



(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2019 00698

(22) Data de depozit: 31/10/2019

(41) Data publicării cererii:
30/03/2020 BOPI nr. 3/2020

(71) Solicitant:
• UNIVERSITATEA POLITEHNICA DIN
BUCUREȘTI, SPLAIUL INDEPENDENȚEI
NR.313, SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO

(72) Inventatori:
• GHICULESCU LIVIU DANIEL,
BD. RÂMNICU SĂRAT NR. 4, BL. H9, SC. 1,
AP. 8, SECTOR 3, BUCUREȘTI, B, RO;
• ALUPEI COJOCARIU OVIDIU DORIN,
STR. DR. PALEOLOGU NR. 3, ET. 1, AP. 5,
SECTOR 2, BUCUREȘTI, B, RO;

• MARINESCU MARIA ROXANA,
ȘOS. IANCULUI NR.68, SECTOR 2,
BUCUREȘTI, B, RO;
• ZMARÂNDACHE NICOLAE,
ȘOS. OLTEȚI, NR.230, BL.24, ET.7,
AP.28, SECTOR 4, BUCUREȘTI, B, RO;
• PÎRNĂU CLAUDIU, STR. AMIRAL HORIA
MĂCELARIU, NR.8-10, BL.21/1, SC.C, ET.4,
AP.47, SECTOR 1, BUCUREȘTI, B, RO;
• ENE GABRIELA MARINA,
STR. MAIOR ION CORAVU, NR.17-23,
BL.C6, SC.A, ET.3, AP.18, SECTOR 2,
BUCUREȘTI, B, RO

(54) ECHIPAMENT PENTRU PRELUCRAREA MICROPINILOR
ȘI MICROGĂURILOR PRIN ELECTROEROZIUNE
CU VIBRAȚIA ULTRASONICĂ TORSIONALĂ
ȘI LONGITUDINALĂ A ELECTRODULUI-SCULĂ

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un echipament de prelucrare a micropinilor și a microgăurilor prin electroeroziune cu vibrația ultrasonică torsională a electrodului-sculă. Echipamentul conform invenției este constituit dintr-un dispozitiv (36) de orientare și fixare a lanțului (38) ultrasonic și dispozitivul (37) de orientare a electrodului-sculă (22), echipamentul generând micropinii cu suprafața interioară (22a) a unui electrod-sculă (22) tubular și microgăurile cu suprafața (22b) exterioară a acestuia, electrodul-sculă (22) executând vibrații (22c) torsionale în cazul micropinilor și microgăurilor cu secțiune rotundă și vibrații (22d) longitudinale pentru cele cu secțiune profilată, fiind asamblat prin lipire cu metal (23), la capătul unui lanț (38) ultrasonic, în interiorul concentratorului (15) ultrasonic sunt practicate patru găuri (20) cu axă longitudinală curbă, alimentate cu lichid dielectric prin niște ștuturi poziționate în plan nodal, lanțul (38) ultrasonic fiind poziționat vertical sau înclinat sub un unghi prescris cu ajutorul unei cuple (5a - 6) și blocat în poziția dorită cu un capac (4) filetat cu profil (4a) sferic, o bucșă (24), din material izolator electric și coeficient de frecare redus, realizează ghidarea electrodului-sculă (22) cât mai aproape de piesă, prin pătrunderea concentratorului (15) cât mai aproape de suprafața de ghidare printr-un con (24b) interior, și antrenează electrodul-sculă (22) cu ajutorul altui con (24c) cu unghiul la vârf mai mic, pe suprafața (24d) de ghidare cu formă conjugată, precum și prin deplasarea pe verticală a bucșei (24) de ghidare pe o coloană (31), în funcție de înălțimea piesei prelucrate, și blocarea în

poziția dorită cu ajutorul unei roți (34) de mână, care filetează un șurub (34a) ce pătrunde într-un canal (31a) longitudinal din coloana verticală (31), prin care se împiedică rotația bucșei (24).

Revendicări: 2

Figuri: 4

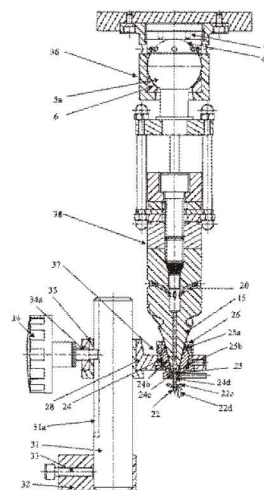


Fig. 1

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).



