

(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2013 01025

(22) Data de depozit: 20.12.2013

(41) Data publicării cererii:
30.06.2015 BOPI nr. 6/2015

(71) Solicitant:
• INSTITUTUL NAȚIONAL DE
CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU
INGINERIE ELECTRICĂ ICPE - CA,
SPLAIUL UNIRII NR.313, SECTOR 3,
BUCUREȘTI, B, RO

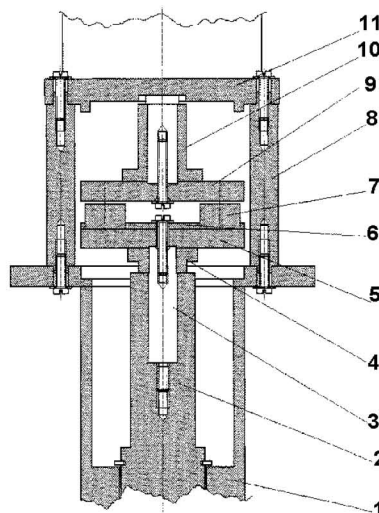
(72) Inventatori:
• TEIȘANU ARISTOFAN ALEXANDRU,
STR. PĂDURIOIU NR.3, BL. B25, SC.1,
AP.1, SECTOR 4, BUCUREȘTI, B, RO;

• IORDACHE IULIAN, STR.BUJORILOR
NR.3, BL.B 20, SC.2, ET.2, AP.8,
MĂGURELE, IF, RO;
• STANCU NICOLAE,
STR. DONEA DIANA ALEXANDRA NR. 4
BL. N18 SC. 3 ET. 3
AP. 28 SECT. 4, BUCUREȘTI, B, RO;
• IORDOC MIHAI, ALEEA TERASEI NR.4,
BLE 2, SC.2, ET.1, AP.28, SECTOR 4,
BUCUREȘTI, B, RO

(54) AMBREIAJ PLANAR PE BAZĂ DE CURENȚI TURBIONARI

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un ambreiaj planar, pe bază de curenți turbionari, fără contact mecanic, destinat proceselor de prelucrare în care este necesară aplicarea unei tensiuni mecanice în fire, în vederea obținerii de produse semifabricate sau produse finite. Ambreiajul conform invenției este alcătuit din viola corpului lagărului (1), în care se găsește lagărul cuplajului axial, condus (2) solidar cu fusul mosorului de depanare a firului de PAN, coaxial cu piesa de cuplaj fiind montat axul cuplajului (3), la care, prin intermediul unei bucșe (4) centratore inferioare, este montat un circuit (5) magnetic, iar pe circuitul (5) magnetic, cu ajutorul unei șaibe (6) centratore, sunt montați niște magneți (7) permanenți, în număr de patru, un ansamblu format din circuitul (5) magnetic, șaiba (6) centratore și magneții (7) permanenți generând câmpul magnetic ale cărui linii taie un disc (9) de ambreiaj, care este montat pe axul motorului (11), prin intermediul unei bucșe (10) centratore superioare, pe cuplajul axial condus, iar ansamblul format din motor, bucșa (10) centratore superioară și discul (9) de ambreiaj este asamblat cu viola corpului lagărului (1), prin intermediul unor distanțiere (8).



Revendicări: 1
Figuri: 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).



Ambreiaj planar pe baza pe curenti turbionari

Inventia se refera la un ambreiaj planar pe baza pe curenti turbionari, fara contact mecanic, destinat proceselor de prelucrare in care este necesara aplicarea unei tensiuni mecanice in fire in vederea obtinerii de produse semifabricate sau produse finite.

Se cunosc mai multe tipuri de ambreiaje care sunt utilizate curent in aceste aplicatii; cele mai importante tipuri sunt:

- *ambeiajele mecanice cu frictiune umeda sau uscata;*
- *ambeiajele hidraulice.*

