

(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2013 00125

(22) Data de depozit: 06.02.2013

(41) Data publicării cererii:
29.08.2014 BOPI nr. 8/2014

(71) Solicitant:
• CIUPAN CORNEL, STR.MESTECENILOR
NR.6, AP.2, CLUJ-NAPOCA, CJ, RO;
• CIUPAN MIHAI, ALEEA MESTECENILOR
NR. 6, SC. 1, AP. 2, CLUJ-NAPOCA, CJ,
RO;
• CIUPAN EMILIA, STR. MESTECENILOR
NR. 6, SC. 1, AP. 2, CLUJ-NAPOCA, CJ, RO

(72) Inventatori:
• CIUPAN CORNEL, STR.MESTECENILOR
NR.6, AP.2, CLUJ- NAPOCA, CJ, RO;
• CIUPAN MIHAI, ALEEA MESTECENILOR
NR. 6, SC. 1, AP. 2, CLUJ-NAPOCA, CJ,
RO;
• CIUPAN EMILIA, STR. MESTECENILOR
NR. 6, SC. 1, AP. 2, CLUJ-NAPOCA, CJ, RO

(54) METODĂ DE PRODUCERE A LUCRULUI MECANIC ȘI
MOTOR TERMIC ROTATIV PENTRU APLICAREA ACESTEIA

(57) Rezumat:

Invenția se referă la o metodă de producere a lucrului mecanic și la un motor termic rotativ, pentru aplicarea acesteia, destinat acționării unor mijloace de transport sau a unor scule, utilaje, instalații sau diverse mașini de lucru. Metoda conform invenției utilizează o combinație dintre un compresor (1) și un motor (2) rotativ volumetric, arderea combustibilului realizându-se într-o cameră de ardere externă, la o presiune ridicată, cuprinsă între 0,6 și 50 Mpa, gazele de ardere acționând direct asupra motorului (2) rotativ volumetric, sau numai după ce sunt trecute printr-un vaporizator (8) în care se introduce apă (9) și se produc vapori supraîncălziți, care sporesc debitul de gaze. Motorul conform invenției, pentru aplicarea metodei, este alcătuit dintr-un compresor (1) rotativ cu palete (18), un motor (2) rotativ, niște palete (23) și o cameră (3) de ardere prevăzută cu un sistem (4) de alimentare cu combustibil și un sistem (5) de aprindere, gazele produse în camera (3) de ardere și în vaporizator (8) acționând asupra paletelor (23) motorului (2) rotativ, realizând lucru mecanic.

Revendicări: 14
Figuri: 10

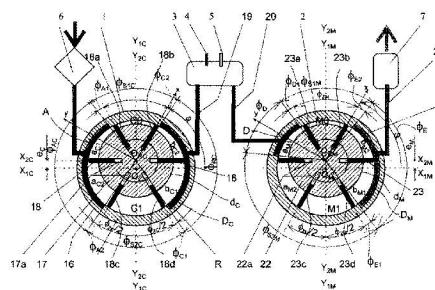
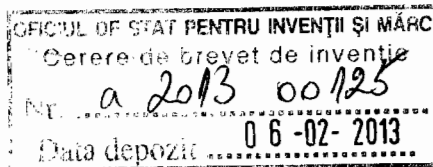


Fig. 4





Metodă de producere a lucrului mecanic și motor termic rotativ pentru aplicarea acesteia

Invenția se referă la o metodă de producere a lucrului mecanic și la un motor termic rotativ destinat acționării unor mijloace de transport sau a unor scule, utilaje, instalații sau diverse mașini de lucru.

În general, pentru acționarea autovehiculelor sau a unor echipamente tehnologice se utilizează motoare termice cu ardere internă, având unul sau mai multe pistoane. Aceste motoare se prezintă într-o mare varietate, în funcție de tipul motorului (motor cu ardere în doi timpi sau motor cu ardere în patru timpi), de numărul de cilindri și dispunerea acestora, de combustibilul utilizat, de modul de formare a amestecului carburant, de tipul injectiei etc.

Motoarele cu pistoane se bazează pe metode de producere a lucrului mecanic definite de etapele și fazele de funcționare ale acestora. Aceste etape sunt bine cunoscute și sunt specifice tipului de motor.

Dezavantajele metodelor de producere a lucrului mecanic utilizate de motoarele cu pistoane rezultă din existența mișcării rectilinii alternative a pistoanelor, mișcare care presupune accelerări și frânări repetate ale acestora, cu efect negativ asupra randamentului, a limitării turațiilor de funcționare a motorului, a nivelului de vibrații și de zgomot în funcționare.

Dezavantajele motoarelor cu pistoane și a metodelor de exploatare ale acestora constau în randamentul scăzut pe care îl oferă, în gabaritul mare și raportul putere/greutate mic, în complexitatea sistemului de distribuție incluzând și modificarea dinamică a distribuției în funcție de regimul de funcționare.

În concluzie, dezavantajele motoarelor cu pistoane sunt legate de mișcarea rectilinie alternativă ale acestora, care limitează randamentul, turația de funcționare, complică sistemul de alimentare și de distribuție. Turația de funcționare pentru majoritatea motoarelor utilizate în industria automobilelor este cuprinsă între 700 rot/min și 6000 rot/min, iar turația care asigură o funcționare eficientă este cuprinsă între 2000 rot/min și 3500 rot/min. Creșterea turației de funcționare a motoarelor afectează negativ consumul, iar limitarea acesteia la valori economice duce la scăderea raportului putere/greutate. Sunt cunoscute variante de motoare pentru mașini sport, care lucrează la turații mari (peste 1500 rot/min) și care au un raport putere/greutate superior celor pentru mașinile de serie, dar acestea prezintă dezavantaje privind eficiența și fiabilitatea.

Dintre motoarele rotative cel mai cunoscut este motorul Wankel, la care mișcarea de rotație se obține cu ajutorul unui rotor de formă triunghiulară care se rotește într-o carcasă de formă ovală. Muchiile care trec prin vârful rotorului triunghiular împart spațiul dintre carcasa ovală și rotor în trei camere care își modifică succesiv volumul. Pe parcursul unei rotații complete, fiecare cameră aferentă unei laturi a rotorului își modifică volumul de la valoarea minimă la valoarea maximă și invers, realizând fazele specifice motoarelor în patru timpi: admisie, compresie, aprindere și evacuare.

Metoda de producere a lucrului mecanic utilizată de motoarele Wankel presupune realizarea fazelor de admisie, compresie, aprindere și evacuare într-un motor rotativ, admisia și evacuarea gazelor realizându-se prin niște canale practicate în statorul sau rotorul motorului, în funcție de varianta constructivă. Dezavantajul metodei constă în dificultatea realizării unei arderi complete datorită unghiului mic de rotație pe care se realizează arderea și detenta

gazelor. Acest lucru duce la o ardere incompletă și la utilizarea parțială a energiei gazelor de ardere cu efect asupra randamentului și asupra poluării.

Pornind de la varianta de bază, Wankel și colaboratorii au creat mai multe variante de perfecționare a motorului [US3359954; US2988065; US4490101; EP0337950].

Dezavantajul principal al motorului Wankel este randamentul mai mic decât cel al motoarelor cu piston, ceea ce duce la un consum de combustibil mai mare pentru aceeași putere furnizată. Dificultatea realizării unei etanșeități corespunzătoare între rotor și stator, fapt ce contribuie la emisia sporită de poluați și la necesitatea unor instalații complexe de depoluare este un mare dezavantaj al acestui motor. Un alt dezavantaj al motoarelor Wankel constă în necesitatea introducerii uleiului în benzină, fapt ce ridică costul întreținerii și crește gradul de poluare.

Brevetul US 7556015 „Rotary device for use in a engine” prezintă o soluție de motor rotativ alcătuit dintr-un stator și un rotor cu dispunere concentrică. Într-o primă variantă de aplicare a invenției, secțiunea transversală a statorului este cilindrică, iar secțiunea transversală a rotorului este poligonală (cu laturi curbate și raze de racordare), etanșarea realizând cu ajutorul unor palete montate pe stator și care efectuează o mișcare radială, dată de niște actuatori. Într-o altă variantă de aplicare a invenției, secțiunea transversală a statorului este triunghiulară, cu laturile curbate, iar secțiunea transversală a rotorului este cilindrică, etanșarea realizându-se cu ajutorul unor palete montate pe rotor și care efectuează o mișcare radială, cu ajutorul unor actuatori. În spațiul dintre stator, rotor și paletele de etanșare de creează niște camere al căror volum variază cu mișcarea rotorului. La o rotație completă a rotorului, fiecare cameră realizează trei cicluri de funcționare (la motorul cu 6 palete).