DESCRIERE

Invenția se referă la un echipament de prelucrare a micropinilor și microgăurilor prin electroeroziune cu vibrația ultrasonică torsională a electrodului-sculă. Echipamentul se poate monta pe o mașină de prelucrare prin electroeroziune volumică, uzuală și se conectează la un generator de ultrasunete.

Sunt cunoscute echipamentele de prelucrare a microgăurilor – în accepțiunea largă, dimensiunile transversale ale secțiunii microgăurilor fiind cuprinse în intervalul 1-999 micrometri, iar uzual, în cazul electroeroziunii, între 0,1 și 0,9 mm – prin electroeroziune neasistată sau asistată de ultrasunete cu ajutorul unor electrozi-sculă filiformi sau tubulari sau cu vibrația ultrasonică a piesei prelucrate.

Dezavantajele soluțiilor menționate anterior constau în:

- prelucrarea prin electroeroziune a microgăurilor are productivitate scăzută în raport cu alte procedee chiar și în condițiile asistării cu ultrasunete ca urmare a instabilității procesului de prelucrare – frecvente fenomene de scurt-circuit dintre electrodul-sculă și piesa prelucrată;

- vibrarea piesei de prelucrat cu frecvență ultrasonică la prelucrarea prin electroeroziune a microgăurilor, utilizată în cazul soluțiilor cunoscute limitează drastic gama dimensională și forma pieselor prelucrate;

- la creșterea adâncimii microgăurilor, instabilitatea prelucrării prin electroeroziune crește ca urmare a evacuării dificile din interstițiul de prelucrare a particulelor de material prelevate, ceea ce produce reducerea calității și preciziei suprafeței prelucrate precum și a productivității;

- la prelucrarea microgăurilor adânci de diametre foarte mici, electrodul-sculă se poate deforma ceea ce produce reducerea preciziei și calității suprafeței prelucrate;

- echipamentele cunoscute nu permit realizarea prin electroeroziune cu vibrația ultrasonică a electrodului-sculă a micropinilor și microgăurilor, inclusiv cu secțiune profilată, în condiții de productivitate, precizie și calitate ridicată a suprafețelor prelucrate.

Mai este cunoscut prin documentul RO-126381 B1, echipamentul pentru finisarea prin electroeroziune asistată de ultrasunete a microgăurilor, care poate fi montat pe o mașină de prelucrare prin electroeroziune volumică și care este alcătuit dintr-un lanț ultrasonic, pentru vibrarea unui electrod-sculă de tip tubular sau filiform, pe direcție longitudinală, lanțul ultrasonic fiind prevăzut, la partea superioară, cu un dispozitiv de prindere și reglare, la partea inferioară fiind montat un electrod-sculă, prin intermediul unui dispozitiv de prindere și

reglare, de alimentare cu dielectric și de etanșare, electrodul-sculă fiind ghidat prin intermediul unui dispozitiv de ghidare multiplă și de alimentare cu lichid dielectric, ce cuprinde două bușe de ghidare și două prisme în "V" la 90°, acționate de niste arcuri, ce realizează un ajustaj alunecător cu electrodul-sculă, bușă inferioară fiind prevăzută cu niște canale longitudinale prin care se alimentează cu lichid dielectric interstițiul de prelucrare.

Mai este cunoscut prin documentul RO-128720 B1, Echipamentul de prelucrare simultană a unor microgăuri prin electroeroziune asistată ultrasonic, care poate fi montat pe o mașină de prelucrare prin electroeroziune volumică și care cuprinde niște scule filiforme, care sunt prinse pe un concentrator ultrasonic, aparținând unui lanț trasonic, fiind ghidate de o placă realizată dintr-un material neconductiv electric, cu un coeficient de frecare redus, sculele având o poziție unghiulară față de o suprafață frontală a unei piese de prelucrare, care se poate regla prin rotirea unei flanșe superioare, în raport cu flanșa cu care se află în contact, cu ajutorul unor canale circulare, practicate în flanșă și a cărei poziție se poate bloca cu niște șuruburi, după vizualizarea poziției pe un sector gradat.

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția constă în realizarea unor micropini și microgăuri, inclusiv profilate, cu productivitate, precizie și calitate ridicată.

