



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**
veröffentlicht nach Art. 158 Abs. 3 EPÜ

(43) Veröffentlichungstag:
19.12.2001 Patentblatt 2001/51

(21) Anmeldenummer: **00909826.0**

(22) Anmeldetag: **01.03.2000**

(51) Int Cl.7: **F01C 3/00**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/RU00/00070

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 00/57028 (28.09.2000 Gazette 2000/39)

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**

(30) Priorität: **22.03.1999 RU 99106138**
24.05.1999 RU 99111234
24.05.1999 RU 99111235
24.05.1999 RU 99111237

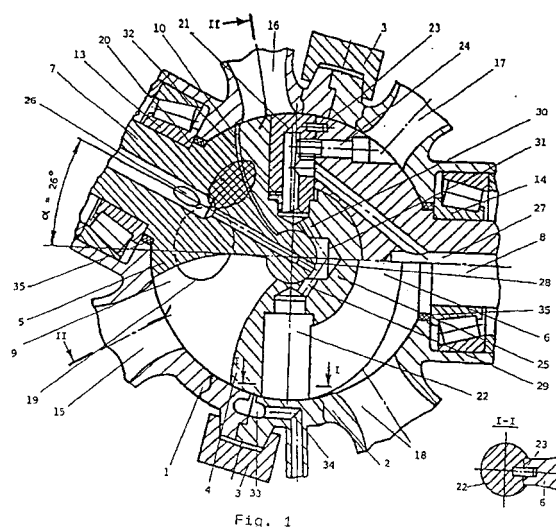
(71) Anmelder: **Kuznetsov, Mikhail Ivanovich**
Moscow, 111531 (RU)

(72) Erfinder: **Kuznetsov, Mikhail Ivanovich**
Moscow, 111531 (RU)

(74) Vertreter: **Neumann, Günter**
Hübner - Neumann - Radwer, Frankfurter Allee
286
10317 Berlin (DE)

(54) **SPHÄRISCHE, ROTIERENDE VERDRÄNGERMASCHINE**

(57) Die erfindungsgemäße sphärische Rotor-Verdrängungsmaschine ist zur Verwendung als Motor, Pumpe oder Verdichter bestimmt und enthält ein aus zwei Teilen 1 und 2 bestehendes Gehäuse, in dessen sphärischem Hohlraum sich drei Rotoren 4, 5 und 6 befinden, wobei der zentrale Scheibenrotor 4 auf jeder Seite durch ein Diametralgelenk mit den Sektorrotoren 5 und 6 verbunden ist. Die Rotoren 4, 5 und 6 bilden vier Kammern 9, 10, 11 und 12. Die kammerbildenden radialen Oberflächen der Rotoren 4, 5 und 6 haben eine Radiusform. Die Einlass-Auslasskanäle 15, 16, 17 und 18 sind in der Zone der Überdeckung durch die Sektorrotoren im Augenblick des Wechsels der Zyklen in den Kammern angeordnet, wobei die Kanäle einen Düsenabschnitt und eine tangentielle Neigung aufweisen. Das Diametralgelenk des Sektorrotors 6 verfügt über zwei befestigte Halbachsen 21 und 22, deren Zapfen in einen Meniskus 25 sphärischer Form hineinragen; das zweite Diametralgelenk des Sektorrotors 5 besitzt eine ungeteilte zylindrische Achse. Die Gehäusehälften 1 und 2 sind mit einer Zentriereinrichtung 3 versehen, die es gestattet, den phasenbestimmenden Winkel und die Präzision der Maschine zu verändern. Die Schmierung und Kühlung der Rotorbaugruppe erfolgen über ein darin befindliches Netz von Kanälen 25, 27, 28, 29 und 30. Im Maschinengehäuse ist eine schlitzartige Ölfang-Drainageeinrichtung 33 vorgesehen. Zwischen den Gehäuseteilen 1, 2 und den Wellen 7 ist ein Spalt vorhanden, der die Montierbarkeit der Maschine sicherstellt.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf das Gebiet des Maschinenbaus, insbesondere auf Verdrängungsmaschinen, und kann als Motor, Pumpe, Verdichter oder Dosiereinrichtung verwendet werden.