Dezavantajul acestui motor constă în imposibilitatea transformării eficiente a energiei gazelor datorită faptului că variația volumului camerei de ardere, de la volumul minim la cel maxim și invers, corespunde unui unghi mic de rotație a rotorului (aproximativ 60° pentru motorul cu 6 palete). Un alt dezavantaj al acestui motor este complexitatea sistemului de acționare a paletelor, în special la varianta cu paletele montate pe stator.

De asemenea sunt cunoscute diferite aplicații care utilizează turbine cu gaze. Principiul de funcționare este asemănător unui motor cu ardere internă având faze de admisie, compresie, ardere și evacuare. Aerul din atmosferă este admis într-un compresor cu palete, unde este comprimat și apoi trimis într-o cameră de ardere în care se introduce combustibil și în care are loc faza de ardere. Gazele de ardere se destind într-o turbină care extrage din ele lucrul mecanic, iar apoi sunt evacuate în atmosferă. Procesul este continuu, iar piesele execută doar mișcări de rotație.

Metoda de producere a lucrului mecanic în turbinele cu gaze presupune efectuarea următoarelor faze:

- admisia aerului și comprimarea acestuia cu ajutorul unui compresor centrifugal
- introducerea combustibilului și arderea acestuia într-o cameră de ardere
- destinderea gazelor de ardere într-o turbină centrifugală
- evacuarea gazelor.

Dezavantajul acestei metode este legat de utilizarea compresoarelor și a turbinelor de tip centrifugal care lucrează la presiune mică și viteză mare a fluxului de aer. Cunoscând faptul că puterea este dată de produsul dintre presiune și debit, rezultă necesitatea unor debite mari de gaze, fapt ce limitează domeniile de aplicare.

Dezavantajul turbine cu gaze este dat de faptul că lucrează la presiuni mici, iar pentru obținerea unei puteri date folosesc debite de gaze mult mai mari, în comparație cu motoarele cu ardere internă, fiind practic inaplicabile pentru automobile și pentru majoritatea sculelor, utilajelor și echipamentelor industriale. Un alt dezavantaj al turbinelor cu gaze este dimensiunea mărită, în special pe direcția axială, față de motoarele cu ardere internă, pentru aceeași putere.

Alte dezavantaje ale utilizării turbinelor cu gaze pentru industria auto sau alte mijloace de transport sunt: randament termic relativ scăzut, scăderea pronunțată a randamentului și performanțelor în regimuri variate de funcționare, timp de pornire relativ mare, inacceptabil pentru industria auto, inerție la modificarea turației dată de diametrele mari ale turbinei și de momentele de inerție mari asociate pieselor în mișcare.

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția de față este de a elabora o metodă de producere a lucrului mecanic care conferă eficiența energetică, nivel redus de poluare și flexibilitate în funcție de aplicația dată, oferind posibilitatea de a lucra cu diferite tipuri de combustibil și de a realiza un motor rotativ simplu și eficient, ecologic, care prezintă un raport putere/greutate superior motoarelor termice cunoscute și a turbinelor cu gaze și care poate fi proiectat și realizat pentru o gamă foarte largă de puteri și de aplicații.

Metoda de producere a lucrului mecanic, conform invenției înlătură dezavantajele metodelor cunoscute prin aceea că pentru creșterea eficienței energetice, a scăderii poluării și a creșterii raportului putere/greutate și pentru a permite utilizarea diferitelor tipuri de combustibili, utilizează un motor rotativ volumetric, arderea combustibilului realizându-se într-o cameră de ardere externă, la o presiune ridicată cuprinsă între 0.6 și 50 MPa și obținută cu ajutorul unui sistem de alimentare format dintr-un compresor volumetric sau a unui montaj în cascadă alcătuit dintr-o turbină de alimentare și unul sau două compresoare volumetrice, iar apoi gazele de ardere acționează direct asupra unui motor rotativ volumetric, cu volum unitar mărit față de volumul unitar al compresorului de alimentare, sau, într-o altă variantă, gazele de ardere sunt trecute printr-un vaporizator în care se introduce apă și se produc vapori supraîncălziți care sporesc debitul de gaze care acționează motorul rotativ volumetric.

Motorul termic rotativ, conform invenției, înlătură dezavantajele motoarelor cunoscute prin aceea că este alcătuit dintr-un compresor rotativ, volumetric, cu palete cu rol de comprimare a aerului și de alimentare a unei camere de ardere externă a unui motor rotativ cu palete, gazele produse în camera de ardere acționând direct asupra paletelor motorului rotativ, sau numai după ce acestea au fost trecute printr-un vaporizator în care se injectează apă și formează aburi supraîncălziți, având ca efect creșterea debitului de gaze și reducerea temperaturii acestora, energia gazelor fiind transformată în motorul cu palete în lucru mecanic.

Se dau în continuare trei variante de aplicare a metodei și de realizare a motorului, în legătură cu figurile 1- 8, care reprezintă:

- figura 1, schema bloc de aplicare a metodei, în varianta de bază
- figura 2, schema bloc de aplicare a metodei, în varianta cu vaporizator
- figura 3, schema bloc de aplicare a metodei, în varianta cu recuperarea energiei de răcire a camerei de ardere și cu recuperarea apei din gazele de ardere
- figura 4, secțiune transversală prin motorul rotativ
- figura 5, secțiune longitudinală prin motorul rotativ, în varianta unui montaj coaxial
- figura 6, ansamblul motor, vedere frontală - în varianta unui montaj în paralel
- figura 7, forma paletelor în secțiune transversală

- figura 8, forma paletelor pentru preluarea jocului lateral
- figura 9 secțiune transversală prin compresorul volumetric cu palete (1)
- figura 10 secțiune transversală prin motorul rotativ cu palete (2).

Varianta nr. 1 de aplicare a metodei

Prima variantă de aplicare a metodei (figura 1) presupune utilizarea unui compresor 1, de tip volumetric, care alimentează cu aer o cameră de ardere 3, prevăzută cu un sistem de alimentare cu combustibil 4 și cu un sistem de aprindere 5.

Compresorul 1 aspira aerul, din atmosferă, prin filtrul 6 și îl refulează în camera de ardere 3, la presiunea p_c și debitul Q_c .

Gazele de ardere acționează un motor rotativ volumetric 2 care produce lucrul mecanic, din care o parte este consumat pentru antrenarea compresorului 1. După destinderea gazelor în motorul 2 acestea sunt evacuate în atmosferă prin sistemul de evacuare 7.

În funcție de valoarea presiunii din camera de ardere, alimentarea se poate realiza numai cu un compresor volumetric sau cu un sistem în cascadă format dintr-o turbină de alimentare și unul sau mai multe compresoare, dintre care un compresor volumetric.

Arderea combustibilului produce o creștere a debitului Q_g și a temperaturii gazelor de ardere. Presiunea gazelor p_g nu crește în camera de ardere deoarece există o legătură continuă intrare-ieșire. Mai mult, pentru a exista o curgere a aerului dinspre compresorul 1 spre motorul 2 prin camera de ardere 3, presiunea p_g , de la ieșirea din camera 3 trebuie să fie mai mică decât presiunea p_c , de la ieșirea din compresor.

Metoda de producere a lucrului mecanic, conform primei variante de aplicare, presupune efectuarea următoarelor faze:

- admisia aerului și comprimarea acestuia la o presiune cuprinsă între 0.6 și 15 MPa, cu ajutorul unui compresor volumetric, sau la o presiune cuprinsă între 0.6 și 50 MPa, cu ajutorul unui sistem de alimentare format dintr-un compresor volumetric sau a unui montaj în cascadă alcătuit dintr-o turbină de alimentare și unul sau două compresoare volumetrice
- transmiterea aerului comprimat într-o cameră de ardere, situată în exteriorul unui motor volumetric rotativ, introducerea combustibilului și arderea acestuia
- destinderea gazelor de ardere în motorul volumetric rotativ și producerea lucrului mecanic
- evacuarea gazelor.

