

(19)



(10)

LT 4296 B

(12)

PATENTO APRAŠYMAS

(11) Patent numeris: **4296**

(51) Int. Cl.⁶: **F02G 1/00**
F02G 1/043

(21) Paraiškos numeris: **96-055**

(22) Paraiškos padavimo data: **1996 04 26**

(41) Paraiškos paskelbimo data: **1997 11 25**

(45) Patent paskelbimo data: **1998 02 25**

(72) Išradėjas:

Simonas Narbutas, LT

(73) Patent savininkas:

Simonas Narbutas, S. Žukausko g. 18-34, 3043 Kaunas, LT

(74) Patentinis patikėtinis:

**Irena Milda Srėbaliënė, 24, Patentinių paslaugų centras, UAB,
J. Basanavičiaus g. 11/1, 2600 Vilnius, LT**

(54) Pavadinimas:

**Regeneracinės stūmoklinės šiluminės mašinos veikimo būdas ir
regeneracinė stūmoklinė šiluminė mašina**

(57) Referatas:

Siūlomas veikimo būdas pasižymi tuo, kad mašinos cilindų ertmių turius periodiškai keičia, cikliška judinant cilindrų (1) stūmoklių (3) ašims artimomis kryptimis užduotu fazės kampų tarp šilumokaičių (6, 7, ir 8) sujungtų cilindų (1), sukant pasvirusio disko (2) plokštumos su statmenai tai plokštumai disko (2) periferijoje išdėstytais cilindrais (1) susikirtimo su bazine plokštuma tiesę apie svyravimo tašką A, išlaikant pastovų pasvirimo kampą ir neleidžiant tai plokštumai suktis, tuo pat metu išlaikant stūmoklius stabilioje padėtyje.

Regeneracinė stūmoklinė šiluminė mašina pasižymi tuo, kad cilindrai (1) yra hermetiški ir išdėstyti disko (2) periferijoje statmenai jo plokštumai. Prie disko pritvirtinti šilumokaičiai (6, 8) ir regeneratoriai (7), o disko (2) centras pritvirtintas prie disko svyravimo mechanizmo (5) su balansyrais (17), diskas su korpusu sujungtas spyruoklėmis (9), mašinos stūmokliai (3) yra sujungti su inercinėmis sistemomis (4) ir pakabinti spyruoklėmis (11).

Išradimas skirtas šiluminei technikai ir gali būti panaudotas daugiacylindrinių tiesioginio ir atvirkštinio ciklo Stirlingo α ir γ tipo šiluminių mašinų, dvigubo Stirlingo ciklo šiluminių mašinų, viulemje šilumos siurblių, šaldytuvų, bei regeneracinių termokompresorių konstravimui. Jis taip pat gali būti pritaikytas hermetiškiems kompresoriams ir vidaus degimo varikliams.

Žinomas regeneracinių stūmoklinių šiluminių mašinų, pavyzdžiui, Stirlingo, veikimo būdas [Proceedings of 7 th International Conference on Stirling Cycle Machines (ICSC '95), November 5-8, 1995, at Waseda University, Shinjuku, Tokyo, 1-6 psl.], kai dujų slėgį periodiškai keičia perpučiant dujas iš vieno cilindro karštos ertmės į atitinkamo cilindro šaltą ertmę ir atgal per regeneratorių ir kaitintuvo bei šaldytuvo vamzdelius, kartu vykdant šaltų ir karštų dujų suspaudimą ir išsiplėtimą.

Taip pat yra žinoma regeneracinė stūmoklinė šiluminė mašina, pavyzdžiui, Stirlingo, [Proceedings of 7 th International Conference on Stirling Cycle Machines (ICSC '95), November 5-8, 1995, at Waseda University, Shinjuku, Tokyo, 229-234 ir 235-240 psl.], susidedanti iš cilindrų, sujungtų regeneratoriais ir šilumokaičiais, stumoklių ir jų pavaros mechanizmo.

Žinomu būdu veikiančias mašinas yra sunku užsandarinti, apkrautų kinematinė porų tepimas sudaro problemų ir mechaninio naudingumo koeficientas yra žemas. Be to, tokiu principu sukonstruotos mašinos yra per brangios, todėl didesnio galingumo tokių mašinų praktiškai nėra.

Išradimo tikslas - regeneracinių stūmoklinių šiluminių mašinų patikimumo ir efektyvumo padidinimas.