Echipamentul pentru prelucrarea micropinilor și microgăurilor prin electroeroziune cu vibrația ultrasonică a electrodului-sculă, conform invenției, rezolvă problema tehnică menționată prin aceea că micropinii sunt realizați cu suprafața interioară a unui electrod-sculă tubular, iar microgăurile cu suprafața exterioară a acestuia, electrodul-sculă executând vibrații torsionale în cazul micropinilor și microgăurilor cu secțiune rotundă și vibrații longitudinale în cazul micropinilor și microgăurilor cu secțiune profilată, fiind asamblat prin lipire cu metal, la capătul unui lanț ultrasonic. În interiorul concentratorului ultrasonic sunt practicate patru găuri cu axă longitudinală curbă, alimentate cu lichid dielectric prin niște ștuțuri poziționate în plan nodal, lanțul ultrasonic fiind poziționat vertical sau înclinat sub un unghi prescris cu ajutorul unei cuple sferice și blocat în poziția dorită cu piuliță cu profil sferic. Ghidarea electrodului-sculă se realizează cu o bușă cu profil conjugat din material izolator electric cu coeficient de frecare redus, a cărei axă se poziționează vertical sau înclinat sub un unghi prescris prin rotație pe suprafețe sferice în jurul axelor poziționate în plan orizontal, în cazul micropinilor și microgăurilor cu secțiune rotundă și poziționat unghiular prin rotație în jurul axei verticale, în cazul micropinilor și microgăurilor cu secțiune profilată, precum și blocarea în poziție dorită prin strângerea cu o piuliță frontală. Ghidarea electrodului-sculă cât mai aproape de piesă este realizată prin pătrunderea concentratorului cât mai aproape de

suprafața de ghidare printr-un con interior și antrenarea electrodului-sculă pe suprafața de ghidare cu ajutorul altui con cu unghiul la vârf mai mic, precum și prin deplasarea bucșei de ghidare pe verticală pe o coloană, în funcție de înălțimea piesei prelucrate și blocarea în poziție dorită cu ajutorul unei roți de mână care filetează un șurub, care pătrunde într-un canal longitudinal din coloana verticală, prin care se împiedică rotația bucșei.

Echipamentul pentru finisarea prin electroeroziune asistată de ultrasunete a microgăurilor, conform invenției, prezintă următoarele avantaje:

- realizează prelucrarea micropinilor și microgăurilor cu secțiune transversală circulară prin electroeroziune cu vibrația ultrasonică torsională a electrodului-sculă, ceea ce permite uniformizarea curgerii lichidului dielectric pe suprafața prelucrată, ceea ce determină evacuarea mai bună a particulelor prelevate și îmbunătățirea stabilității procesului de electroeroziune;

- cavitația ultrasonică indusă în interstițiul lateral, ca urmare a vibrațiilor torsionale, crește ciclic, la fiecare perioadă de oscilație, presiunea în interstițiul lateral, ceea ce dermină creșterea stabilității procesului, în special la microgăuri adânci sau micropini de lungime mare, la care traseul de evacuare a particulelor prin interstițiul lateral este foarte lung;

- asamblarea prin lipire cu metal a electrodului-sculă pe concentrator asigură o transmitere a oscilațiilor mai bună decât prinderea mecanică, asigurând totodată și etanșarea corespunzătoare, eliminându-se scăpările de lichid dielectric și pierderile de presiune la joncțiunea dintre electrodul-sculă și concentrator;

- dispunerea în planul nodal a patru găuri filetate pentru asamblarea cu racorduri de înaltă presiune, cu axa longitudinală curbă, dispuse radial la 90 de grade pentru alimentarea cu lichid dielectric reduce pierderile de presiune și amplitudinea de oscilație la nivelul asamblărilor filetate ale ștuțurilor de admisie ale lichidului dielectric și oscilațiile asimetrice, crescând precizia și stabilitatea prelucrării;

- utilizarea unei suprafețe sferice în contact cu două calote sferice asigură orientarea poziției lanțului ultrasonic, care are la capătul său, electrodul-sculă și blocarea în poziția dorită prin filetare cu o piuliță cu profil sferic, pentru obținerea preciziei suprafeței prelucrate;

- asigurarea preciziei prelucrării prin ghidarea electrodului-sculă cât mai aproape de piesa prelucrată prin deplasarea ghidajului pe o coloană laterală, în contact cu o bucșă antifricțiune și prevenirea rotirii sale cu un șurub, care pătrunde într-un canal vertical longitudinal al coloanei;