Varianta nr. 2 de aplicare a metodei

A doua variantă de aplicare a metodei (fig. 2) urmărește reducerea temperaturii gazelor care ies din camera de ardere și intră în motorul rotativ volumetric în scopul reducerii pretențiilor tehnologice ale motorului rotativ.

Reducerea temperaturii fluxul de gaze la intrarea în motor, nu impune utilizarea unor materiale rezistente la temperaturi înalte în construcția acestuia, oferind și posibilitatea

utilizării unor materiale polimerice sau a unor materiale compozite, cu efect asupra îmbunătățirii etanșărilor, a reducerii frecării și a creșterii randamentului și a fiabilității.

Existența vaporilor de apă în motorul rotativ au rol de îmbunătățire a etanșărilor prin formarea unei pelicule lichide (din vaporii umezi) între piesele mobile ale rotorului și suprafețele de etanșare.

În a doua variantă (fig. 2) pe conducta de legătură dintre camera de ardere și motor se amplasează o unitate de vaporizare 8 cu rol de a introduce apă în fluxul de gaze fierbinți, printr-un sistem de alimentare cu apă 9. Introducerea apei se poate face prin injecție sau prin aspirație, pe principiul ejectoarelor.

Datorită temperaturii ridicate a gazelor apa se transformă în vapori supraîncălziți, mărind debitul masic al gazelor și reducând temperatura gazelor arse.

În cazul în care debitul de apă pulverizată este mic, apa poate fi pulverizată direct în canalul sau conducta de legătură dintre camera de ardere și motor.

În această a doua variantă de aplicare a metodei este necesară efectuarea următoarelor faze:

- admisia aerului și comprimarea acestuia la o presiune cuprinsă între 0.6 și 50 MPa cu ajutorul unui sistem de alimentare format dintr-un compresor volumetric sau a unui montaj în cascadă alcătuit dintr-o turbină de alimentare și unul sau două compresoare volumetrice
- transmiterea aerului comprimat într-o cameră de ardere externă, introducerea combustibilului și arderea acestuia având ca efect creșterea debitului de gaze arse și a temperaturii
- injectarea apei și vaporizarea acesteia într-un vaporizator sau în conducta de legătură dintre camera de ardere și motor, având ca efect creșterea debitului de gaze și reducerea temperaturii acestora
- destinderea gazelor de ardere în motorul volumetric rotativ și producerea lucrului mecanic
- evacuarea gazelor.

Varianta nr. 3 de aplicare a metodei

A treia variantă de aplicare a metodei (fig. 3) urmărește atât reducerea temperaturii gazelor care ies din camera de ardere și intră în motorul rotativ volumetric în scopul reducerii pretențiilor tehnologice ale motorului rotativ cât și răcirea camerei de ardere cu recuperarea energiei de răcire și de asemenea recuperarea apei introdusă în gazele de ardere.

În a treia variantă de aplicare a metodei (fig. 3), gazele cu vaporii de apă ce ies din unitatea de vaporizare 8 sunt introduse într-o cameră de răcire 10, printr-o conducta de legătură 11. Din camera 10, gazele supraîncălzite sunt aduse prin conducta 12 în motorul 2.

Camera de răcire 10 îmbracă camera de ardere 3, între cele două camere fiind prevăzut un spațiu prin care circulă gazele cu vapori supraîncălziți. Temperatura gazelor de la ieșirea din vaporizatorul 8 este cu mult inferioară temperaturii din camera de ardere, acestea având rolul de răcire a camerei de ardere și de recuperare a căldurii.

La ieșirea din motorul 2, gazele sunt trecute printr-un condensator 13. Apa condensată din gazele de ardere este preluată printr-un filtru 14, cu o pompă 15 și retrimisă în circuit.

Deoarece există pierderi în recuperarea apei, circuitul de recuperare va fi prevăzut cu un rezervor de compensare.

A treia variantă de aplicare a metodei presupune efectuarea următoarelor faze:

- admisia aerului și comprimarea acestuia la o presiune cuprinsă între 0.6 și 50 MPa cu ajutorul unui sistem de alimentare format dintr-un compresor volumetric sau a unui montaj în cascadă alcătuit dintr-o turbină de alimentare și unul sau două compresoare volumetrice
- transmiterea aerului comprimat într-o cameră de ardere externă, introducerea combustibilului și arderea acestuia având ca efect creșterea debitului de gaze arse și a temperaturii
- injectarea apei și vaporizarea acesteia într-un vaporizator, având ca efect creșterea debitului de gaze și reducerea temperaturii acestora
- trecerea gazelor cu vapori de apă supraîncălziți printr-o cameră de răcire ce înconjoară camera de ardere, având ca efect răcirea camerei de ardere cu recuperarea energiei prin creșterea energiei gazelor
- destinderea gazelor de ardere în motorul volumetric rotativ și producerea lucrului mecanic
- trecerea gazelor care ies din motorul rotativ printr-un condensator, recuperarea apei, filtrarea și recircularea acesteia
- evacuarea gazelor.

Schema de principiu a motorului rotativ se prezintă în figura 4. Motorul se compune dintr-un compresor 1, care alimentează un motor rotativ 2 prin intermediul unei camere de ardere 3 prevăzută cu un sistem de alimentare cu combustibil 4 și cu un sistem de aprindere 5.

Compresorul 1 aspiră aerul, din atmosferă, prin filtrul 6 și îl refulează în camera de ardere 3, la presiunea p_c și debitul Q_c .

Prin introducerea și arderea combustibilului în camera de ardere 3 se produce o creștere a debitului și a temperaturii gazelor de ardere (p_g , Q_g).

Motorul 2 este cel care produce lucrul mecanic util, compresorul 1 fiind un consumator, antrenat de motor. Puterea superioară a motorului față de puterea consumată de compresor se obține prin faptul că volumul unitar al motorului este mai mare decât volumul unitar al compresorului. Astfel, debitul de gaze consumate de motor este superior debitului produs de compresor, iar diferența de putere rezultă pe baza relației:

$$P_M - P_C = p_g Q_g - p_c Q_c \quad (1)$$

În relația (1) s-au notat:

- P_M , puterea la axul motorului
- P_C , puterea consumată de compresor
- p_c , Q_c , presiunea și debitul gazelor la ieșirea din camera de ardere
- p_g , Q_g , presiunea și debitul gazelor la ieșirea din compresor

Compresorul 1 este conceput sub forma unei pompe cu palete și este alcătuit dintr-o carcasă 16, de formă cilindrică, în care se rotește un rotor 17 cu niște canale **17a** în care sunt montate niște palete 18. Rotorul 17 are centrul de rotație în O_{RC} , deplasat față de centrul O_C al carcasei 16 cu excentricitatea e_c .

În timpul mișcării rotorului 17, în sensul săgeții, are loc modificarea continuă a volumului camerei dintre două palete și capacele laterale. Volumul minim al camerei se obține atunci când cele două palete sunt situate simetric față de axa Y_1-Y_1 , în partea mai apropiată de carcasa 16, iar volumul maxim rezultă atunci când cele două palete ajung în poziția diametral opusă față de poziția care dă volumul minim. Variația volumului are loc prin variația suprafeței dintre două palete succesive **18a**, **18b**, diametrul interior D_C , al carcasei 16 și diametrul exterior d_C al rotorului 17.

În funcționare, paletele **18a** și **18b** trec succesiv din poziția "**C0**", de secțiune minimă, în poziția "**C1**", de secțiune maximă. Astfel camerele a_{C1} , respectiv a_{C2} , își măresc continuu volumul, realizând aspirația, din canalul de aspirație A.

După ce ajung în poziția "**C1**", de secțiune maximă, paletele **18c** și **18d** se reîntorc succesiv în poziția "**C0**", de secțiune minimă. Astfel camerele b_{C1} , respectiv b_{C2} , își micșorează continuu volumul, realizând refularea aerului, în canalul de refulare R.

Din canalul de refulare R, aerul comprimat ajunge în camera de ardere 3 printr-un canal și/sau o conductă de legătură 19.

Cu ajutorul sistemului de alimentare 4 se introduce combustibilul în camera de ardere 3. Sistemul de alimentare 4 poate fi conceput pe principiul injectoarelor sau pe principiul carburatoarelor.

Sistemul de aprindere 5 are rolul de a iniția arderea, acesta având un caracter continuu. În situații de întreruperi accidentale ale arderii în timpul funcționării motorului, un senzor comandă reaprinderea amestecului carburant.