Šį uždavinį išsprendžia siūlomas būdas pagal apibrėžties punktus 1,2 kuriuo, mašinos cilindry ermių tūrį keičia periodiškai, cikliška judinant cilindrų stūmoklių ašims artimomis kryptimis, užduotu fazės kampu tarp šilumokaičiais sujungtų cilindry, suka pasvirusios plokštumos su statmenai tai plokštumai išdėstytais cilindrais susikirtimo su bazine plokštuma tiesę apie svyravimo tašką, išlaikant pastovų pasvirimo kampą ir neleidžiant tai plokštumai suktis, tuo pat metu išlaikant stūmoklius stabilioje padėtyje.

Šilumos mainus mašinos cilindruose intensyvina, verčiant dujas cirkuliuoti vienodos paskirties mašinos erdmėse tarp pasvirusioje plokštumoje grupėmis, nedideliu fazės kampu grupėse išdėstytų cilindry.

Siūlomos mašinos pagal apibrėžties punktus 3, 4, 5, 6 ir 7 cilindrai yra hermetiški ir pritvirtinti disko periferijoje, statmenai jo plokštumai, prie disko taip pat yra pritvirtinti šilumokaičiai ir regeneratoriai, o disko centras standžiai pritvirtintas prie disko svyravimo mechanizmo su balansyrais, diskas su mašinos pagrindu sujungtas spyruoklėmis, o stūmokliai taip yra sujungti su inercinėmis sistemomis ir yra pakabinti spyruoklėmis. Ant disko apskritimu per 120° vienas nuo kito papildomai įrengiami γ tipo Stirlingo variklio darbo cilindrai su linijiniais elektros generatoriais. Diskas turi žiedinę kamerą, kurioje spyruoklėmis pakabinta žiedo formos inercinė sistema, sujungta pusiau standžiomis jungtimis su stūmokliais. Inercinės sistemos žiedinėje kameroje gali būti įrengtas žiedinis giroskopas, diskas sumontuotas ant susikertančių ašių movos, balansyrai gali turėti ventiliatoriaus rato formą su stambesnėmis briaunomis vienoje rato pusėje.

Tuo pasiekiami šie pranašumai:

- a) variklio aukšto slėgio kontūrai absoliučiai hermetiški;
- b) variklio su stūmokliuose įmontuotais svoriais aukšto slėgio kontūrai labai maži, todėl galima naudoti labai aukštus slėgius;

c) žiedinių inercinių sistemų žiedinių kamerų atsparumas taip pat leidžia naudoti aukštus slėgius;

e) inercinės sistemos ir stūmoklių sąveikos jėgos nukreiptos stūmoklių judesio kryptimi, todėl stūmoklių jėgos į cilindrus nedidelės (ypač, kai cilindrai išdėstyti dideliu spinduliu apie svyravimo tašką, o svyruojančio disko svyravimo kampas mažas);

f) mašinų (ypač Viulemje) stūmokliai lengvi, jų jėgos į cilindrų sieneles dėl cilindrų ašių nežymaus judėjimo kūgine trajektorija yra mažos, todėl cilindrų - stūmoklių porose gali būti naudojamos antifrikcinės kompozicinės medžiagos;

h) pagrindinės jėgos tenka disko svyravimo mechanizmams (Z - formos veleno arba susikertančių ašių movos guoliams, dirbantiems aplinkos slėgio sąlygomis), todėl mechanizmai yra patikimi;

i) nedidelės galios šiluminės mašinos gali turėti kartu su cilindrais ir su šilumokaičių vamzdeliais sulituotas briaunas, kurios nuveda šilumą orui (arba paima iš oro), o mašinos balansavimo balansyrai kartu atlieka ventiliatorių funkcijas (oras - oras tipo šilumos siurblys arba šaldytuvas);

j) mašinose užduota galia gali būti pasiekta naudojant didesnę negu paprastose mašinose cilindrų skaičių (neriboja stūmoklių pavaros mechanizmas), todėl pagerėja šilumos mainai cilindruose ir padidėja termodinaminis efektyvumas, nes priartėjama prie izoterminių dujų suspaudimo ir išsiplėtimo procesų;