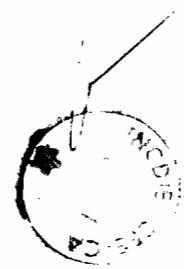
Ambreiajele mecanice sunt cele mai simple constructiv, si constau din doua suprafete tangente, care se afla in contact nemijlocit sau prin intermediul unei piese intermediare. Forta de frecare care se dezvoltă se bazează pe frecarea de alunecare rezultată în urma aplicării unei presiuni între cele două suprafețe, prin intermediul unui resort elastic. Cel mai adesea suprafețele aflate în contact sunt de forma discoidală, și sunt separate prin intermediul unei piese confecționate dintr-un material cu coeficient mare de frecare (ferodou). În acest caz, forța de frânare, care este dezvoltată între cele două suprafețe aflate în mișcare de rotație relativă una față de alta, este proporțională cu presiunea și cu coeficientul de frecare dintre suprafețele aflate în contact, fiind independentă de viteza unghiulară relativă. În realitate, datorită variației coeficientului de frecare cu temperatura, forța de frânare depinde de viteza unghiulară relativă. În cazul în care forța de frânare trebuie să fie menținută timp îndelungat, există și sisteme de ambreiere umede, la care ungerea se face cu uleiuri minerale aditivate, prin intermediul unui disc ungător. Acest tip de ambreiaj nu are în componența materiale cu coeficient mare de frecare, și, deși principial, este identic cu ambreiajul mecanic uscat, forța de frânare se obține prin frecarea oțel pe oțel sau oțel pe fontă. În ambele cazuri, varierea forței de frânare se realizează prin varierea presiunii dintre suprafețele aflate în mișcare relativă, prin comprimarea sau decompimarea resortului elastic. Limitele de variație sunt mici (de până la 5 ori valoarea minimă).

Ambreiajele hidraulice sunt de două tipuri:

- cu ulei mineral;
- cu fluid magnetic;

Ambreiajele cu ulei mineral funcționează pe baza unor gradienti de viteză mari ce se obțin între piese aflate în mișcare de rotație relativă una față de alta, care determină frecări interne în lichidul în care se află imersate. Forta de frânare ce se generează astfel poate fi variată prin modificarea distanței dintre piesele aflate în mișcare, între limite relativ largi (de până la 20 de ori valoarea minimă).

Ambreiajele cu fluid magnetic au o construcție asemănătoare, cu deosebire că variația forței de frânare se realizează prin modificarea viscozității dinamice a fluidului magnetic în care se află imersate piesele aflate în mișcare relativă una față de alta. Modificarea viscozității se realizează cu ajutorul unui câmp magnetic care străbate fluidul magnetic, de obicei orientat paralel cu axa de rotație. Câmpul magnetic variabil, se obține cu ajutorul unei solenoid corespunzătoare.



Dezavantajele solutiilor cunoscute sunt urmatoarele:

In cazul *ambreiajelor mecanice uscate*, se constata urmatoarele deficiente:

- imposibilitatea obtinerii unor valori mici ale fortei de franare;
- existenta unei forte de franare statice, la pornire, mult mai mare decat valoarea de regim;
- uzura rapida a partilor aflate in contact; variatia in timp a fortei de franare pe seama modificarii coeficientului de frecare prin cresterea temperaturii;
- domeniu mic de variatie a fortei de franare;
- imposibilitatea comandarii de la distanta;
- imposibilitatea automatizarii;
- posibilitatea de gripare.
- anduranta mica.

In cazul *ambreiajelor mecanice umede*, se constata urmatoarele deficiente:

- variatia fortei de franare odata cu cresterea temperaturii lichidului de ungere;
- existenta unei forte de franare statice, la pornire, mult mai mare decat valoarea de regim;
- constructie complicata;
- domeniu insuficient de variatie a fortei de franare;
- existenta unei forte de franare statice, la pornire, mult mai mare decat valoarea de regim;
- imposibilitatea comandarii de la distanta;
- imposibilitatea automatizarii;
- anduranta mica.

In cazul *ambreiajelor hidraulice cu ulei mineral*, se constata urmatoarele deficiente:

- constructie complicata;
- domeniu insuficient de variatie a fortei de franare;
- variatia fortei de franare odata cu cresterea temperaturii uleiului;
- imposibilitatea comandarii de la distanta;
- imposibilitatea automatizarii;
- fiabilitate insuficienta

In cazul *ambreiajelor cu fluid magnetic*, se constata urmatoarele deficiente:

- constructie complicata si scumpa;
- domeniu insuficient de variatie a fortei de franare;
- mentenanta dificila si scumpa;
- fiabilitate insuficienta;

Problema tehnica pe care o rezolva inventia consta in realizarea unui ambreiaj, fara piese aflate in contact mecanic si fara lichide tehnologice, care permite obtinerea unui domeniu foarte larg al cuplului de franare (de pana la 5000 de ori valoarea minima), avand o disipare optima a caldurii rezultate pe seama curentilor turbionari, fara prag de pornire, cu o constructie simpla, si avand o fiabilitate deosebit de ridicata (pana la 100 000h).