- creșterea preciziei prin ghidarea electrodului-sculă printr-un alezaj cu formă conjugată poziționat la ieșirea din subansamblul de ghidare, la distanță minimă de piesa prelucrată;

- facilitarea apropierii și introducerii electrodului-sculă prin ghidaj cu ajutorul a două suprafețe conice coaxiale cu unghiuri la vârf în scădere, prima suprafață permițând conului concentratorului intrarea în ghidaj, iar a doua, antrenarea electrodului-sculă prin alezajul de ghidare;

- reducerea frecărilor dintre electrodul-sculă și suprafața de ghidare, prin eliminarea presiunilor generate de soluțiile cu arcuri și utilizarea unui material cu coeficient de frecare redus, exemplu teflon.

- vibrarea electrodului-sculă cu dimensiuni relativ constante și masă mică, ceea ce permite prelucrarea unor piese cu game dimensionale largi;

- deformarea electrodului-sculă este redusă prin asigurarea coaxialității dintre lanțul ultrasonic și ghidajul inferior prin mișcările de rotație în jurul axelor orizontale atât ale lanțului ultrasonic cât și ale ghidajului-electrodului-sculă;

- obținerea preciziei de poziționare a micropinilor sau microgăurilor cu secțiune profilată prin posibilitatea de rotație în jurul axei verticale cu ajutorul suprafețelor sferice de ghidare;

- posibilitatea prelucrării micropinilor sau microgăurilor cu secțiune profilată cu vibrații longitudinale prin înlocuirea concentratorului cu canale elicoidale sau secțiune pătrată cu un concentrator cu suprafețe de revoluție;

- montarea ușoară pe mașina de electroeroziune cu ajutorul canalelor cu profil T aparținând mesei mașinii și dispozitivelor de prindere aparținând capului de lucru al mașinii.

Se dă în continuare un exemplu de realizare a invenției în legătură cu figurile 1, 2, 3, 4, care reprezintă:

- Figura 1, Ansamblul echipamentului pentru prelucrarea micropinilor și microgăurilor prin electroeroziune cu vibrații ultrasonice torsionale și longitudinale ale electrodului-sculă;

- Figura 2, Secțiune transversală prin electrodul-sculă tubular: rotundă (a) și profilată (b);

- Figura 3, Dispozitivul de orientare și fixare a lanțului ultrasonic;

- Figura 4, Dispozitivul de ghidare a electrodului-sculă.

Echipamentul pentru prelucrarea micropinilor și microgăurilor prin electroeroziune cu vibrații ultrasonice torsionale sau longitudinale ale electrodului-sculă – **figura 1** – este

compus din dispozitivul **36** de orientare și fixare a lanțului ultrasonic **38** și dispozitivul de ghidare **37** a electrodului-sculă **22** – **figura 2**.

Dispozitivul orientare și fixare a lanțului ultrasonic **36** - **figura 3** - este compus din: placa **1** de prindere a dispozitivului de fixare a lanțului ultrasonic **36** pe capul de lucru al mașinii de electroeroziune (nefigurat), șuruburile **2** de prindere a carcasei cilindrice **3** pe placa **1**, în care se introduce arborele **5** cu cap sferic **5a** și care se orientează pe calota sferică **6**, pentru obținerea perpendicularității sau înclinării axei sale cu un unghi prescris, fixarea în poziția dorită obținându-se prin filetarea capacului filetat **4**, care are suprafața sferică **4a** în contact cu capul sferic **5a**, prevăzută cu găurile radiale **4b** pentru rotirea piuliței **4**, carcasa având decupări **3a** pentru accesul la găurile radiale de rotire **4b**. Arborele **5** este filetat în placa transversală **7**, sprijinit de umărul **5b** și cu ajutorul piulițelor **8a** și tijelor filetate **8**, este prins de flansa nodală **9** (de amplitudine nulă) a transductorului **10**, compus din: bucșa reflectantă **11**, discurile piezoceramice **12**, bucșa radiantă **13**, prinse cu șurubul axial **14** (după ce au fost prestrânse). Concentratorul **15** este asamblat cu bucșa radiantă **13** prin prezonul **16** și este alcătuit dintr-un cilindru **17** și un trunchi de con **18**, care este prevăzut cu canale elicoidale **18a** dacă se lucrează cu vibrații torsionale **24c** sau paraleliped **17** și trunchi de piramidă **18** pentru obținerea vibrațiilor torsionale **24c**; pentru micropini sau microgăuri neprofilate, vibrațiile sunt longitudinale **24d**, iar conul **18** are suprafața lisă. În planul nodal al concentratorului sunt practicate patru găuri radiale filetate **19** pentru introducerea unor ștuțuri (nefigurate) de alimentare cu lichid dielectric, care se continuă cu patru găuri **20** cu axă longitudinală curbă (realizate prin electroeroziune sau prelucrare electrochimică), care se deschid într-un canal axial **21**, etanșat cu garnitura **21a** și dopul filetat **21b** și, care alimentează cu lichid dielectric un electrod-sculă tubular **22** - **v. fig. 3** - poziționat la capătul concentratorului **15** într-un antinod (amplitudine maximă) și asamblat de acesta prin lipire cu metal **23** (de exemplu argint).