k) mašinose oras - oras cilindrų skaičius gali būti parinktas, kartu užtikrinant aukštą termodinaminį efektyvumą ir gerą šilumos perdavimą orui ir paėmimą iš oro išvystytų briaunų ant cilindrų sienelių ir šilumokaičių vamzdelių pagalba;

l) mašinose karštos (šaltos) erkmės gali būti formuojamos sujungiant po kelias nedideliu kampu vienas atžvilgiu kito esančių cilindrų vienodos

temperatūros ertmės, jose vyks dujų cirkuliacija, ir dėl to pagerės šilumos mainai cilindruose ir šilumokaičiuose ir padidės procesų izotermizavimas ir termodinaminis efektyvumas;

m) dėl švytuojančio kaitintuvo vamzdelių (Stirlingo variklis, Viulemje mašinos) judesio žymiai padidėja degimo produktų greitis atžvilgiu kaitintuvo vamzdelių, ir kartu padidėja šilumos mainai, o judantys kaitintuvo vamzdeliai tuo pačiu yra apsaugomi nuo koncentruotų šilumos srautų ir pradegimo pavojaus;

n) mašinų stūmoklių uždaroje kameroje masių pakabų arba žiedinių inercinių sistemų žiedinėse kameroje įrengtų giroskopų guolių tepimui galima naudoti tepalą.

Siūlomas būdas ir įrenginys paaiškinamas brėžiniais:

- 1 fig. - pateikta mažos galios regeneracinės stūmoklinės mašinos schema;
- 2 fig. - pateikta vidutinės galios mašinos schema;
- 3 fig. - pateikta galingos mašinos su giroskopu schema;
- 4 fig. - pateiktas mašinos variantas, taikant Viulemje mašinų cilindų jungimo schema;
- 5 fig. - pateikta svyruojančio disko montavimo ant susikertančių ašių movos schema.

Pagal siūlomą regeneracinės stūmoklinės mašinos veikimo būdą, šaltas ir karštas dujas suspaudžia ir išplečia periodiškai, judinant cilindrų stūmoklių ašims artimomis kryptimis ir išlaikant stūmoklius stabilioje būklėje. Tuo pat metu išlaiko užduotą fazės kampą tarp šilumokaičiais sujungtų cilindų, kadangi cilindrų judina sukant pasvirusios plokštumos, ant kurios statmenai yra išdėstyti cilindrai, susikirtimo su bazine plokštuma tiesę apie svyravimo tašką. Plokštumos pasvirimo kampą išlaiko pastovų, o plokštumai neleidžia suktis. Taip periodiškai keičia mašinos cilindų ertmių turį ir tuo pačiu - dujų slėgį cilindruose, perpučiant dujas iš vieno cilindro karštos

ertmės į atitinkamo cilindro šaltą ertmę ir atgal per regeneratorių ir kaitintuvo bei šaldytuvo vamzdelius.

Šilumos mainus mašinos cilindruose intensyvina, verčiant dujas cirkuliuoti vienodos paskirties mašinos ertmėse tarp pasvirusioje plokštumoje nedideliu fazės kampu išdėstytų cilindrų.

Siūlomą būdą įgyvendina regeneracinė stūmoklinė šiluminė mašina, susidedanti iš hermetiškų cilindrų 1 (žiūr. fig.1, 2, 3, 4.), pritvirtintų prie disko 2, statmenai jo plokštumai ir jo periferijoje, taip pat cilindruose 1 laisvai švytuojančių stūmoklių 3, sujungtų su inercinėmis sistemomis 4, disko svyravimo mechanizmo 5 (Z -- formos veleno (fig.1, 2, 3) arba susikertančių ašių movos su guoliais (fig.5), arba kito). Karštas ir šaltas cilindrų ertmės jungiantys kaitintuvai 6, regeneratoriai 7 ir šaldytuvai 8 sujungiami pagal mašinos paskirtį (Stirlingo α, γ , Viulemje arba termokompresorius) ir tvirtinami prie disko 2. Diskui 2 suktis neleidžia spyruoklės 9. Stūmokliai 3 su inercinėmis sistemomis 4 yra sujungti pusiau standžiomis jungtimis 10, o prie disko 2 arba cilindro 1, yra prijungti spyruoklėmis 11. Vidutinės galios ir galingi varikliai turi žiedines kameras 12 ir juose įmontuotas žiedines mases 13, (fig.2, 3), o galingų mašinų inercinės sistemos 4 turi žiedines kameras 14, kuriose guoliuose 15 sukasi žiediniai giroskopai 16 (fig.3). Disko 2 centras standžiai pritvirtintas prie disko svyravimo mechanizmo 5. Disko 2 balansavimui prie svyravimo mechanizmo 5 pritvirtinti balansyrai 17. Degimo kamera 18, ir oro pašildytuvai 19 tvirtinami prie pagrindo 20. Spyruoklės 9 jungia diską su pagrindu 20. Šiluminės mašinos dar turi starto motorus 21 ir giroskopo motorą 22 (fig.3). Prie disko 2 yra pritvirtinti γ Stirlingo variklio darbo cilindrai 23 su linijiniais elektros generatoriais 24. Susikertančių ašių mova (fig.5) su guoliais montuojama ant ašies 25. Brėžiniuose pozicija 26 - oras, 27 - karštas oras, 28 - deginiai, 29 - kuras.