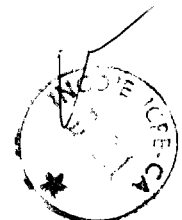
Ambreiaj planar pe baza pe curenti turbionari, conform inventiei, inlatura dezavantajele mentionate prin aceea ca este alcatuit din virola corpului lagarului, in care se gaseste lagarul cuplajului axial condus solidar cu fusul mosorului de depanare al firului de PAN; coaxial cu piesa de cuplaj este montat axul cuplajului, la care prin intermediul bucei centratoare inferioare, este montat circuitul magnetic, iar pe circuitul magnetic, cu ajutorul saibei centratoare sunt montati magnetii permanenti, in numar de patru; ansamblul format din circuitul magnetic, saiba centratoare si magnetii permanenti genereaza campul magnetic ale carui linii taie discul de ambreiaj, care este montat pe axul motorului prin intermediul bucei centratoare superioare pe cuplajul axial condus; ansamblul format din motor, bucsa centratoare superioara si discul de ambreiaj este asamblat cu virola corpului lagarului prin intermediul distantorilor.

Avantajele inventiei sunt urmatoarele:

- anduranta foarte mare, parctic limitata doar de durata de viata a motorului de actionare (>100 000h);
- posibilitatea de automatizare si comanda de al distanta;
- domeniu foarte larg de variatie al fortei de franre (de peste 5000 de ori fata de valoarea minima);
- disipare foarte buna a caldurii produsa pe seama curentilor Eddy, datorita modului de constructie (deschis, fara carcasa), nefiind necesar implementarea unui sistem de racire;
- inexistenta unei forte de franare statice la pornire,

Se da in continuare un exemplu de realizare al inventiei, prezentata in figura 1 - care reprezinta o sectiune prin ambreiajul planar pe baza pe curenti turbionari, conform inventiei. Inventia este realizata in forma experimentală sub forma unui dispozitiv de franare destinat obtinerii unei tensiuni mecanice constante intr-un fir de PAN supus oxidarii, in vederea prelucrării prin tratamente termice ulterioare pana la fibra de carbon. Necesitatea aplicatiei se datoreaza deficientelor intampinate la implementarea unor sisteme de franare mecanice cunoscute, bazate pe frictiune, la care s-au constatat urmatoarele deficiente:

- imposibilitatea reglării exacte a tensiunii in firul textil;
- variatia in timp a valorii tensiunii in fir, pe seama variatiei proprietatilor mecanice ale suprafetelor in contact ale pieselor compunatoare ale sistemului de ambreiaj mecanic.
- Imposibilitatea obtinerii unor valori mici si constante ale tensiunii in firul textil.
- Imposibilitatea automatizării.



Dispozitivul, ambreiaj planar pe baza pe curenti turbionari, conform inventiei, este alcatuit din virola corpului lagarului 1, in care se gaseste lagarul cuplajului axial condus 2 solidar cu fusul mosorului de depanare al firului de PAN; Coaxial cu piesa de cuplaj este montat axul cuplajului 3, la care prin intermediul bucsii centratoare inferioare 4, este montat circuitul magnetic 5, realizat din OL27. Pe circuitul magnetic, cu ajutorul saibei centratoare 6 sunt montati magnetii permanenti din NdFeB, in numar de patru. Ansamblul format din circuitul magnetic 5, saiba centratoare 6 si magnetii permanenti 7 genereaza campul magnetic ale carui linii taie discul de ambreiaj 9 confectionat din cupru electrotehnic, care este montat pe axul motorului 11 prin intermediul bucsii centratoare superioare 10 pe cuplajul axial condus. Ansamblul format din motor, bucsia centratoare superioara si discul de ambreiaj este asamblat cu virola corpului lagarului prin intermediul distantorilor 8.

