



(12)

BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2012 00051**

(22) Data de depozit: **23/01/2012**

(45) Data publicării mențiunii acordării brevetului: **30/08/2017** BOPI nr. **8/2017**

(41) Data publicării cererii:
29/06/2012 BOPI nr. **6/2012**

(73) Titular:
• **UNIVERSITATEA "TRANSILVANIA" DIN
BRAȘOV, BD. EROILOR NR.29, BRAȘOV,
BV, RO**

(72) Inventatori:
• **LUCA MIHAI ALEXANDRU, STR. BERZEI
NR. 2, SC. B, ET. 9, AP. 26, BRAȘOV, BV,
RO;**

• **MACHEDON PISU TEODOR,
BD. GRIVIȚEI NR. 57, BL. 42, SC. C, AP. 25,
BRAȘOV, BV, RO;**
• **VAS ALEXANDRU LIVIUȘ,
CALEA ARADULUI NR.8, ET.4, AP.37,
TIMIȘOARA, TM, RO**

(56) Documente din stadiul tehnicii:
**US 3424889; US 2946119;
US 2006137777 (A1); US 20044232202 (A1)**

(54) **MASĂ VIBRATORIE PENTRU SUDARE**



Invenția se referă la o masă de sudare cu suprafața de lucru vibrantă și, astfel, produsele supuse operației de sudare se află sub acțiunea unui câmp de oscilații mecanice pe toată durata sudării și răcirii până la atingerea temperaturii de circa 100°C.

Se cunoaște documentul **US 2946119**, care se referă la o metodă și la un aparat care utilizează energie vibratorie pentru lipirea metalelor. Aparatul de sudură este prevăzut cu un traductor care transmite mișcarea vibratorie din lateral, și un element de cuplare ce cuprinde o tijă metalică. Traductorul este prevăzut cu un electromagnet alimentat cu curent continuu. Elementul de cuplare este conectat în unghi drept la un element de transmitere a vibrațiilor, prevăzut cu un capăt ce apasă pe placa ce urmează a fi sudată, placă sprijinită pe un suport.

Se mai cunoaște documentul **US 3424889**, care se referă la un aparat de sudură și la o metodă în care aparatul este prevăzut cu un transformator cu înfășurare secundară, pentru aplicarea impulsurilor de sudură, și o înfășurare primară, cu o frecvență joasă sau pulsatorie. Transformatorul este conectat la două brațe care au o deplasare elastică spre placa de sudat.

Din literatura de specialitate este cunoscută influența favorabilă pe care o au vibrațiile mecanice, induse în timpul sudării, asupra calității îmbinărilor, aceste lucrări fiind:

- Shigeru Aoki, Tadashi Nishimura, Tetsumaru Hiroi; Tokyo MCTJ; **"Reduction Method for Residual Stress of Welded Joint using Random"**, Structural Mechanics in Reactor Technology (SMiRT), Prague, 2003;

- Kuo Che-wei, Wu Weite; **"The Microstructure Characterization of Synchronous Vibration Welding"**, Scripta Materialia, 2000, nr. 42;

- Jiromaru Tsujino, **"Ultrasonic Butt Welding of Aluminium and Stainless Steel Specimens Using a 15 kHz Welding Systems"**; Jpn J. Phys. 1999, nr. 38;

- Jyoti Prakash, **"A Review on Solidification and Change in Mechanical Properties under Vibratory Welding Condition"**; International Journal of Engineering Science and Technology; vol. 2(4), 2010;

- Dommaschk Claudia; **"Beitrag zur Gefugebeeinflussung erstarrenden Metalschmelzen durch Vibration"**, Dissertation, Technische Universitat Freiberg, 2003.

Autorii acestor lucrări au pus în evidență finisarea granulației în cordon, difuzia sporită la limita cordon-metal de bază, incluziuni de gaze mai reduse, finisarea structurii de tip Widmanstätten, reducerea deformațiilor, reducerea durtății și tensiunilor interne în zona influențată termo-mecanic, sporirea rezilienței îmbinării.