[0002] Bekannt ist eine sphärische Rotor-Verdrängungsmaschine mit einem Gehäuse, das aus zwei miteinander verbundenen Teilen besteht. Im sphärischen Hohlraum des Gehäuses befinden sich drei Rotoren, die vier Kammern bilden. Der Zentralrotor ist auf jeder Seite durch ein Diametralgelenk mit je einem Sektorrotor in Form eines aus einem Stück mit der Welle ausgeführten Kugelausschnitts verbunden. Die Drehachsen der Sektorrotoren sind unter einem gewissen Winkel zueinander angeordnet und schneiden sich mit den Achsen der Diametralgelenke im Mittelpunkt des sphärischen Hohlraumes. Die Achsen der Diametralgelenke stehen senkrecht zueinander. Die Rotoren liegen mit ihren peripheren Oberflächen am sphärischen Hohlraum des Maschinengehäuses an, in welchem vier Einlass-Auslasskanäle vorgesehen sind (JP 47-44565, PCT/SU 89/00133).

[0003] Nachteilig bei der bekannten Maschine ist eine geringe Dicke des Sektorrotors im Bereich der Welle, was den Durchmesser der Welle und die Abmessung von Grundlagern begrenzt, eine unzureichend entwickelte Zone der völligen Überdeckung des sphärischen Gehäusehohlraumes durch die sphärische Oberfläche des Rotors und als Folge die Kompliziertheit und geringe Effektivität, bedingt durch die an die heiße Zone der Arbeitskammern angrenzenden Abdichtungseinrichtungen. Die Anordnung der Einlass-Auslasskanäle in der Nähe von Lagereinheiten beschränkt beiderseitig deren Effektivität. Eine verhältnismäßig kleine Dicke der Wellen und Sektorrotoren erschwert die Wärmeableitung von ihnen, was ihre beträchtliche Wärmebeanspruchung bedingt. Das Vorhandensein einer großen dynamisch nichtausgewuchteten Masse an der Peripherie des Zentralrotors führt in diesem zur Entstehung erheblicher Eigenspannungen und Verformungen, die bei hohen Drehzahlen der Rotoren auftreten. Die aufgezählten Nachteile schränken die Leistung und Zuverlässigkeit der Maschine ein.

[0004] Es ist des weiteren eine Maschine bekannt, bei der die Halbachsen der Diametralgelenke abnehmbar und mit Nuten versehen sind, während die Sektorrotoren der letzteren entsprechende Vorsprünge aufweisen, wobei der Zentralrotor eine Ausdrehung besitzt, die Dichtung aber abnehmbar ausgeführt und in der Ausdrehung aufgenommen ist (SU 877129).

[0005] Nachteilig bei der angeführten Maschine ist eine freie Unterbringung der Halbachsen der Diametralgelenke, die die Umlaufgeschwindigkeit der Rotoren wegen hoher zentrifugaler Belastungen begrenzt, welche durch die losen Halbachsen auf die sphärenbildende Fläche des Maschinengehäuses ausgeübt werden.

[0006] Der vorliegenden Erfindung ist die Aufgabe zugrunde gelegt, eine verbesserte sphärische Rotor-Ver-

drängungsmaschine mit erhöhter Leistung und Betriebszeit bereitzustellen.

[0007] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch eine sphärische Rotor-Verdrängungsmaschine gelöst, die ein aus zwei miteinander verbundenen Teilen bestehendes Gehäuse besteht, in dessen sphärischem Hohlraum sich drei Rotoren befinden, die vier Arbeitskammern bilden, wobei der Zentralrotor auf jeder Seite durch ein Diametralgelenk mit je einem Sektorrotor in Form eines aus einem Stück mit der Welle ausgeführten Kugelausschnitts verbunden ist und wobei die Drehachsen der Sektorrotoren unter einem gewissen Winkel zueinander angeordnet sind und sich mit den Achsen der Diametralgelenke im Mittelpunkt des sphärischen Hohlraumes schneiden, während die Achsen der Diametralgelenke senkrecht zueinander stehen, wobei die Rotoren mit ihren peripheren sphärischen Flächen am sphärischen Hohlraum des Maschinengehäuses anliegen, in dem vier Einlass-Auslasskanäle vorgesehen sind, in welchem erfindungsgemäß die kammerbildenden radialen Oberflächen der Sektorrotoren durch zwei und mehr Ebenen oder eine gekrümmte oder plangekrümmte Oberfläche der Maschine gebildet sind, die eine Vergrößerung des sektorbildenden Winkels von dem Diametralgelenk zur peripheren sphärischen Fläche hin sicherstellt, der zwischen der Drehachse des Sektorrotors und einer Geraden gemessen wird, welche den Mittelpunkt der Sphäre mit einem Punkt auf der kammerbildenden Oberfläche des Sektorrotors verbindet, während die kammerbildende Oberfläche des Zentralrotors die Form der ihr entsprechenden Oberfläche des Sektorrotors wiederholt.