Dispozitivul, ambreiaj planar pe baza pe curenti turbionari, conform inventiei, prin constructia planara, permite eliminarea rapida a caldurii generate prin efect Joule-Lentz in discul de ambreiaj. Pentru constructiile de frana bazate pe curenti turbionari cu geometrie coaxiala, eliminarea caldurii constituie o problema. De asemenea, acest tip constructiv permite o intretinere foarte usoara. Acest dispozitiv a fost realizat practic si implantat in cadrul instalatiei de grafitizare fibre de PAN, unde functioneaza de ca 2 ani, fara probleme tehnice si corespunde cerintelor cerintelor tehnologice.

Principiul de functionare

Functionarea dispozitivului, ambreiaj planar pe baza pe curenti turbionari se bazeaza pe aparitia unei forte de franare direct proportiionala cu intensitatea curentilor turbionari indusi de campul magnetic generat de ansamblul format din circuitul magnetic si magnetii permanenti in discul de ambreiaj din cupru. Intensitatea curentilor turbionari este proportiionala cu viteza unghiulara relativa a discului de ambreiaj fata de ansamblul format de circuit magnetic si magnetii permanenti, asa cum se observa din relatia (11) din sectiunea „Considerente teoretice”. Deoarece viteza de depanare a firului de PAN de pe mosorul debitor este foarte mica, turatia axului mosorului debitor poate fi considerata ca fiind nula ($2-5 \text{rot.h}^{-1}$). Forta de franare obtinuta pe seama curentilor turbionari poate fi reglata intre limite foarte largi ($1 \text{mN}-5 \text{N}$), variind turatia discului de ambreiaj cu ajutorul motorului de franare in limitele $0,5 \text{rot.min}^{-1} - 4000 \text{rot.min}^{-1}$.

Considerente teortice

Ecuatiile care descriu teoria utilizata la explicarea generarii curentilor turbionari deriva din ecuatiile Maxwell:

$$\vec{\nabla} \times \vec{E} + \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} = 0$$



$$\vec{\nabla} \times \vec{H} - \frac{\partial \vec{D}}{\partial t} = \vec{J} \quad (1)$$

In care **E** este intensitatea câmpului electric [volt/m], **B** este inducția magnetică [T], **H** este intensitatea câmpului magnetic [amper.m⁻¹], **D** este inducția electrică [coulomb.m⁻²], **J** este densitatea de curent [amper.m⁻²] iar **t** este timpul [s].

Pornind de la relatia (1) se poate arata ca, in vid, sunt valabile urmatoarele ecuatii:

$$\vec{\nabla} \times \vec{B} = 0 \text{ si } \vec{\nabla} \times \vec{D} = \rho$$

$$\vec{D} = \epsilon_0 \vec{E} \text{ si } \vec{H} = \frac{\vec{B}}{\mu_0} \quad (2)$$

In care ρ este densitatea de sarcina [coulomb.m⁻³], ϵ_0 este permitivitatea dielectrica a vidului [F.m⁻¹], $= 1 \cdot (4\pi \cdot 10^9)^{-1} = 8,854 \cdot 10^{-12}$ Farrad.m⁻¹, iar μ_0 este permeabilitatea magnetica a vidului [henry.m⁻¹], $= 1,2566371 \times 10^{-6}$ henry.m⁻¹.

Pentru un material izotrop si omogen, ecuatiile (1) devin:

$$\vec{\nabla} \times \vec{E} + \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} = 0; \vec{\nabla} \times \vec{B} - \epsilon_0 \mu_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t} = \mu_0 \left(\vec{J} + \frac{\partial \vec{P}}{\partial t} + \vec{\nabla} \times \vec{M} \right)$$

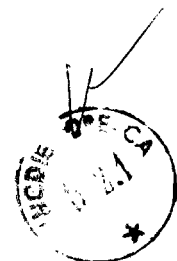
$$\vec{\nabla} \times \vec{B} = 0; E = \frac{1}{\epsilon_0} (\rho - \nabla \times P) \quad (3)$$

In care **P** este polarizatia si respectiv **M** este magnetizatia mediului, si sunt definite de relatiile:

$$P = D - \epsilon_0 E \text{ si } B = \mu_0 (H + M + M_0) \quad (4)$$

Astfel, ecuatiia (2) devine:

$$D = \epsilon E \text{ si } H = \frac{B}{\mu} \quad (5)$$



5

In care ϵ si μ sunt permitivitatea dielectrica si respectiv, permeabilitatea magnetica a mediului, si sunt date de relatiile:

$$\epsilon = \epsilon_0 \epsilon_r \text{ si } \mu = \mu_0 \mu_r \quad (6)$$

In care ϵ_r si μ_r sunt constante de material.