În marea majoritate a cazurilor descrise în literatura de specialitate consultată, vibrațiile sunt induse în zona metalului topit prin intermediul sârmei de adaos, respectiv, prin arcul electric. Acest lucru prezintă dezavantajul că energia de activare a zonei sudate este redusă, iar amplitudinea oscilațiilor materialului este extrem de mică și, astfel, efectul reducerii tensiunilor interne este foarte scăzut. Un alt dezavantaj este acela că generarea oscilațiilor mecanice a fost efectuată în domeniul oscilațiilor ultrasonice produse cu ajutorul unor excitatoare magnetostrictive sau piezoelectrice, care generează oscilații de frecvență înaltă, dar de foarte mică amplitudine. Alt dezavantaj pe care îl prezintă unele lucrări de specialitate este acela că detensionarea îmbinărilor sudate este realizată prin vibrarea construcției după efectuarea sudării, (vibratory stress relief-VSR), caz în care vibrațiile nu acționează asupra procesului de cristalizare a cordonului sudat.

Cercetările efectuate de autorii prezentei invenții au arătat că o influență maximă asupra transformărilor care se produc în materialele supuse diverselor tratamente termice au loc sub influența unor oscilații mecanice de amplitudine mare, respectiv, în condiții de

rezonanță a sistemului. Rezultatele obținute pe epruvete Jomini destinate încercării de călire frontală au fost dezvoltate în lucrarea: Luca Mihai, "Cercetări privind influența câmpurilor de oscilații mecanice asupra transformărilor produse la tratamente termice", teza de doctorat, Universitatea Transilvania Brașov, 2007.	1 3
Trebuie menționat faptul că în lucrarea menționată mai sus se evidențiază influența rezonanței asupra transformărilor care se produc la călire, revenire și îmbătrânire, iar rezultatele obținute în domeniul tratamentelor termice stau la baza extinderii aplicațiilor și în domeniul sudării, respectiv, la dezvoltarea prezentei invenții. Masa de sudare care face obiectul prezentei invenții nu are nicio legătură cu rezultatele obținute și publicate, referitoare la aplicarea vibrațiilor în timpul tratamentelor termice.	5 7 9
La baza dezvoltării acestei invenții stau și experimentările efectuate pe un model experimental realizat pe baza unui brevet OSIM mai vechi: Luca V., Andreescu F., Forje A., Iovănaș R., Bogdan L., "Instalație pentru detensionarea la sudarea automată", brevet de invenție nr. 79949, OSIM.	11 13
Rezultatele obținute pe instalația realizată au fost concludente și au fost publicate de Luca V., Machedon T., Fătu S., în "Cercetări privind detensionarea electromagnetică a îmbinărilor sudate sub strat de flux", rev. Sudura, nr. 3, 1997.	15 17
În acest caz, oscilațiile mecanice au fost generate într-un mod cu totul diferit decât cel propus în prezenta invenție, respectiv, cu un electromagnet al cărui câmp magnetic se închide prin produsul supus sudării, deci procedeul poate fi aplicat numai pentru sudarea materialelor feromagnetice.	19 21
Au fost cercetate numeroase brevete, dar, principial, prezenta invenție diferă fundamental de toate acestea. Reprezentative sunt următoarele brevete:	23
US 5836897/1998, T. Sakurai, H.Nagazumi, K.Hijii; "Ultrasonic treatment apparatus";	25
US 7754033/2010, T. Ishikawa, K/Nakashima, T. Nose; "Method of improvement of toughness of heat affected zone at welded joint of steel plate";	27
US 7121447/2006, T. Mosca, P. Ludtke; "Ultrasonic welding apparatus".	29
Aceste brevete se referă la generarea în îmbinările sudate de oscilații ultrasonice de mică amplitudine, dezavantaj care a fost semnalat mai înainte.	31
Dezavantajele prezentate pot fi eliminate prin aplicarea prezentei invenții, al cărei scop este de a asigura un proces de sudare în care granulația din cordonul de sudură să fie fină și omogenă, difuzia la limita cordon - metal de bază să fie sporită, incluziunile de gaze, inclusiv de hidrogen din cordon să fie mult diminuate, duritatea și tensiunile din zona influențată termic să fie substanțial micșorate.	33 35
Problema tehnică pe care o rezolvă invenția constă în stimularea germinării forțate în cordonul se sudură aflat în curs de solidificare și, în același timp, realizarea la temperaturi ridicate a detensionării zonei influențate termic.	37
Masa vibratorie pentru sudură înlătură dezavantajele de mai sus prin aceea că are în compunere o placă vibrantă montată pe un schelet metalic, și sprijinită pe niște elemente elastice, și un sistem elastic cu pretensionare reglabilă, cu care se reglează frecvența de rezonanță, și un excitator electrodinamic fixat, cu ajutorul unor tampoane de cauciuc, pe o placă culisantă care se deplasează pe verticală, pe niște ghidaje, și care este poziționată cu ajutorul unui sistem de reglare lungime-presiune ce are în prelungire un răcitor cu dublu rol de preluare a căldurii și transmitere a vibrațiilor unui tampon cu cap sferic, fixat pe placa vibrantă.	39 41 43 45