Mašina veikia taip.

Variklio ertmes periodiškai keičia, cikliška judinant cilindrus 1 stūmoklių 3 ašims artimomis kryptimis, užduotu fazės kampu tarp šilumokaičiais sujungtų cilindrų 1 tokiu būdu. Diskas 2 svyruoja kartu su cilindrais 1 erdvėje apie tašką A, o stūmokliai 3 dėl to, kad jie yra jungtimis 10 sujungti su inercinėmis sistemomis 4, nejuda. Sukasi pasvirusios disko 2 plokštumos, su statmenai tai plokštumai disko 2 periferijoje išdėstytais cilindrais 1, susikirtimo su bazine plokštuma tiesė apie svyravimo tašką A, išlaikant pastovų disko 2 pasvirimo kampą, kuris yra lygus šio disko 2 pritvirtinimo prie svyravimo mechanizmo 5 kampui. Spyruoklės 9 neleidžia diskui 2 suktis.

Disko 2 svyravimas ypač aiškus, kai jo svyravimo mechanizmas 5 yra Z- formos velenas (fig.1, 2, 3) arba susikertančių ašių mova (fig.5). Dėl Z- formos veleno arba susikertančių ašių movos 5 sukimosi, apskritimu išdėstyti įvairūs cilindrai 1 svyravimo amplitudės maksimumo ir minimumo taškus pasiekia skirtingu laiku, proporcingu cilindrų 1 išdėstymo kampui. Kadangi mašinos stūmokliai 3 nejuda, dėl visų cilindrų 1 nuoseklaus perėjimo per tas pačias padėtis, nuosekliai keisis cilindruose 1 ertmių tūriai virš ir po stūmokliais. Sujungus cilindrų 1 ertmes šilumokaičiais 6, 7, 8 Stirlingo, Viulemje arba termokompresorinėms mašinoms reikalingais kampais, realizuojami atitinkami termodinaminiai ciklai. Atitinkamai mašinai realizuoti būtina inercinė sistema, atsverianti šilumokaičių 6, 7, 8 hidraulinių pasipriešinimų jėgas (Viulemje mašinos ir termokompresoriai) ir termodinamines jėgas (Stirlingo mašinos). Todėl Viulemje mašinoms ir termokompresoriams stūmoklių 3 valdymo inercinės sistemos 4 nedidelės, stūmokliuose 3 įmontuotų masių 4 pavidalo (1 fig.). Tokio pat tipo gali būti γ - tipo Stirlingo mašinos, kuriose dujų slėgio keitimo cilindrų 1 stūmokliuose 3 yra įmontuotos masės, o užduotu fazės kampu įrengti darbo cilindrai 23, kurių stūmokliai sujungti su linijiniais elektros

generatoriais 24. Išdėsčius svyruojančiame diske 2 dvigubo veikimo darbo cilindrus 23 su linijiniais elektros generatoriais 24 kas 120° , turėsime trifazį generatorių su Stirlingo varikliu. Tose mašinose (fig.1) pagrindinai transformuojama šiluminė arba generuojama elektros energija, o mechaninė disko svyravimo mechanizmo 5 galia nedidelė. Taip pat gali būti realizuota dvigubo Stirlingo ciklo šiluminė mašina, kai γ - tipo Stirlingo variklio darbo stūmokliai sujungiami su γ - tipo Stirlingo šilumos siurblio darbo stūmokliais, o šilumos siurblio slėgio valdymo cilindrai - su stūmokliais pastatomi nustatytu fazės kampu atžvilgiu darbo cilindrų.