Ghidarea electrodului sculă **22** - **figura 4** - se face cu ajutorul subansamblului de ghidare **37** (**v. fig. 1**), care cuprinde o bucșă de ghidare **24** din material izolator electric cu coeficient de frecare redus (de exemplu telefon), care prezintă o suprafață sferică **24a**, aflată în contact cu suprafețele sferice ale șaibelor inferioară **25a** și superioară **25b** și care prin rotație în jurul axelor conținute în plan orizontal, asigură poziția verticală a electrodului-sculă **22** sau înclinarea sa la un unghi prescris, precum și poziția unghiulară a electrodului-sculă **22** cu secțiune profilată (pentru micropini sau microgăuri cu secțiune profilată) prin rotația în jurul axei verticale și blocarea în poziția dorită, prin presiunea exercitată de șaiba sferică, **25b**, prin filetarea piuliței **26** pe bucșa filetată **27**, care este fixată pe placa transversală **28** prin filetare

sau ajustaj cu strângere și asigurată antirotire cu știftul filetat **28a**. Bucșa **24** prezintă o suprafață conică **24b**, care permite pătrunderea conului **18** al concentratorului **15**, v. **fig. 3** (care facilitează ghidarea electrodului-sculă cât mai aproape de piesa prelucrată nefigurată, orientată și fixată sub subansamblul de ghidare) și o suprafață conică **24c**, care facilitează pătrunderea electrodului-sculă **22** în ghidajul **24d** cu forma conjugată a suprafeței exterioare a electrodului-sculă **22**, inclusiv cu secțiune profilată **24d** (realizată cu laser sau fascicul de electroni), cu care formează un ajustaj alunecător. Subansamblul de ghidare **37** prezintă un ștuț lateral **29** prin care se alimentează cu lichid dielectric suplimentar (în cazul electrozilor-sculă netubulari sau filiformi), asamblat cu bucșa **30**, care prezintă un orificiu conic **30a**, prin care se dirijează lichid dielectric către zona de lucru.

Bucșa de ghidare **24** se poziționează pe verticală – **figura 1** - în funcție de înălțimea piesei prelucrate (nefigurate, poziționată sub subansamblul de ghidare **37**) prin deplasarea plăcii transversale **28** cu ajutorul bucșei **35** din material cu coeficient de frecare redus, pe coloana **31**, care este fixată cu șurubul **33** pe placa **32**, care la rândul ei se prinde pe masa mașinii de electroeroziune (nefigurată). Fixarea bucșei de ghidare **24** în poziția dorită pe verticală se face cu roata de mână **34**, prin care se filetează șurubul **34a**, care pătrunde în canalul longitudinal **31a**, prin care se împiedică rotirea în jurul axei verticale.