Masa vibratorie pentru sudură prezintă următoarele avantaje:

- excitatorul electrodinamic poate genera oscilații de mare putere, cu frecvențe de 20 Hz...20 kHz, în întregul produs supus sudării, implicit în topitura în curs de solidificare din cordon;
- prin înclinarea excitatorului electrodinamic cu $\alpha = 0...30^\circ$ pot fi modificate frecvențele de rezonanță pe diferitele armonici, în limite foarte largi;
- frecvențele de rezonanță și amplitudinea oscilațiilor sunt stabilite pentru fiecare tip de produs, cu un sistem accelerometru-vibrometru;
- masa de sudare poate fi utilizată și pentru detensionarea mecanică aplicată după sudare;
- pe masa de sudare pot fi sudate produse din materiale feroase sau neferoase, prin utilizarea unor procedee de sudare cu flacără, sau procedee de sudare cu arc electric (cu electrozi înveliți, WIG, MIG, MAG);
- produsele sudate pe masa vibratorie sunt calitativ superioare:
 - aspectul solzilor;
 - microstructura finisată;
 - porozități reduse;
 - tensiuni interne reduse;
 - deformații reduse;
 - reziliență și alungire la rupere sporite.

În continuare se prezintă un exemplu de realizare a invenției, cu referire la fig. 1...4:

- fig. 1, exemplu de realizare a mesei vibratoare de sudare (vedere din profil);
- fig. 2, exemplu de realizare a mesei vibratoare de sudare (vedere de sus);
- fig. 3, secțiune **A-A**;
- fig. 4, secțiune **B-B**.

Masa vibratorie pentru sudură, conform invenției, are în componență o placă vibrantă **1**, așezată pe un schelet metalic **2**, prin intermediul unor elemente elastice **3**. Placa vibrantă **1** este executată din oțel cu o grosime de 10...12 mm, și pe aceasta se vor așeza produsele **18** care urmează a fi supuse operației de sudare. În cazul unor produse cu masă redusă, care, sub acțiunea vibrațiilor, se vor mișca pe suprafața plăcii vibrante, acestea vor fi imobilizate cu ajutorul unor opritoare cu fixare mecanică sau magnetică. Scheletul metalic **2** este realizat din profiluri laminate asamblate prin sudare. Elementele elastice **3** au rolul de a prelua greutatea plăcii vibrante și a produsului supus sudării, precum și de amortizare a vibrațiilor care se transmit scheletului mesei. Numărul elementelor elastice este de minimum patru, dar poate fi majorat, în funcție de suprafața plăcii vibrante. Aceste elemente elastice pot fi fie tampoane din cauciuc, dacă în timpul lucrului placa vibrantă nu depășește temperatura de 120°C, fie arcuri din oțel, dacă temperatura este mai mare.