Gazele produse în camera de ardere 3 sunt conduse printr-un canal și/sau o conductă de legătură 20 la un canal D, de alimentare a motorului 2. Destinderea gazele din canalul D asigură faza de detentă în funcționarea motorului.

Debitul de gaze produse în camera de ardere 3 este cu mult superior debitului de gaze primite de la compresorul 1. Creșterea de debit are loc datorită creșterii volumului gazelor prin arderea combustibilului asociată cu creșterea temperaturii. Presiunea din camera de ardere 3 poate fi considerată egală cu presiunea de refulare a compresorului 1.

Motorul 2 utilizează principiul motoarelor pneumatice cu palete. Alimentarea motorului, cu gazele produse în camera de ardere 3, se face prin canalul de detentă D.

Motorul 2 este alcătuit dintr-o carcasă 21, de formă cilindrică, în care se rotește un rotor 22 cu niște canale **22a** în care sunt montate niște palete 23. Rotorul 22 are centrul de rotație în O_{RM} , deplasat față de centrul O_M al carcasei 13 cu excentricitatea e_M .

În timpul mișcării rotorului 22, în sensul săgeții, are loc modificarea continuă a volumului camerei dintre două palete și capacele laterale. Volumul minim al camerei se obține atunci când cele două palete **23a** și **23b**, sunt situate simetric față de axa Y_1-Y_1 , în partea mai apropiată de carcasa 21, iar volumul maxim rezultă atunci când cele două palete ajung în poziția diametral opusă față de poziția care dă volumul minim. Variația volumului are loc prin

variația suprafeței dintre două palete succesive **23a**, **23b**, diametrul interior D_M , al carcasei 21 și diametrul exterior d_M al rotorului 22.

În funcționarea motorului, paletele **23a** și **23b** trec succesiv din poziția "**M0**", de secțiune minimă, în poziția "**M1**", de secțiune maximă. Astfel camerele a_{M1} , respectiv a_{M2} , își măresc continuu volumul, preluând gazele sub presiune, din canalul de detentă **D**, consumând astfel energia gazelor.

După ce ajung în poziția "**M1**", de secțiune maximă, paletele **23c** și **23d** se reîntorc succesiv din poziția "**M0**", de secțiune minimă. Astfel camerele b_{M1} , respectiv b_{M2} , își micșorează continuu volumul, realizând evacuarea gazelor, în canalul de evacuare **E**. De aici, prin conducta 24 gazele ajung în sistemul de eșapament 7, unde sunt prelucrate pentru a putea fi evacuate în atmosferă.

Rotirea motorului are loc datorită creșterii continue a suprafeței active a paletelor ajunse în zona de detentă, prin ieșirea acestora din canalele **22a** ale rotorului 22. La trecerea paletelor prin zona de detentă are loc mărirea suprafeței **23f** a paletei din față în raport cu suprafața **23e** a paletei următoare. Astfel, presiunea din camera a_{M2} va exercita aspra asupra suprafeței **23f** a paletei din față o forță mai mare decât forța exercitată asupra suprafeței **23e**, diferența de forțe fiind cea care va produce momentul motor și implicit lucru mecanic la arborele motorului.

Compresorul 1 este antrenat de către motorul 2 și poate fi montat coaxial cu motorul (fig. 5) sau în paralel cu acesta (fig. 6).

În cazul unui montaj axial, arborele 25 susține atât rotorul 17 al compresorului 1 cât și rotorul 22 al motorului 2. Arborele 25 este lăgăruit în capacele 26, 27 și 28, pe lăgărele cu rulmenți 29, 30 și 31. În funcție de opțiunile proiectantului, în locul lăgărelor cu rulmenți 29, 30 și 31 se pot utiliza lăgăre de alunecare.

Canalele A și R de alimentare ale compresorului se pot realiza fie în capacele laterale 26 și 27 (canalele 32 și 33), fie în carcasa 16 (canalul 34).

Canalele D și E de alimentare ale motorului se pot realiza fie în capacele laterale 27 și 28 (canalele 35 și 36), fie în carcasa 21 (canalul 37).

Raportul dintre volumul unitar al motorului și volumul unitar al compresorului se asigură prin alegerea corespunzătoare a dimensiunilor constructive ale motorului și ale compresorului.

În cazul unui montaj în paralel (fig.6), arborele 38 al motorului 2 este paralel cu arborele 39 al compresorului 1. Antrenarea compresorului se face prin intermediul roților 40 și 41 cu o transmisie 42. Transmisia 42 poate fi cu curele, cu lanț sau cu roți dințate.

Utilizarea unei transmisii cu raport de transfer variabil, de tipul unui variator continuu cu curea trapezoidală sau folosirea unui variator în trepte oferă facilități privind reglarea raportului dintre debitul de gaze dat de compresor și debitul de gaze consumat de motor. Modificarea turației compresorului în raport cu turația motorului oferă avantaje privind reglarea motorului în vederea obținerii unor performanțe urmărite (consum, putere, etc.).

Pentru îmbunătățirea etanșării dintre paletele 18 și capacele laterale 26 și 27 ale compresorului și dintre paletele 23 și capacele 27 și 28 ale motorului, se pot utiliza pachete de câte două palete, 43a și 43b (fig.7). Fiecare paletă are la partea dinspre carcasă o teșitură t_1 care formează un gol 43c, cu rol de etanșare.

Practicarea unei teșituri t_2 pe o muchie laterală a paletei (fig.8) are rolul de a compensa jocurile laterale j care apar datorită uzurii capacelor și a paletelor. Pe suprafețele aferente teșiturilor t_2 apar forțe de presiune ce împing paletele în capacele laterale 27 și 28. Aceste teșituri se pot realiza și la paletele compresorului 1.

Odată cu mișcarea paletelor, golul canalelor 17a, respectiv 22a, se modifică continuu, volumul de sub palete având rolul unor mici pompițe.

Fundul fiecărui canalul 17a este conectat succesiv la canalul de admisie A sau la canalul de refulare R, în timpul în care paletele 18 trec prin zona corespunzătoare acestora, cu ajutorul a două canale 44 și 45, practicate în capacele laterale 26, 27.

Fundul canalului 22a de la rotorul 22 este conectat succesiv la canalul de admisie D sau la canalul de evacuare E, în timpul în care paletele trec prin zona corespunzătoare acestora, cu ajutorul a două canale 46 și 47, practicate în capacele laterale 27, 28.

Canalul 44 are forma unui arc de cerc și subîntinde un unghi \varnothing_{AC} , corespunzător canalului A, iar canalul 45 subîntinde un unghi \varnothing_{RC} , corespunzător canalului R. În mod similar, canalele 46 și 47 au forma unor arce de cerc cu unghiurile \varnothing_D \varnothing_E .

O altă variantă de a utiliza spațiul de sub palete este de a practica niște canale de legătură, sub forma unor găuri 48.

Pentru o bună funcționare a compresorului este necesar ca unghiul de aspirație \varnothing_{AC} , respectiv unghiul de refulare \varnothing_{RC} , să respecte relațiile:

$$\varnothing_{AC} \leq \pi - \varnothing_{ZC} ; \quad \varnothing_{RC} \leq \pi - \varnothing_{ZC} ; \quad \varnothing_{ZC} = \frac{2\pi}{Z_C} , \quad (2)$$

Z_C fiind numărul de palete ale compresorului 1.

Poziția de început a canalului de admisie A este decalată față de axa mediană a paletei 18, ajunsă în poziția 18a (la unghiul $\varnothing_{ZC}/2$ față de axa $Y_{1C}-Y_{1C}$) cu un unghi \varnothing_{A1} , numit unghi de întârziere a începutului admisiei.

Valoarea unghiului \varnothing_{A1} se stabilește astfel încât la contactul camerei a_{C1} cu canalul A, volumul camerei a_{C1} să fie mărit față de volumul minim în așa fel încât presiunea din camera a_{C1} să fie apropiată de presiunea din canalul de admisie, pentru evitarea șocurilor și o funcționare silențioasă a sistemului. Pentru un compresor cu 5-9 palete unghiul \varnothing_{A1} va avea valori cuprinse între 2° și 30° .