2 fig. pateiktoje schemoje inercinė sistema 4 su žiedine mase 13 išlaiko ne tik dujų perpūtimo metu susidarančias šilumokaičių 6, 7, 8 hidraulinio pasipriešinimo jėgas, bet ir termodinamines jėgas. Todėl prie žiedinės masės 13 gali būti prijungti α ir γ tipo Stirlingo vienos arba dviejų darbo eigų cilindrų stūmokliai. Dėl žiedinės inercinės sistemos 4 stabilumo šios mašinos mechaninės sistemos galia gali būti perduodama per disko 2 svyravimo mechanizmą 5 (Z - formos veleną arba susikertančių ašių movą). Panaudojant žiedinę inercinę sistemą 4 prie tos pačios žiedinės masės 13 galima prijungti variklio ir šilumos siurblio (šaldymo mašinos) stūmoklius. Taip galima sukonstruoti didelės šiluminės galios dvigubo Stirlingo ciklo šiluminės mašinas, kuriose iš kuro šiluminės energijos galima gauti šalčio, šilumos ir mechaninės energijos.

3 fig. pateiktoje schemoje inercinėje sistemoje 4 įrengtas giroskopas 16 sukuria jėgų dvejetą, nukreiptą prieš α tipo Stirlingo mašinoje termodinaminių jėgų išvystomą stūmoklių jėgų dvejetą. Dėl to turi būti atitinkamai suderinta cilindrų 1 ertmių sujungimo schema, Z - formos ašies arba susikertančių ašių movos 5 sukimosi kryptis ir giroskopo 16 sukimosi kryptis. Šiluminė mašina su giroskopu 16 turi daug lengvesnę žiedinę inercinę sistemą 4, o tokio pat svorio inercinė sistema 4 leidžia išvystyti daug

didesnę per Z - formos veleną arba per susikertančių ašių movą 5 perduodamą mechaninę galią.

4 figūroje cilindrai 1 ant disko 2 pritvirtinti sugrupuojant tos pačios temperatūros ertmes tokiu fazės kampu atžvilgiu vienas kito grupės viduje, kuris yra daug mažesnis už pagrindinį fazės kampą tarp grupių. Tokiu būdu, tarp ertmių vyksta papildoma dujų cirkuliacija ir intensyvėja šilumos mainai.

Šilumnešiai į šiluminės mašinos šilumokaičius, pritvirtintus prie svyruojančio disko 2, paduodami per jo svyravimo mechanizmą 5, pavyzdžiui, per Z- formos veleną arba susikertančių ašių movą. Tokiu atveju velenui arba movai sandarinti ir šilumnešio srautams organizuoti tarp guolių įrengiami manžetai (neparodyti). Šilumnešiai į diską taip pat gali būti paduodami per spyruokles 9 ,neduodančias diskui suktis. Kai mažos galios mašinoms panaudojami nedidelio diametro cilindrai 1, jie ir šilumokaičių vamzdeliai gali būti sulituoti su šilumokaičio briaunomis. Tada šiluma gali būti nuvedama (arba teikiama) su oro srautu.

Susikertančių ašių movos panaudojimas padidina galingų mašinų stabilumą, nes Stirlingo varikliams , Stirlingo-Stirlingo ir Viulemje mašinoms Z - formos velenui sunku įrengti prilaikantį guolį.

IŠRADIMO APIBRĖŽTIS

1. Regeneracinės stūmoklinės šiluminės mašinos veikimo būdas, kai dujų slėgį periodiškai keičia perpučiant dujas iš cilindro karštos ertmės į atitinkamo cilindro šaltą ertmę ir atgal per regeneratorių ir kaitintuvą bei šaldytuvo vamzdelius, kartu suspaudžiant ir išplečiant šaltas ir karštas dujas, **b e s i s k i r i a n t i s** tuo, kad mašinos cilindrų ertmių turį periodiškai keičia, cikliška judinant cilindrų stūmoklių ašims artimomis kryptimis užduotu fazės kampų tarp šilumokaičiais sujungtų cilindrų, sukant pasvirusios plokštumos su statmenai tai plokštumai išdėstytais cilindrais susikirtimo su bazine plokštuma tiesę apie svyravimo tašką, išlaikant pastovų pasvirimo kampą ir neleidžiant tai plokštumai suktis, tuo pat metu išlaikant stūmoklius stabilioje padėtyje.