La cele patru colțuri ale plăcii vibrante **1** sunt plasate sisteme elastice cu pretensionare reglabilă, sistemul elastic stânga **4** și sistemul elastic dreapta **5**. Componentele acestor sisteme sunt detaliate în fig. 3. Rolul acestor sisteme este acela de a modifica frecvența de rezonanță a ansamblului placă vibrantă + produs supus sudării, prin modificarea tensiunilor din arcuri.

La un capăt al plăcii vibrante, la mijloc este fixat un tampon de contact **6** (fig. 2 și 4). Tamponul **6** are rolul de preluare a vibrațiilor generate de un excitator electrodinamic **7**, și de transmitere a acestora către placa vibrantă și, de aici, la produsul sudat. Suprafața tampoanelor prin care sunt preluate vibrațiile este sferică și, astfel, se stabilește un contact punctiform cu suprafața plană a unui răcitor **8**. Acest răcitor are două roluri, acela de a transmite vibrațiile produse de excitatorul electrodinamic spre placa vibrantă, și de a împiedica transmiterea căldurii de la placa vibrantă spre membranele excitatorului. Răcitorul are o cavitate prin care circulă apa care asigură răcirea.

Excitatorul electrodinamic **7** este fixat pe o placă culisantă **9**, interpusă fiind tampoanele din cauciuc **10**. Acest ansamblu **7, 9, 10** poate fi deplasat pe verticală prin culisare pe un ghidaj **11**. Prin această deplasare, se pierde însă contactul cu placa vibrantă. Pentru păstrarea acestui contact se acționează asupra unui sistem de reglare lungime-presiune **12** (detaliu în fig. 4). Prin deplasarea pe verticală ansamblului **7, 9, 10** și prin reglarea sistemului **12**, se modifică poziția punctului de contact dintre tamponul **6** și răcitorul **8**. Prin modificarea poziției punctului de contact, sunt influențate condițiile de propagare a undelor elastice, respectiv, se modifică frecvența de rezonanță a întregului sistem mecanic. La diferite reglaje pot fi generate în placa vibrantă unde longitudinale, transversale sau de suprafață. Experimentele efectuate de autori au evidențiat faptul că o înclinare cu unghiuri $\alpha = 0...30^\circ$ este suficientă pentru acoperirea tuturor necesităților.

Deoarece în timpul sudării în zonă sar stropi incandescenti de metal, pentru protejarea excitatorului și a sistemelor de reglare este prevăzut un paravan de protecție **13**.

Scheletul mesei de sudare se sprijină pe patru picioare care au la capete un sistem cu șurub de reglare a înălțimii și adaptare la neuniformitățile solului **14**. Contactul cu solul se realizează prin tampoanele amortizoare din cauciuc **15**, evitându-se astfel transmiterea vibrațiilor către alte echipamente din vecinătate.

Frecvența și amplitudinea oscilațiilor produse de excitatorul electrodinamic pot fi modificate în limitele 20 Hz...20 kHz prin acționarea generatorului de joasă frecvență **16**, ale cărui semnale sunt amplificate de amplificatorul de putere **17**.

Produsele supuse sudării **18** pot fi sudate prin orice procedeu, cu flacără sau electric, în funcție de sursa **19** utilizată.

În fig. 3 sunt prezentate principalele detalii constructive ale sistemului elastic stânga **4** și sistemului elastic dreapta **5**, iar în fig. 4 este prezentat principiul sistemului de reglare lungime-presiune **12**.