Poziția de sfârșit a canalului de admisie A este decalată față de poziția mediană a paletei 18, ajunsă în poziția 18c (la unghiul $\varnothing_{ZC}/2$ față de axa $Y_{1C}-Y_{1C}$), cu un unghi \varnothing_{A2} , numit unghi de avans a sfârșitului de admisie.

Valoarea unghiului \varnothing_{A2} poate fi stabilită în funcție de parametrii constructivi ai compresorului, de turația de funcționare și de valoarea unghiului \varnothing_{RC} . Pentru un compresor cu 5-9 palete unghiul \varnothing_{A2} va avea valori cuprinse între 1° și 16° .

Poziția de început a canalului de refulare R este decalată față de poziția mediană a paletei 18, ajunsă în poziția 18d, cu un unghi \varnothing_{C1} , numit unghi de întârziere a începutului de refulare.

Valoarea unghiului \varnothing_{C1} se stabilește astfel încât la contactul camerei a_{C1} cu canalul R, volumul camerei b_{C1} să fie micșorat față de volumul maxim din poziția "C1" în așa fel încât

presiunea din camera b_{C1} să fie apropiată de presiunea din canalul de refulare R, pentru evitarea unor șocuri și o funcționare silențioasă a sistemului. Pentru un compresor cu 5-9 palete unghiul \varnothing_{C1} va avea valori cuprinse între 10^0 și 50^0 .

Poziția de sfârșit a canalului de refulare R este decalată față de poziția mediană a paletei 18, ajunsă în poziția 18b, cu un unghi \varnothing_{C2} , numit unghi de avans a sfârșitului de refulare. Pentru un compresor cu 5-9 palete unghiul \varnothing_{C2} va avea valori cuprinse între 0^0 și 10^0 .

Pentru a se asigura o funcționare eficientă a motorului este necesar ca unghiul de evacuare \varnothing_E să respecte relația:

$$\varnothing_E \leq \pi - \varnothing_{ZM}, \quad \varnothing_{ZM} = \frac{2\pi}{Z_M}, \quad (3)$$

unde Z_M reprezintă numărul de palete ale motorului 2.

Unghiul de detentă \varnothing_D este mult mai mic decât unghiul de evacuare. Pentru un motor cu 5-9 palete, pentru a asigura transformarea eficientă a presiunii gazelor de ardere se recomandă ca unghiul de detentă \varnothing_D să fie cuprins între 15^0 și 60^0 .

Poziția de început a canalului de detentă D este decalată față de poziția mediană a paletei 23, când ajunge în poziția 23a, cu un unghi \varnothing_{D1} , numit unghi de întârziere a începutului de detentă. Pentru un motor cu 5-9 palete, unghiul \varnothing_{D1} va fi cuprins între 0^0 și 6^0 .

Valoarea unghiului \varnothing_{D1} se stabilește în funcție de parametrii constructivi ai motorului, de turația de funcționare și de valoarea unghiului \varnothing_E . Pentru a se evita „scurtcircuitarea” canalului de detentă D cu canalul de evacuare E, este foarte important ca unghiul de separare \varnothing_{S1} să fie mai mare decât unghiul \varnothing_{ZM} .

Poziția de început a canalului de evacuare E este decalată față de poziția mediană a paletei 23, când ajunge în poziția 23d, cu un unghi \varnothing_{E1} , numit unghi de întârziere la evacuare.

Creșterea valorii unghiului \varnothing_{E1} conduce la creșterea puterii, dar randamentul optim se obține în jurul valorii de 0^0 .

Poziția de sfârșit a canalului de evacuare E este decalată față de poziția mediană a paletei 23, când ajunge în poziția 23b, cu un unghi \varnothing_{E2} , numit unghi de avans a sfârșitului de evacuare.

REVENDICĂRI

1. Metodă de producere a lucrului mecanic, caracterizată prin aceea că, pentru creșterea eficienței energetice, a scăderii poluării și a creșterii raportului putere/greutate și pentru a permite utilizarea diferitelor tipuri de combustibili, utilizează un motor rotativ volumetric, arderea combustibilului realizându-se într-o cameră de ardere externă, la o presiune ridicată cuprinsă între 0.6 și 50 MPa și obținută cu ajutorul unui sistem de alimentare format dintr-un compresor volumetric sau a unui montaj în cascadă alcătuit dintr-o turbină de alimentare și unul sau două compresoare volumetrice, iar apoi gazele de ardere acționează direct asupra motorului rotativ volumetric, cu volum unitar mărit față de volumul unitar al compresorului de alimentare, sau, într-o altă variantă, gazele de ardere sunt trecute printr-un vaporizator în care se introduce apă și se produc vapori supraîncălziți care sporesc debitul de gaze care acționează motorul rotativ volumetric.
2. Metodă de producere a lucrului mecanic, conform revendicării 1, caracterizată prin aceea că, în varianta de aplicare în care gazele de ardere acționează direct asupra motorului volumetric rotativ, presupune efectuarea următoarelor faze:
 - admisia aerului și comprimarea acestuia la o presiune cuprinsă între 0.6 și 15 MPa, cu ajutorul unui compresor volumetric, sau la o presiune cuprinsă între 0.6 și 50 MPa, cu ajutorul unui sistem de alimentare format dintr-un compresor volumetric sau a unui montaj în cascadă alcătuit dintr-o turbină de alimentare și unul sau două compresoare volumetrice
 - transmiterea aerului comprimat într-o cameră de ardere, situată în exteriorul unui motor volumetric rotativ, introducerea combustibilului și arderea acestuia
 - destinderea gazelor de ardere în motorul volumetric rotativ și producerea lucrului mecanic
 - evacuarea gazelor.
3. Metodă de producere a lucrului mecanic, conform revendicării 1, caracterizată prin aceea că, în varianta de aplicare în care se urmărește reducerea temperaturii gazelor care ies din camera de ardere în scopul reducerii pretențiilor tehnologice ale motorului rotativ și a creșterii fiabilității acestuia, necesită efectuarea următoarelor faze:
 - admisia aerului și comprimarea acestuia la o presiune cuprinsă între 0.6 și 50 MPa cu ajutorul unui sistem de alimentare format dintr-un compresor volumetric sau a unui montaj în cascadă alcătuit dintr-o turbină de alimentare și unul sau două compresoare volumetrice
 - transmiterea aerului comprimat într-o cameră de ardere externă, introducerea combustibilului și arderea acestuia având ca efect creșterea debitului de gaze arse și a temperaturii
 - injectarea apei și vaporizarea acesteia într-un vaporizator sau în conducta de legătură dintre camera de ardere și motor, având ca efect creșterea debitului de gaze și reducerea temperaturii acestora
 - destinderea gazelor de ardere în motorul volumetric rotativ și producerea lucrului mecanic
 - evacuarea gazelor.
4. Metodă de producere a lucrului mecanic, conform revendicării 1, caracterizată prin aceea că, în varianta de aplicare în care se urmărește răcirea camerei de ardere cu recuperarea

energiei de răcire și recuperarea apei introdusă în gazele de ardere, necesită efectuarea următoarelor faze:

- admisia aerului și comprimarea acestuia la o presiune cuprinsă între 0.6 și 50 MPa cu ajutorul unui sistem de alimentare format dintr-un compresor volumetric sau a unui montaj în cascadă alcătuit dintr-o turbină de alimentare și unul sau două compresoare volumetrice
 - transmiterea aerului comprimat într-o cameră de ardere externă, introducerea combustibilului și arderea acestuia având ca efect creșterea debitului de gaze arse și a temperaturii
 - injectarea apei și vaporizarea acesteia într-un vaporizator, având ca efect creșterea debitului de gaze și reducerea temperaturii acestora
 - trecerea gazelor cu vapori de apă supraîncălziți printr-o cameră de răcire ce înconjoară camera de ardere, având ca efect răcirea camerei de ardere cu recuperarea energiei prin creșterea temperaturii gazelor
 - destinderea gazelor de ardere în motorul volumetric rotativ și producerea lucrului mecanic
 - trecerea gazelor care ies din motorul rotativ printr-un condensator, recuperarea apei, filtrarea și recircularea acesteia
 - evacuarea gazelor.
5. Metodă de producere a lucrului mecanic, conform revendicării 4, caracterizată prin aceea că, pierderile de apă din circuitul de recuperare se compensează cu o rezervă de apă dintr-un rezervor de compensare al cărui nivel se menține între două limite admisibile.
6. Metodă de producere a lucrului mecanic, conform revendicărilor 2 și 3, **caracterizată prin aceea că**, injectarea apei se poate face într-un vaporizator sau direct în galeria de alimentare a motorului rotativ, prezența vaporilor de apă în motorul rotativ având rolul de îmbunătățire a etanșărilor prin formarea unei pelicule lichide între piesele mobile ale rotorului și suprafețele de etanșare.
7. Motor termic rotativ având un compresor rotativ (1), un motor rotativ (2) și o cameră de ardere (3) prevăzută cu un sistem de alimentare cu combustibil (4) și un sistem de aprindere (5), **caracterizat prin aceea că**, folosește un compresor rotativ (1) este de tip volumetric, cu palete (18) care are rolul de comprimare a aerului și de alimentare a unei camere de ardere (3), externă, gazele produse în camera de ardere (3) prin arderea combustibilului introdus cu un sistem de alimentare (4) acționând direct asupra paletelor (23) ale motorului rotativ (2), sau numai după ce acestea au fost trecute printr-un vaporizator (8) în care se injectează apă, cu un sistem de alimentare (9) și se formează aburi supraîncălziți, având ca efect creșterea debitului de gaze și reducerea temperaturii acestora, energia gazelor fiind transformată în motorul cu palete în lucru mecanic, canalele (A) (R), (D) și (E), de alimentare a compresorului (1) și a motorului (2) fiind practicate în capacele laterale (26), (27) și (28), în poziția canalelor (32), (33), (34), (35) sau în carcasa (16) sau (21) în poziția canalelor (36), (37).
8. Motor termic rotativ, conform revendicării 7, **caracterizat prin aceea că**, pentru a obține structură compactă, de gabarit redus, compresorul rotativ (1) și motorul rotativ (2) se montează coaxial pe arborele (25) care susține atât rotorul (17) al compresorului (1) cât și rotorul (22) al motorului (2), arborele (25) fiind montat pe rulmenții (29), (30), (31) sau pe lagăre de alunecare.

9. Motor termic rotativ, conform revendicării 7, **caracterizat prin aceea că**, pentru a putea asigura turajii diferite de funcționare a compresorului rotativ (1) față de motorul rotativ (2), arborele (38) al motorului (2) este paralel cu arborele (39) al compresorului (1), antrenarea compresorului realizându-se printr-o transmisie (42), cu raport de transfer constant realizată cu curele, cu lanț sau cu roți dințate, sau printr-o transmisie (42) cu raport de transfer variabil, de tipul unui variator continuu (cu cureaua trapezoidală) sau a unui variator în trepte, transmisia cu raport variabil favorizând obținerea unor performanțe urmărite prin reglarea raportului dintre debitul de gaze dat de compresor și debitul de gaze consumat de motor.
10. Motor termic rotativ, conform revendicării 7, **caracterizat prin aceea că** pentru îmbunătățirea etanșării dintre paletetele (18) și capacele laterale (26) și (27) ale compresorului (1) și dintre paletetele (23) și capacele (27) și (28) ale motorului (2), se utilizează pachete de câte două palete (43a) și (43b), prevăzute cu câte o teșitură (t_1) care se formează către carcasă un spațiu de etanșare (43c), în formă "V", și fiecare paletă (43a) (43b) fiind prevăzută pe muchia laterală cu o teșitură (t_2) care are rolul de a compensa jocurile laterale (j) care apar datorită uzurii capacelor și a paletelor.
11. Motor termic rotativ, conform revendicării 7, **caracterizat prin aceea că** pentru o bună funcționare a compresorului este necesar ca unghiul de aspirație \varnothing_{AC} , respectiv unghiul de refulare \varnothing_{RC} , să respecte relațiile: $\varnothing_{AC} \leq \pi - \varnothing_{ZC}$; $\varnothing_{RC} \leq \pi - \varnothing_{ZC}$; $\varnothing_{ZC} = \frac{2\pi}{Z_C}$, iar pentru funcționarea eficientă a motorului este necesar ca unghiul de evacuare \varnothing_E să respecte relația: $\varnothing_E \leq \pi - \varnothing_{ZM}$; $\varnothing_{ZM} = \frac{2\pi}{Z_M}$, Z_C , respectiv Z_M fiind numărul de palete ale compresorului, respectiv ale motorului.
12. Motor termic rotativ, conform revendicării 7, **caracterizat prin aceea că** poziția de început a canalului de admisie A este decalată față de poziția mediană a paletei 18, ajunsă în poziția (18a), cu un unghi \varnothing_{A1} , numit unghi de întârziere a începutului admisiei și a cărui valoare se stabilește astfel încât la începutul contactului camerei a_{C1} cu canalul A, volumul camerei a_{C1} să fie mărit față de volumul minim, corespunzător poziției "C0" a camerei, în așa fel încât presiunea din camera a_{C1} să fie apropiată sau egală cu presiunea din canalul de admisie, pentru o funcționare silențioasă a sistemului, pentru un compresor cu 5-9 palete valorile uzuale ale unghiului \varnothing_{A1} fiind cuprinse între 2^0 și 30^0 .
13. Motor termic rotativ, conform revendicării 7, **caracterizat prin aceea că** poziția de sfârșit a canalului de admisie A este decalată față de poziția mediană a paletei (18), ajunsă în poziția (18c), cu un unghi \varnothing_{A2} , numit unghi de avans a sfârșitului de admisie, iar poziția de început a canalului de refulare R este decalată față de poziția mediană a paletei (18) din poziția (18d), cu un unghi \varnothing_{C1} , numit unghi de întârziere a începutului de refulare, a cărui valoare se stabilește astfel încât la contactul camerei b_{C1} cu canalul R, volumul camerei b_{C1} să fie micșorat față de volumul maxim din poziția "C1" în așa fel încât presiunea din camera b_{C1} să fie apropiată de presiunea din canalul de refulare R, pentru un compresor cu 5 până la 9 palete unghiul \varnothing_{A2} va avea valori cuprinse între 1^0 și 16^0 , iar unghiul \varnothing_{C1} va avea valori cuprinse între 10^0 și 50^0 .
14. Motor termic rotativ, conform revendicării 7, **caracterizat prin aceea că** într-un exemplu de realizare a unui motor (2) cu 5 până la 9 palete unghiul de detentă \varnothing_D va fi cuprins între 15^0 și 60^0 , unghiul \varnothing_{D1} va fi cuprins între 0^0 și 6^0 , iar unghiul \varnothing_{E2} va avea valori cuprinse între 0^0 și 10^0 .