REVENDICĂRI

1. Echipament de prelucrare a unor micropini și microgăuri prin electroeroziune asistată ultrasonic, având un lanț ultrasonic **38** prins de flanșa nodală **9** cu ajutorul unor tije filetate **8** și piulițe **8a** pe dispozitivul de reglare a poziției sale, un concentrator ultrasonic **15**, alcătuit dintr-un cilindru **17** și un trunchi de con **18** și un electrod-sculă **22** tubular sau filiform poziționat la capătul său într-un antinod, **caracterizat prin aceea că** are un concentrator ultrasonic **15** cu patru găuri radiale **19** poziționate la 90 de grade în planul nodal al concentratorului, prin care se alimentează cu lichid dielectric, care se continuă cu patru găuri omoloage **20** cu axă longitudinală curbă, care se deschid într-un canal axial longitudinal **21** al concentratorului **15**, un electrod-sculă **22** tubular sau filiform cu secțiune rotundă, care efectuează vibrații ultrasonice torsionale **22c** sau profilat, care efectuează vibrații ultrasonice longitudinale **22d**, asamblat prin lipire cu metal **23** în prelungirea canalului axial **21** și un sistem de poziționare pe suprafața sferică **5a** a unui arbore **5**, aflată în contact cu o calotă sferică **6** și blocare în poziția dorită cu un capac filetat **4** și profil sferic **4a** în contact cu suprafața sferică **5a** cu găuri radiale **4a**, la care există acces pentru rotirea capacului **4** prin decupările **3a** ale unei carcase cilindrice **3**.

2. Echipament de prelucrare, conform revendicării 1, având electrodul-sculă **22** ghidat cu o bucsă **24** din material izolator electric cu coeficient de frecare redus **caracterizat prin aceea că** bucsa de ghidare **24**, are o suprafață conică interioară **24b** cu unghi la vârf mai mare în care pătrunde conul **18** al concentratorului **15** și o suprafață conică interioară **24c** cu unghi la varf mai mic în care pătrunde electrodul-sculă **22** pentru a fi ghidat pe suprafața interioară **24d** a bucsei **24**, cu forma conjugată suprafeței exterioare a electrodului-sculă **22**, cu secțiune profilată sau rotundă, cu care formează un ajustaj alunecător și o suprafață sferică **24a**, aflată în contact cu suprafețele sferice ale șaibelor inferioară **25a** și superioară **25b** care permite poziționarea verticală sau sub un anumit unghi față de verticală a electrodului-sculă **22** cu secțiune rotundă prin rotire în jurul axelor conținute în plan orizontal, sau poziționarea unghiulară a electrodului-sculă **22** cu secțiune profilată prin rotire în jurul axei verticale, precum și blocarea în poziția dorită prin strângere cu o piuliță **26**, care exercită presiune pe suprafețele șaibelor sferice **25a** și **25b** și un ștuț radial **29** pentru alimentare cu lichid dielectric a unei bucse **30** cu un orificiu conic **30a**, prin care se direcționează lichidul dielectric pe suprafața laterală a electrodului sculă **22** în cazul în care este netubular.