Prin acțiuni asupra sistemului **5.1**, format dintr-o piuliță și o contrapiuliță, manșonul **5.2** se deplasează peste tija filetată **5.4** și astfel se modifică pretensionarea arcului **5.3**. Aceeași pretensionare se va produce și în arcul din partea stângă **4.1**. Prin modificarea pretensionării arcurilor sunt modificate condițiile de rezonanță ale plăcii vibrante **1**. Amplitudinea oscilațiilor, la frecvențele recomandate a fi utilizate la sudare ($f = 0.5...15$ kHz), este relativ mică - de ordinul sutimilor de milimetru. Deplasările în plan orizontal sunt permise prin alunecarea manșonului **5.2** și a tijei lise **4.2**, în găurile corespunzătoare existente în scheletul mesei.

Referitor la fig. 4, prin deplasarea pe verticală a plăcii culisante **9** pe ghidajele **11** se va modifica poziția excitatorului **7**. Pentru a putea transmite oscilațiile mecanice spre placa vibrantă **1**, este necesar un contact permanent între răcitorul **8** și tamponul cu suprafață sferică **6**. Acest lucru se realizează prin rotirea excitatorului în jurul axei sale transversale, și fixarea în poziția dorită, cu sistemul de blocare prevăzut de constructorul excitatorului. Prin deșurubarea manșonului **12.2** se adaptează lungimea distanței dintre capul excitatorului și tamponul cu cap sferic. Reglajul se realizează astfel încât membranele elastice ale excitatorului să fie ușor tensionate printr-o deformare ale acestora cu circa 1 mm. Poziția dorită este păstrată prin blocarea plăcii culisante **9** pe ghidajele **11**, și a manșonului filetat **12.2** pe șurubul răcitorului **8** cu piulița de blocare **12.1**.

Revendicări

1

3

5

7

9

11

1. Masă vibratorie pentru sudare, prevăzută cu elemente de vibrare a elementului ce urmează a fi sudat, acționate de un generator, **caracterizată prin aceea că** are în compunere o placă vibrantă (1), montată pe un schelet metalic (2) și sprijinită pe niște elemente elastice (3), și un sistem elastic cu pretensionare reglabilă (4, 5), cu care se reglează frecvența de rezonanță, și un excitator electrodinamic (7) fixat, cu ajutorul unor tampoane de cauciuc (10), pe o placă culisantă (9) ce se deplasează pe verticală pe niște ghidaje (11), și care este poziționată cu ajutorul unui sistem de reglare lungime-presiune (12) ce are în prelungire un răcitor (8) cu dublu rol, de preluare a căldurii și transmitere a vibrațiilor unui tampon cu cap sferic (6), fixat pe placa vibrantă (1).

13

15

2. Masă vibratorie pentru sudare, conform revendicării 1, **caracterizată prin aceea că** protecția împotriva stropilor a sistemului de excitare este asigurată printr-un paravan de protecție (13), iar adaptarea la denivelările solului este realizată printr-un sistem de reglare cu șurub (14) și niște tampoane vibroabsorbante (15).

17

19

3. Masă vibratorie pentru sudare, conform revendicărilor 1 și 2, **caracterizată prin aceea că** frecvența și amplitudinea oscilațiilor mecanice la care este supus produsul destinat sudării (18) sunt reglabile prin acțiuni asupra generatorului de joasă frecvență (16) și amplificatorului de putere (17).

21

4. Masă vibratorie pentru sudare, conform revendicărilor 1 la 3, **caracterizată prin aceea că** sudarea se poate realiza cu flacără sau cu arc electric.