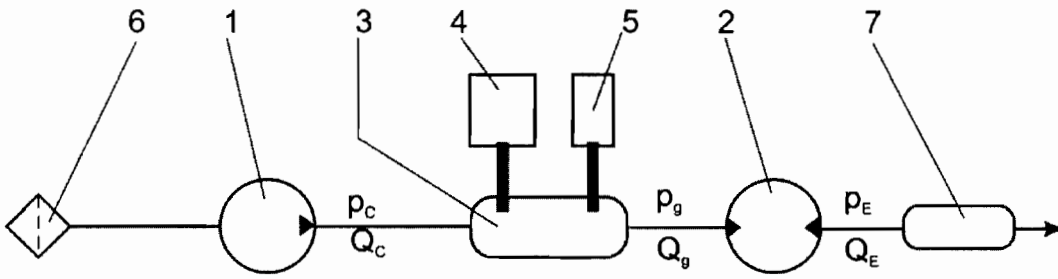


Figura 1

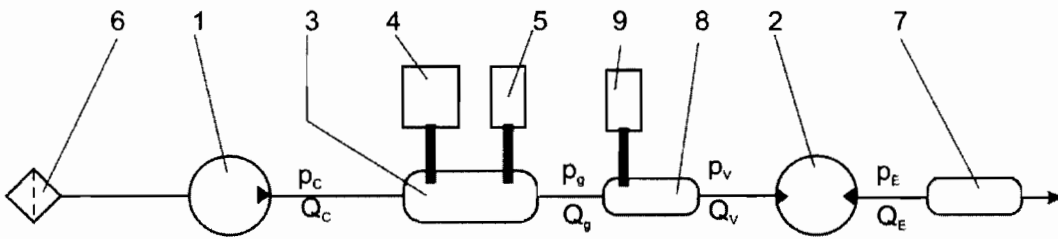


Figura 2

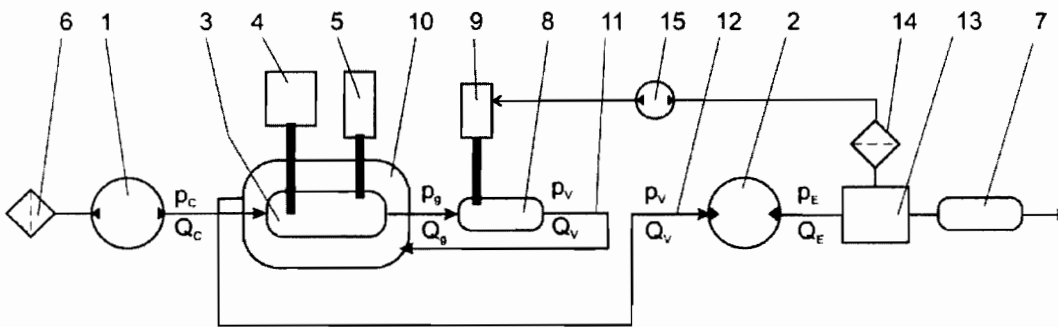


Figura 3

6

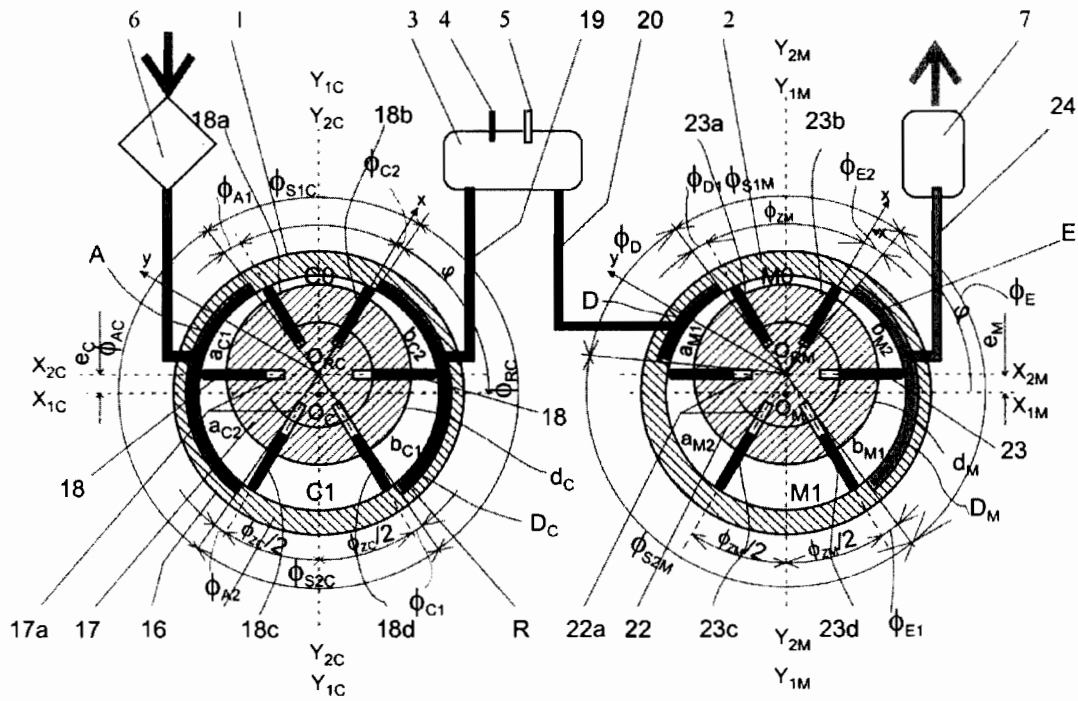


Figura 4

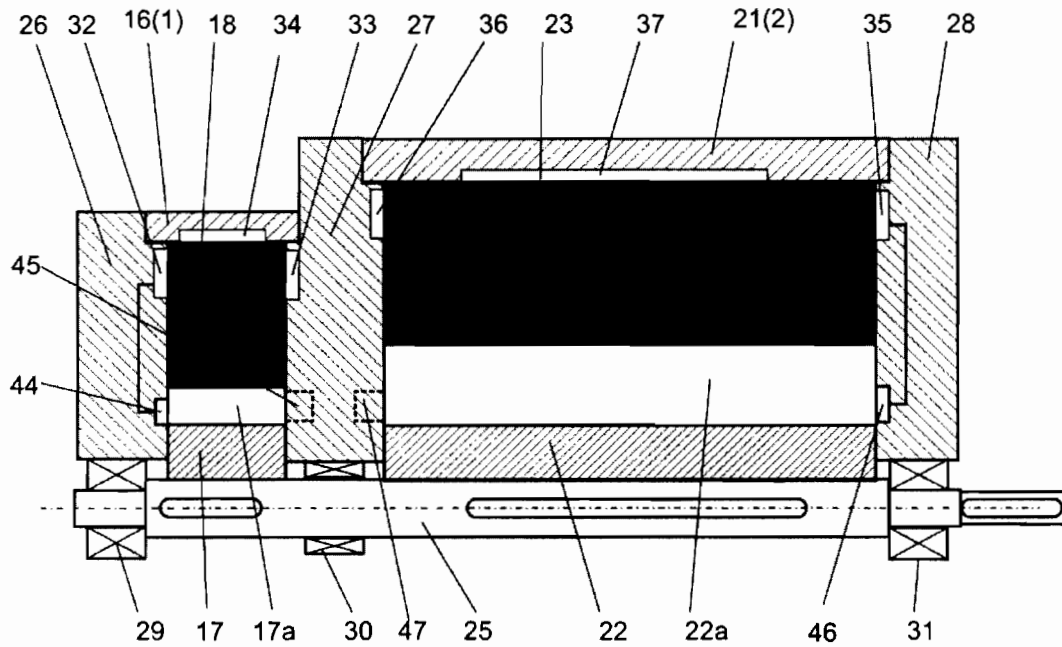


Figura 5