Legea lui Ohm pentru un mediu omogen si izotrop are expresia:

$$I = \frac{E}{R} \quad (7)$$

In care R este rezistenta electrica a unui tub din mediul luat in considerare, in care se manifesta un camp electric cu intensitatea E .

Intensitatea curentului I care va circula prin acest tub, avand sectiunea S , va fi data de relatia:

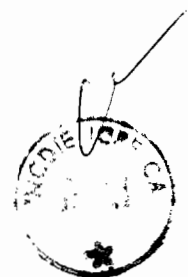
$$\vec{I} = \int_S \vec{J} \cdot \vec{n} dS \quad (8)$$

In care \vec{n} este vectorul unitar normal la suprafata prin care trece curentul I .

Pentru cazul luat in considerare, al unui ambreiaj planar bazat pe curenti turbionari, lucrul mecanic pe seama schimbarii ciclice a inductiei magnetice intr-un volum V de material va fi dat de relatia:

$$W = - \int_V dv \oint B \cdot dH \quad (9)$$

Inductia magnetica B in material va fi creata in acest caz de un camp magnetic exterior, generat cu ajutorul unui dispozitiv ce cuprinde magneti permanenti de tip NdFeB si un circuit magnetic adecvat. Tinand seama de relatia (5), ecuatiile (9) devine:



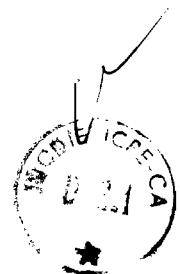
$$W = - \int dv \left(\frac{1}{\mu} \oint B \cdot dB \right) \quad (10).$$

Se observa ca este o relatie neliniara, din cauza interdependentei dintre M , μ si B .

Puterea pierduta prin generarea de curenti turbionari in discul de ambreiaj confectionat dintr-un material bun conductor electric (cupru), cu care este proportional cuplul de franare, poate fi estimata cu ajutorul relatiei:

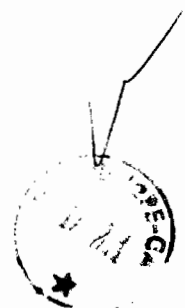
$$P_e = \frac{\pi \delta f B_{\max}}{Ck} \quad (11)$$

In care δ reprezinta grosimea discului de ambreiaj, f este frecventa variatiei ciclice a campului inductor in discul de amreiaj, ce de pinde de diferenta de rotatie dintre discul de ambreiaj si discul conductor, k este rezistivitatea materialului ($k_{Cu} = 1,72 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot m$), iar C este o un coeficient ce depinde de forma constructiva (proportional cu suprafata ambreiajului traversata de campul magnetic avand inductia B_{\max}). Puterea pierduta, in cazul aplicatie date se va diosipa sub forma de caldura in discul de amreiaj.



Bibliografie

1. William C. Orthwein, Clutches and Brakes, Design and Selection, Second Edition, Southern Illinois University at Carbondale, Carbondale, Illinois, USA, Ed. Marcell Dekker, sectiunea 7, 2004, N.Y.



Revendicare

Ambreiaj planar pe baza pe curenti turbionari, caracterizat prin aceea ca este alcatuit din virola corpului lagarului (1), in care se gaseste lagarul cuplajului axial condus (2) solidar cu fusul mosorului de depanare al firului de PAN; coaxial cu piesa de cuplaj este montat axul cuplajului (3), la care prin intermediul buccsei centratoare inferioare (4), este montat circuitul magnetic (5), iar pe circuitul magnetic, cu ajutorul saibei centratoare (6) sunt montati magnetii permanenti (7), in numar de patru; ansamblul format din circuitul magnetic (5), saiba centratoare (6) si magnetii permanenti (7) genereaza campul magnetic ale carui linii taie discul de ambreiaj (9), care este montat pe axul motorului (11) prin intermediul buccsei centratoare superioare (10) pe cuplajul axial condus; ansamblul format din motor, bucsa centratoare superioara (10) si discul de ambreiaj (9) este asamblat cu virola corpului lagarului (1) prin intermediul distantorilor (8).