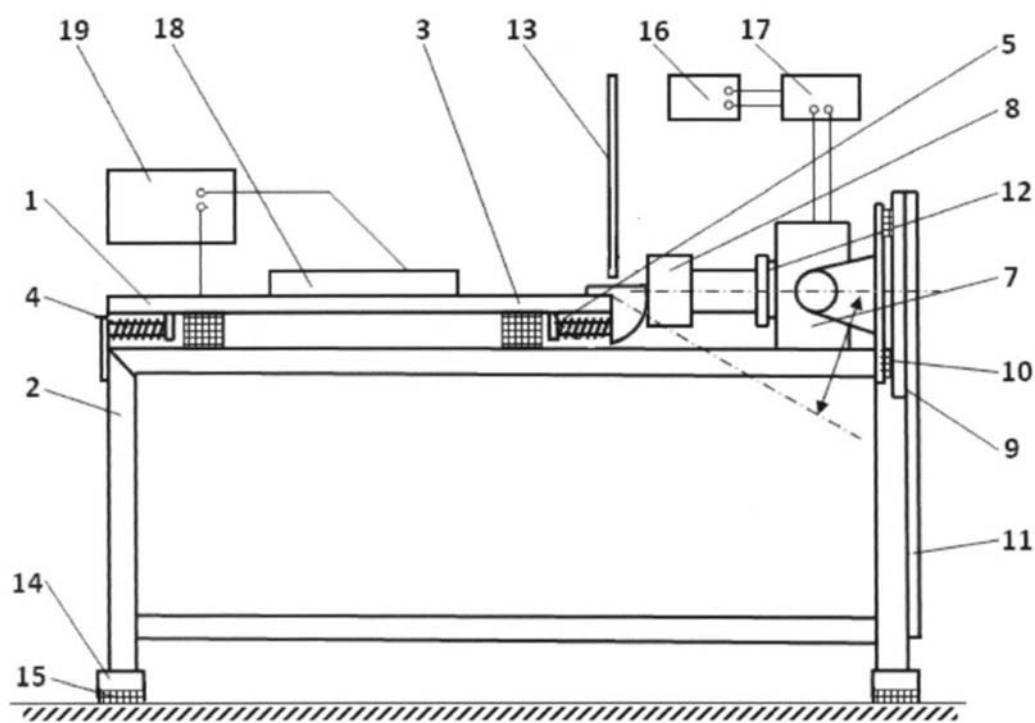


Fig. 1

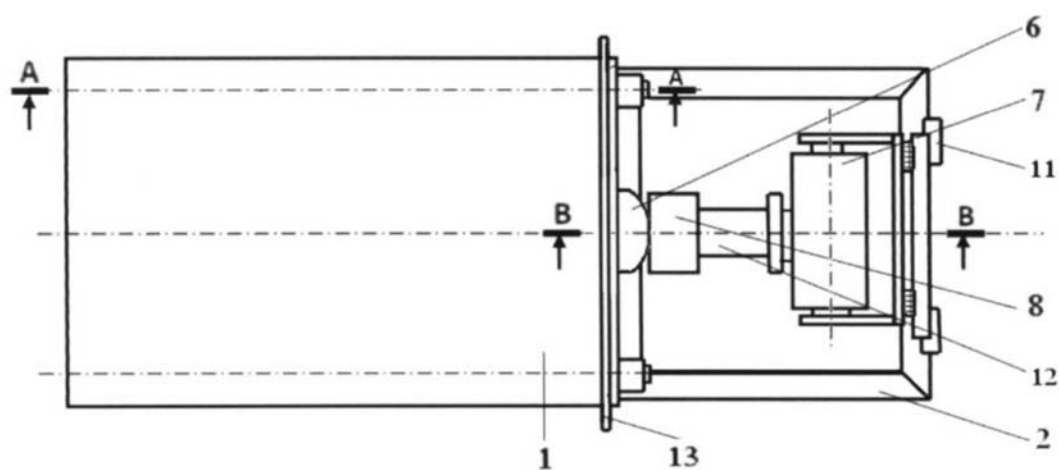


Fig. 2