2. Regeneracinės stūmoklinės šiluminės mašinos veikimo būdas pagal 1 punktą, **b e s i s k i r i a n t i s** tuo, kad intensyvina šilumos mainus mašinos cilindruose, verčiant dujas cirkuliuoti vienodos paskirties mašinos ertmėse tarp pasvirusioje plokštumoje grupėmis nedideliu fazės kampų grupėse išdėstytų cilindrų.

3. Regeneracinė stūmoklinė šiluminė mašina, susidedanti iš cilindrų, sujungtų regeneratoriais ir šilumokaičiais, stūmoklių ir jų pavaros mechanizmo, **b e s i s k i r i a n t i** tuo, kad cilindrai (1) yra hermetiški ir pritvirtinti disko (2) periferijoje, statmenai jo plokštumai, prie disko (2) taip pat pritvirtinti šilumokaičiai (6, 8) ir regeneratoriai (7), o disko (2) centras standžiai pritvirtintas prie disko svyravimo mechanizmo (5) su balansyrais (17), diskas (2) su mašinos pagrindu (20) sujungtas spyruoklėmis (9), o stūmokliai yra sujungti su inercinėmis sistemomis (4) ir yra pakabinti spyruoklėmis (11).

4. Regeneracinė stūmoklinė šiluminė mašina pagal 3 punktą, b e s i - s k i r i a n t i tuo, kad ant disko (2), apskritimu per 120° vienas nuo kito įrengti γ tipo Stirlingo variklio darbo cilindrai (23) su linijiniais elektros generatoriais (24).

5. Regeneracinė stūmoklinė šiluminė mašina pagal 3 ir 4 punktus, b e s i s k i r i a n t i tuo, kad diskas (2) turi žiedinę kamerą (12), kurioje spyruoklėmis pakabinta žiedo formos inercinė sistema (14), sujungta pusiau standžiomis jungtimis (10) su stūmokliais (3).

6. Regeneracinė stūmoklinė šiluminė mašina pagal 3 ir 5 punktus, b e s i s k i r i a n t i tuo, kad inercinės sistemos (4) žiedinėje kameroje (14) įrengtas žiedinis giroskopas (16).

7. Regeneracinė stūmoklinė šiluminė mašina pagal 3 - 6 punktus, b e s i s k i r i a n t i tuo, kad diskas (2) sumontuotas ant susikertančių ašių movos (5).

8. Regeneracinė stūmoklinė šiluminė mašina pagal 3 - 7 punktus, b e s i s k i r i a n t i tuo, kad balansyrai (17) turi ventiliatoriaus rato formą su stambesnėmis briaunomis vienoje rato pusėje.