DESENE

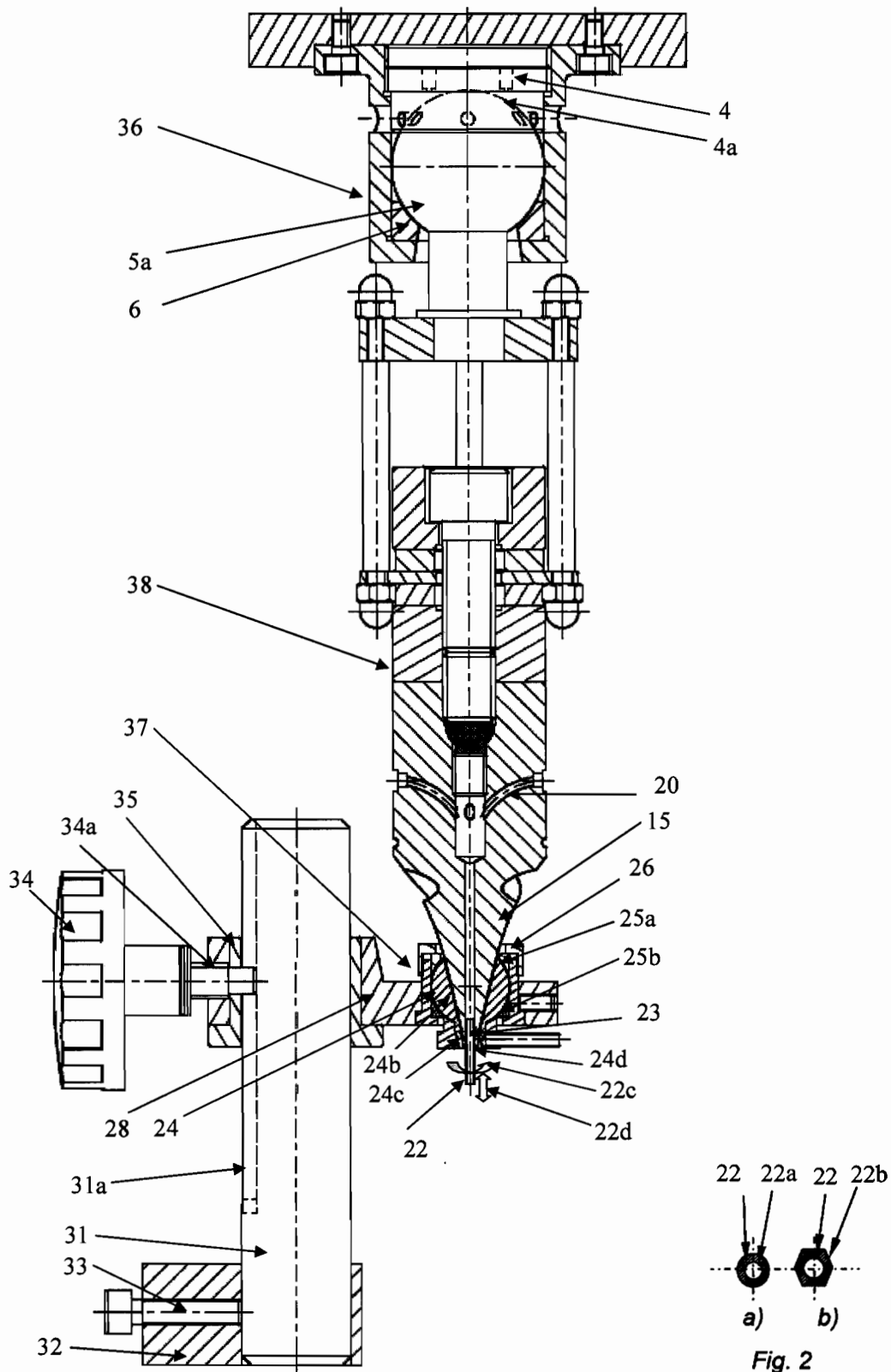


Fig. 1

Fig. 2