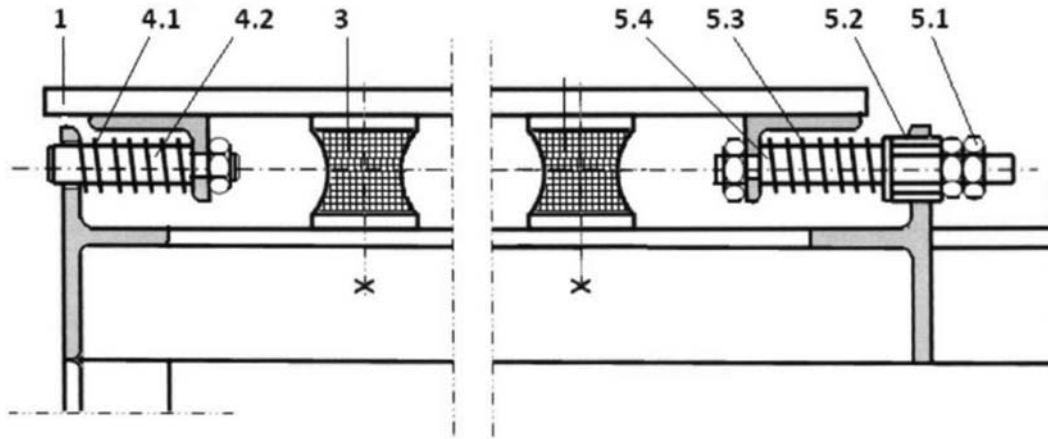


Fig. 3

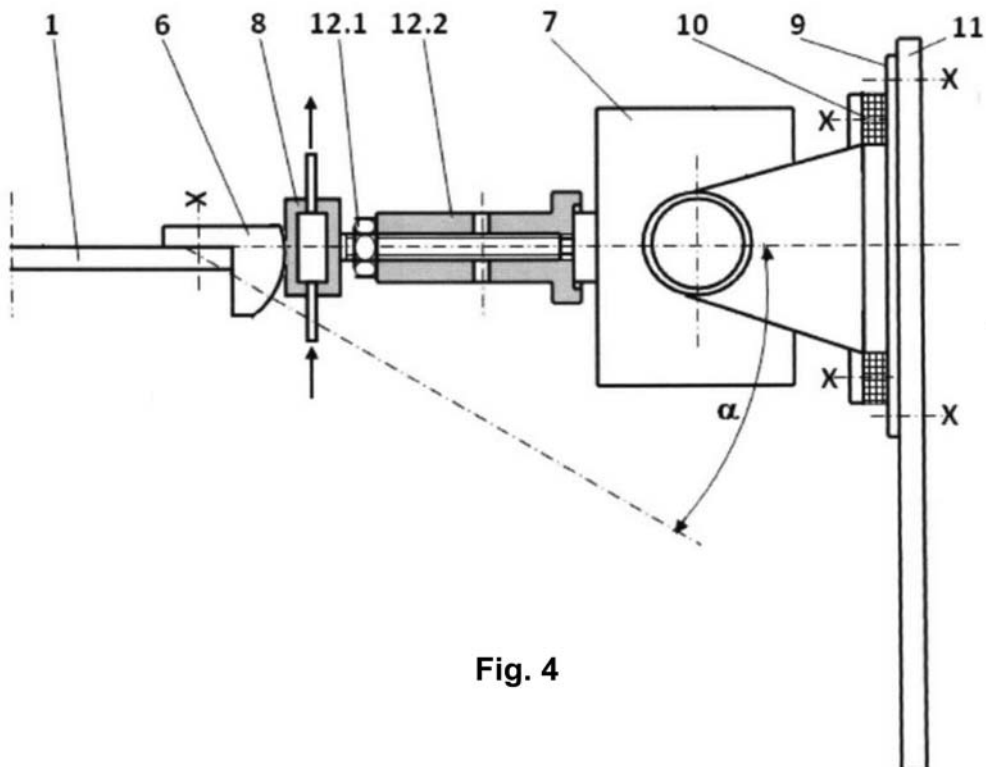


Fig. 4