4

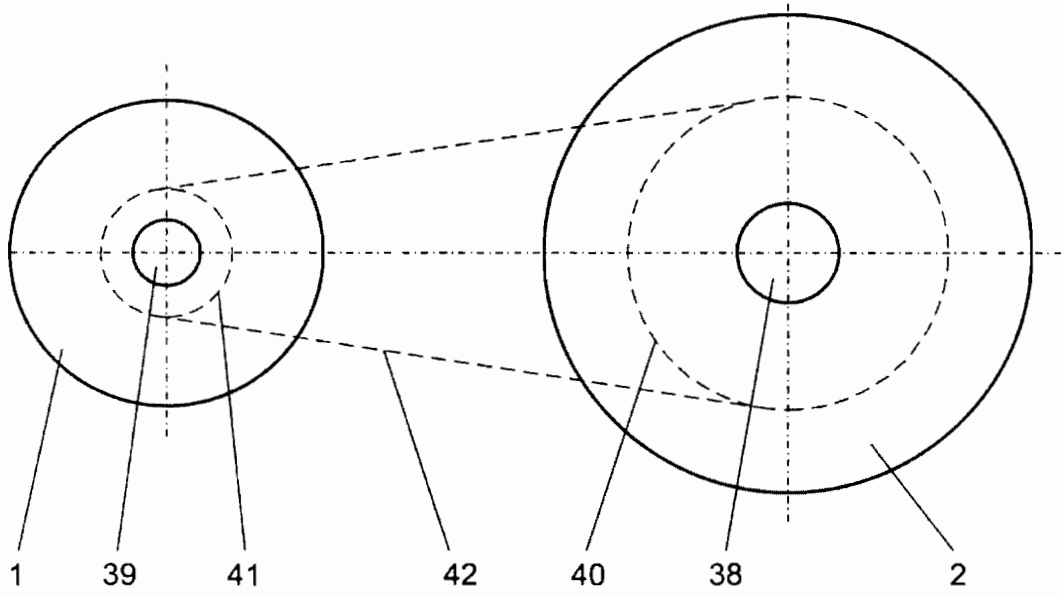


Figura 6

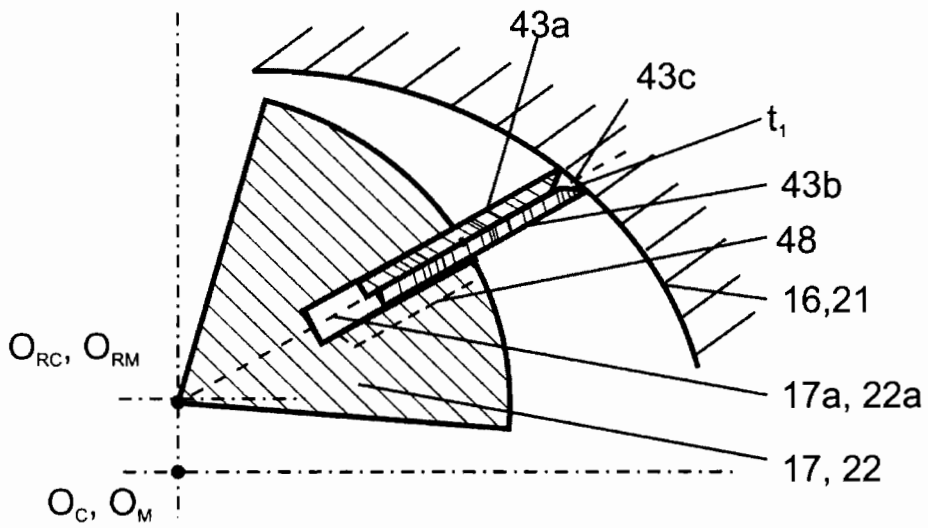


Figura 7

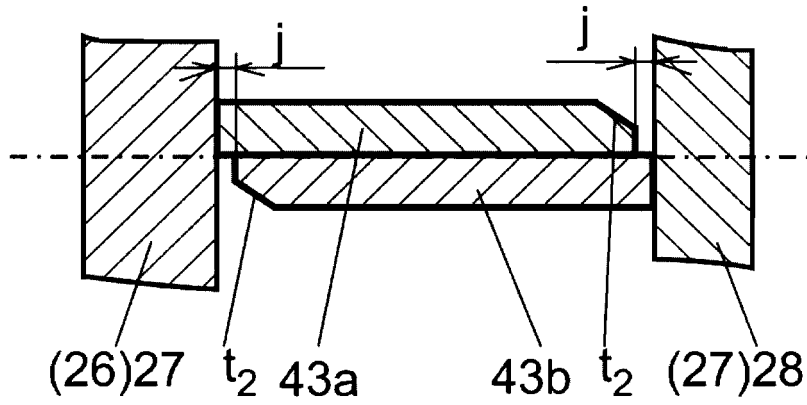


Figura 8

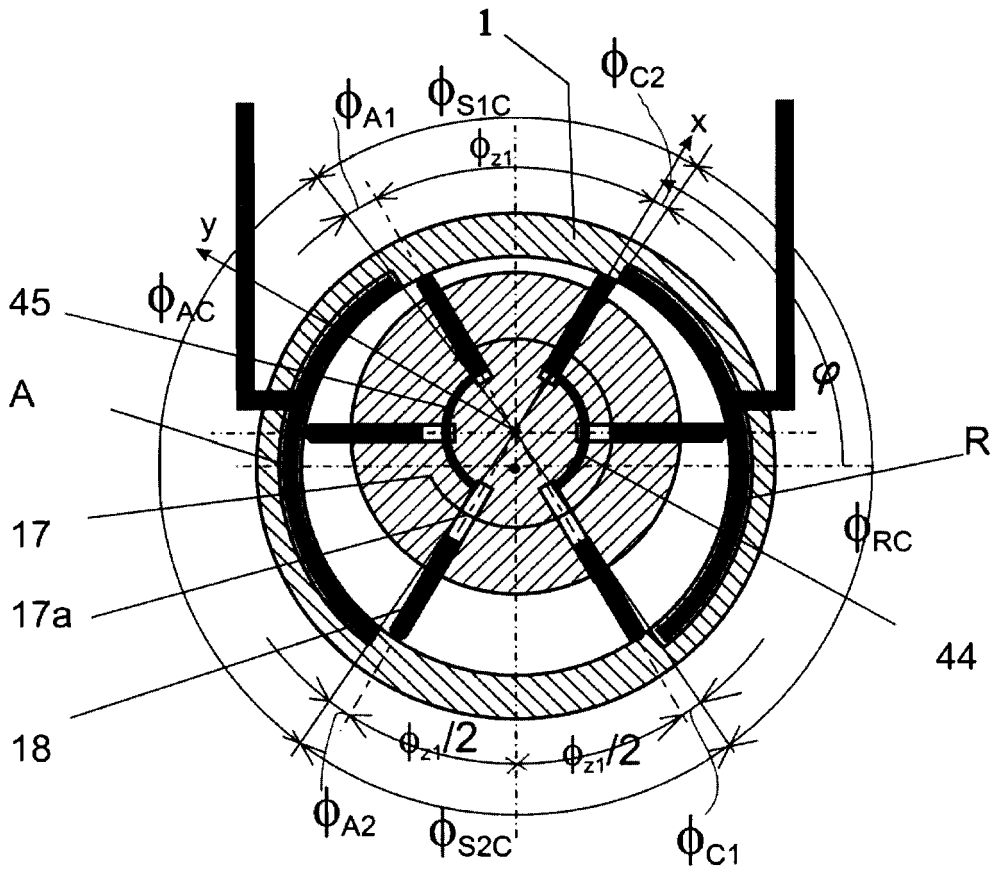


Figura 9

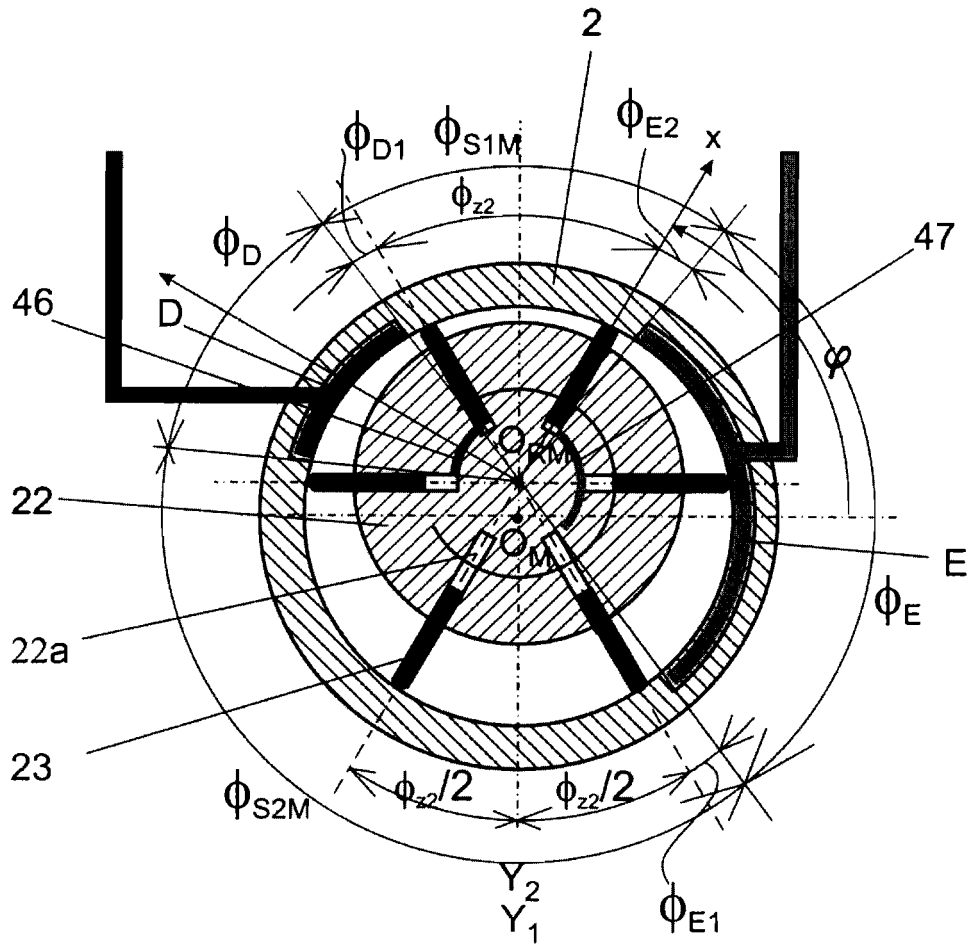


Figura 10