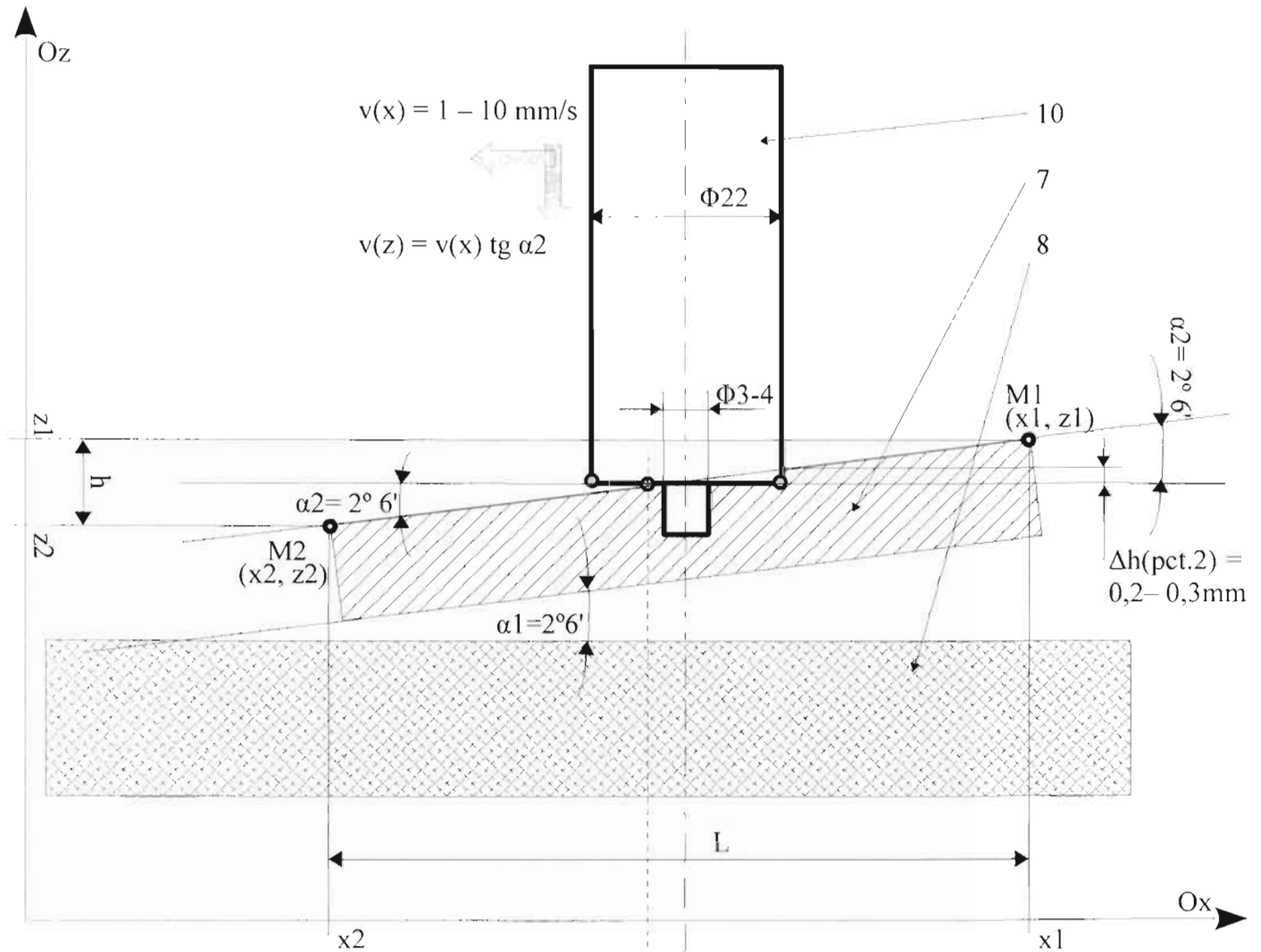


FIGURA 1.b



DESENE



**Observații:**

$\alpha_1 = \alpha_2$  ca unghiuri corespunzătoare și/sau alterne interne.  
 M1(x1, z1) = începutul traseului.  
 M2(x2, z2) = sfârșitul traseului.  
 Punctul 1 - Intrarea flancului de atac al umărului în MB, adâncimea  $\Delta h = 0$ .  
 Punctul 2 - Flancul de atac al umărului are adâncimea max. în MB,  $\Delta h = 0,20 \dots 0,30$  mm.  
 Punctul 3 - ieșirea flancului de atac al umărului din MB, adâncimea  $\Delta h = 0$ .  
 Punctul 4 - Flancul de atac al umărului nu este în MB, înălțimea  $\Delta h = 0,05 \dots 0,10$  mm.

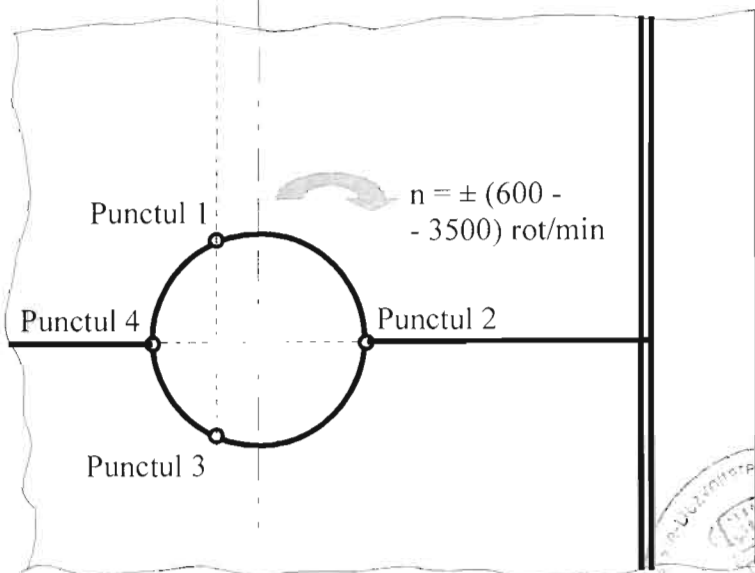


FIGURA 2