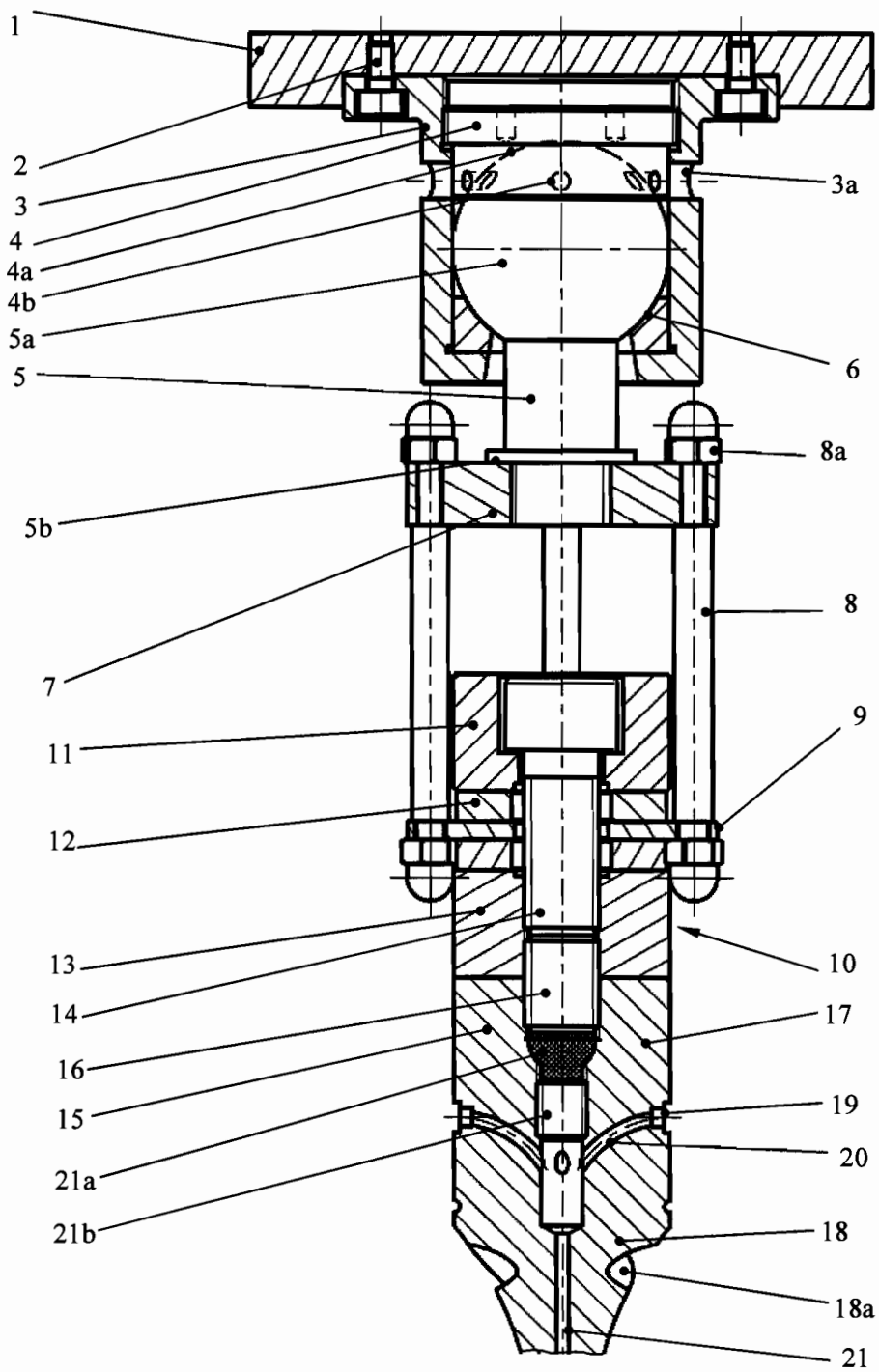


Fig. 3

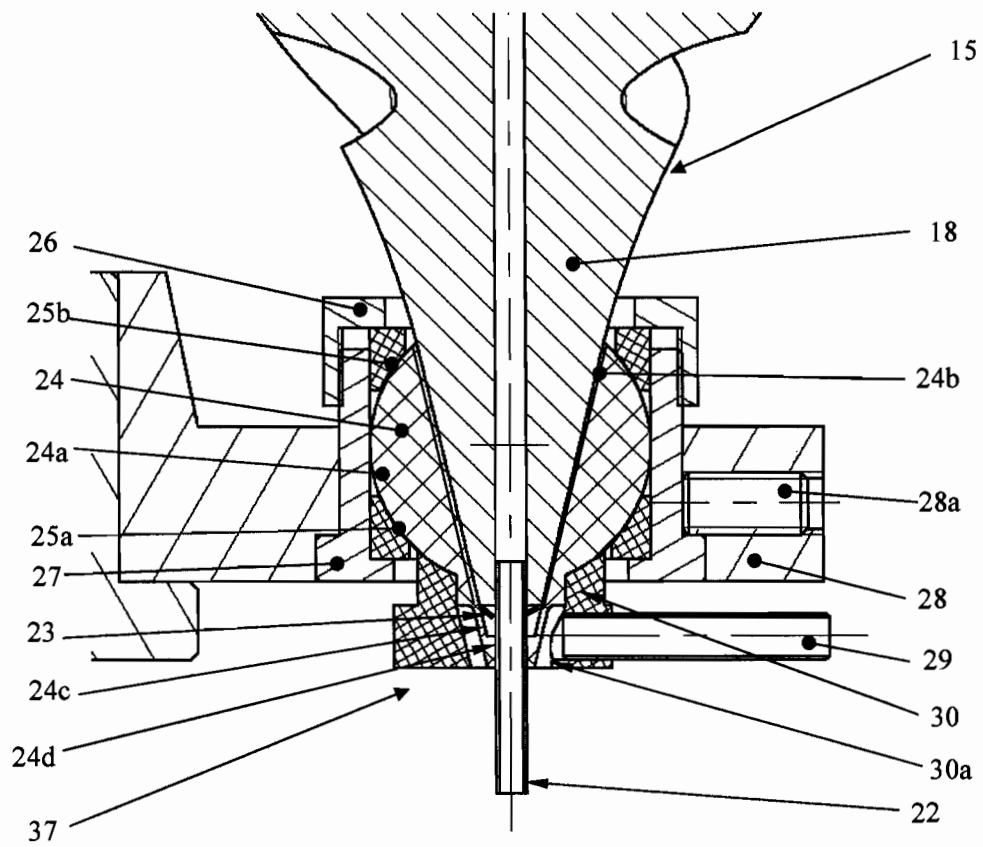


Fig. 4