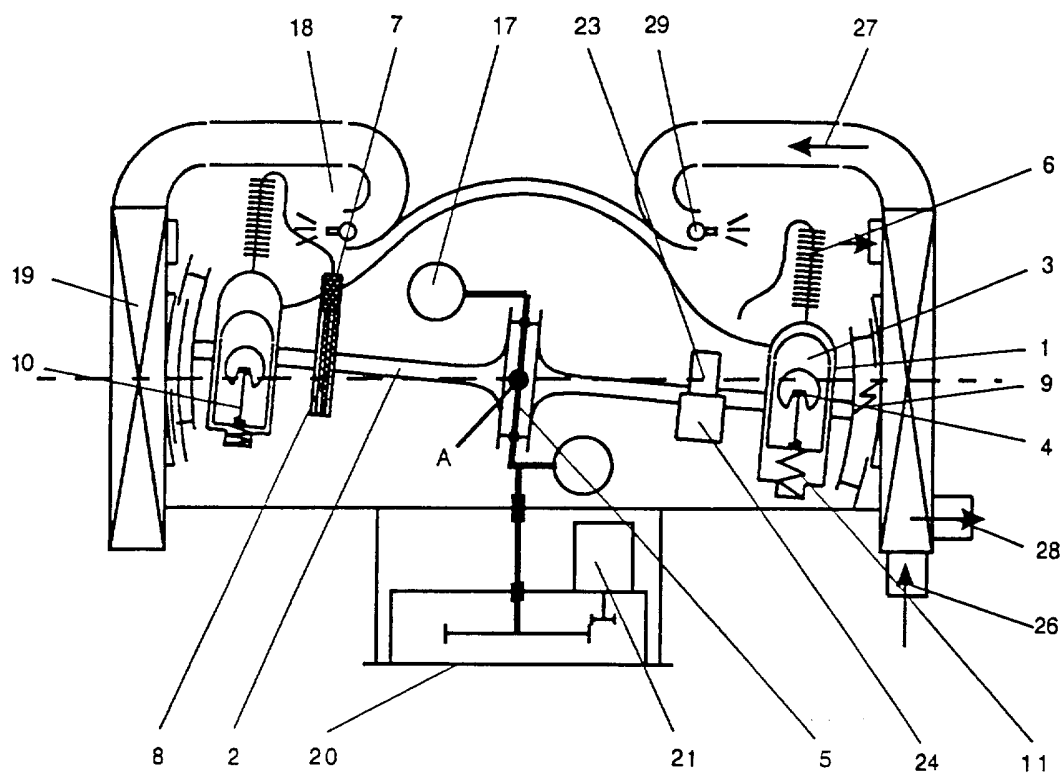


Fig.1

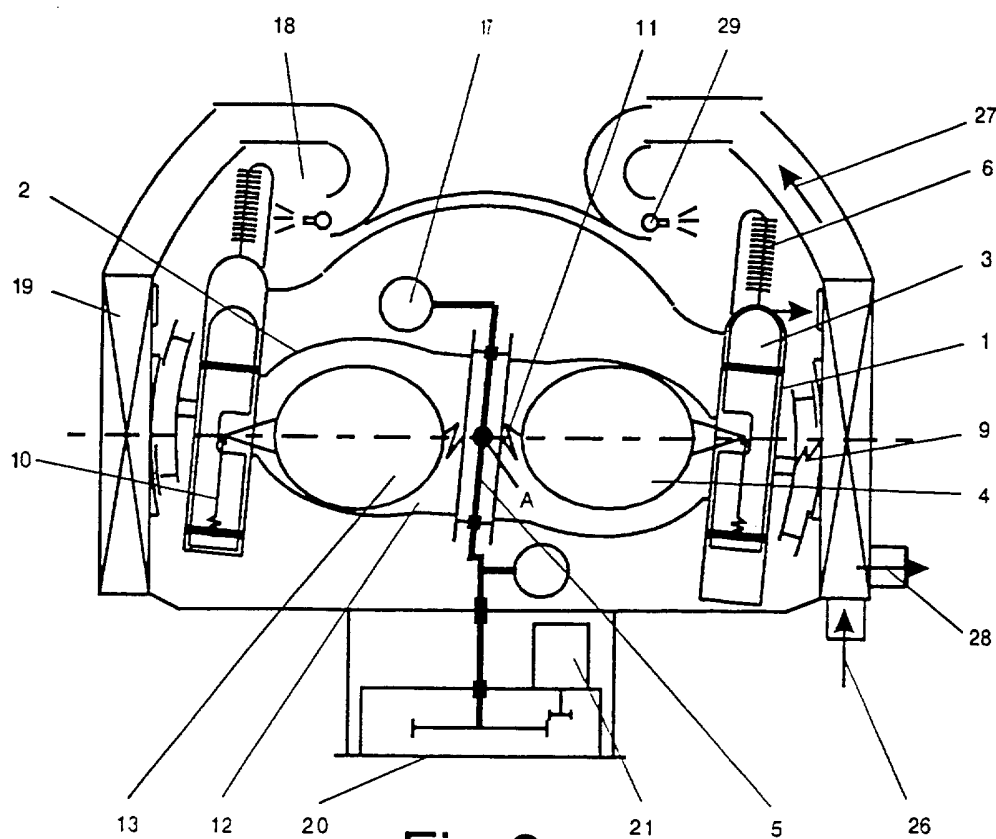


Fig.2

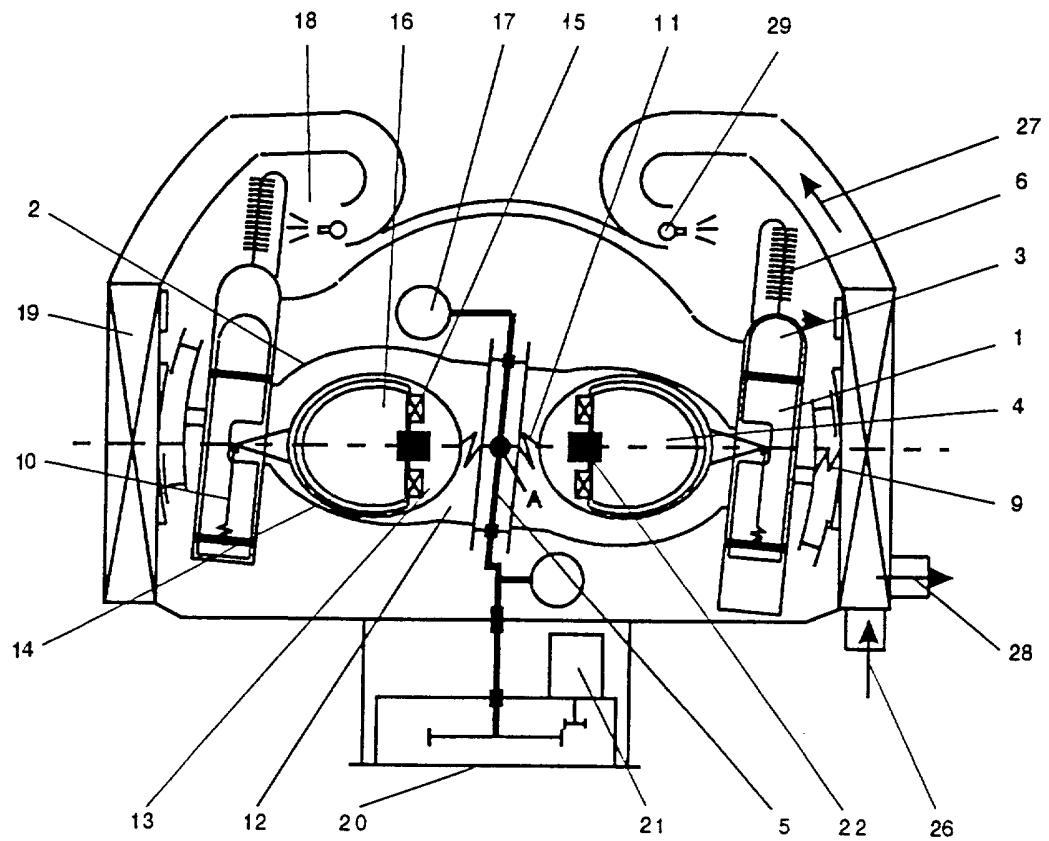