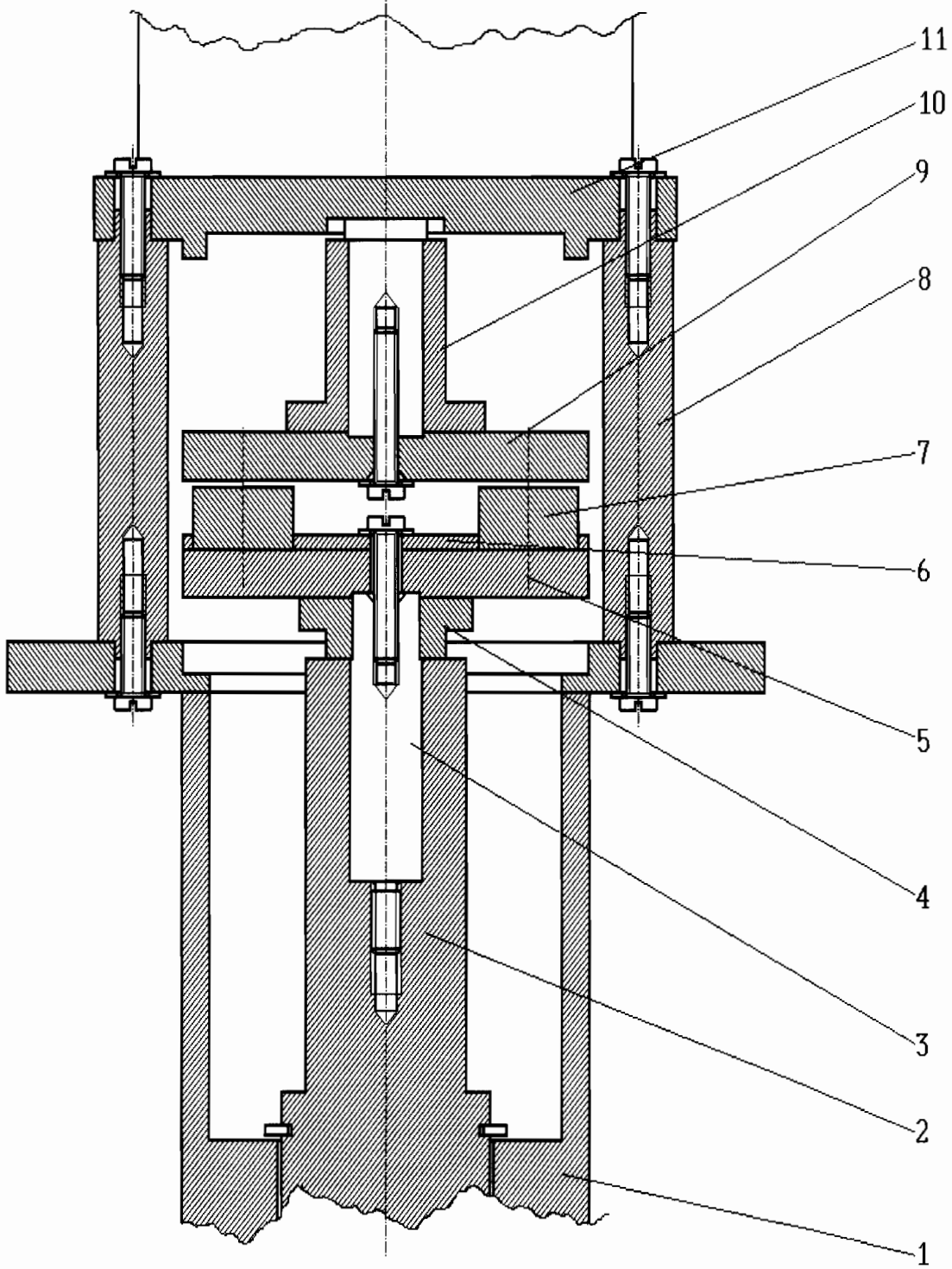


Figura 1