Fig. 3

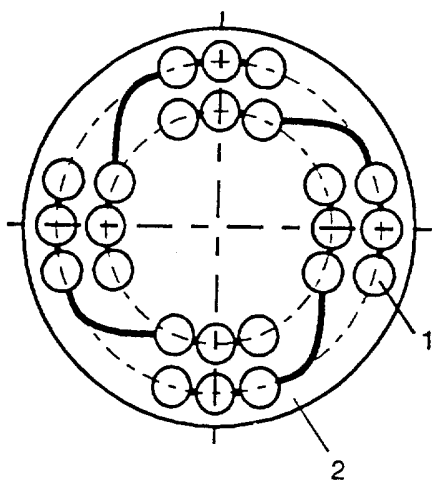


Fig. 4

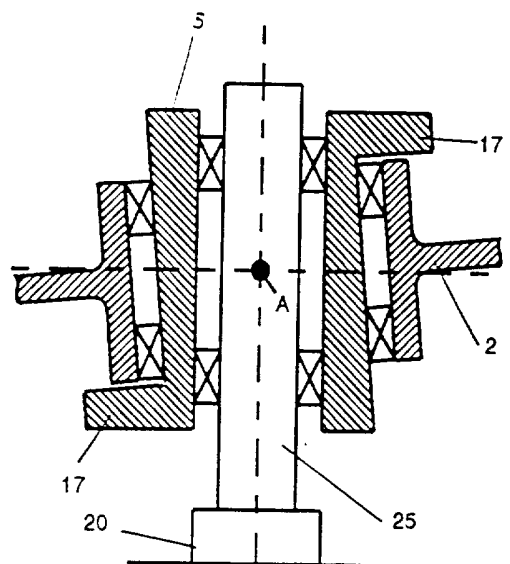


Fig. 5