[0008] Die genannte konstruktive Ausführung gestattet es, die Leistung und die Betriebszeit der Maschine wesentlich zu erhöhen.

[0009] Zum besseren Verständnis der Erfindung sind nachstehend konkrete Ausführungsformen derselben unter Bezugnahme auf beiliegende Zeichnungen angeführt.

- Fig. 1 zeigt die sphärische Rotor-Verdrängungsmaschine im Längsschnitt;
- Fig. 2 zeigt die Maschine mit um 90° gedrehten Rotoren;
- Fig. 3 zeigt einen Schnitt durch die Achsen von Einlass-Auslasskanälen im Augenblick des Wechsels der Zyklen in den Arbeitskammern;
- Fig. 4 zeigt das Schema von Koordinaten der Maschine, die den geografischen Koordinaten analog sind, wobei die Punkte A, B - die Pole der Maschine - durch Kreuzung der Drehachsen der Sektorrotoren mit der kammerbildenden sphärischen Fläche des Hohlraumes gebildet sind; der Winkel α der Winkel der Präzision der Maschine ist (von dem Spätlatein "prae-cessio" - Bewegung voran); der Bogen

ACB - der Nullmeridian des Koordinatensystems - eine Linie auf der sphärischen Fläche ist, die die Pole der Maschine auf dem kürzesten Wege verbindet. Als positive Richtung der Ablesung der Koordinate wird der Umlaufsinn der Rotoren der Maschine im Haupt-Arbeitszyklus angenommen, Winkel λ ;
 der Winkel ψ - die Breite der Koordinate ist, berechnet von der Drehachse der Sektorrotoren aus;
 der Äquator - eine Linie auf der sphärischen Fläche ist, die in jedem Meridionalschnitt zu den Polen äquidistant ist, Kreis mit den Punkten PC;
 die Linie AMPB - der Meridionalschnitt der Sphäre ist, AO=CB, AP=PB, wo der Punkt M Koordinaten hat;
 Breite - Winkel ψ ,
 Länge - Winkel λ .

[0010] Das vorgeschlagene Koordinatensystem stimmt gut mit der Kinematik der Maschine und den bequemen technologischen Basen überein.

[0011] Die sphärische Rotor-Verdrängungsmaschine (im weiteren Text - Maschine - genannt) besitzt ein Gehäuse, das aus zwei Teilen 1 und 2 besteht, welche durch einen Bügel 3 miteinander verbunden sind, wobei sich im sphärischen Hohlraum des Gehäuses drei Rotoren befinden. Der Zentralrotor 4 ist auf jeder Seite durch ein Diametralgelenk mit den Sektorrotoren 5 und 6 verbunden. Die Sektorrotoren bestehen aus einem Kugelausschnitt, der mit den Wellen 7 und 8 ausgeführt ist, die in die Gehäusehälften in Lagereinheiten mit den Grundlagern 13 und 14 eingesetzt sind. Die Rotoren bilden vier Kammern; Kammern 9 und 10 (Fig. 1), die dem Sektorrotor 5 benachbart sind, und Kammern 11 und 12 (Fig. 2), die dem Sektorrotor 6 benachbart sind. Die Präzision der Maschine beträgt 26° . Die kammerbildenden radialen Oberflächen der Sektorrotoren haben eine Zylinderform mit einem Halbmesser, der dem Halbmesser der kammerbildenden Sphäre gleich ist. Im allgemeinen Fall können die Oberflächen durch zwei und mehr Ebenen oder eine gekrümmte oder plangekrümmte Oberfläche gebildet sein. Die kammerbildende radiale Oberfläche gewährleistet eine Vergrößerung des sektorbildenden Winkels des Kugelausschnitts von dem Bereich des Diametralgelenkes zur peripheren sphärischen Fläche hin. Der sektorbildende Winkel wird zwischen der Drehachse des Sektorrotors und einer Geraden gemessen, die den Mittelpunkt der Sphäre mit einem Punkt auf der kammerbildenden radialen Oberfläche des Sektorrotors verbindet, was einer fortschreitenden Zunahme der Dicke des Sektorrotors vom Mittelpunkt zum Polteil entspricht. Die kammerbildende Oberfläche des Zentralrotors wiederholt die Form der ihr entsprechenden Oberfläche des Sektorrotors. So beträgt in der erfindungsgemäßen Maschine der sektorbildende Winkel im

Bereich des Diametralgelenkes 25° und nimmt zur Peripherie auf 36° zu, was eine Vergrößerung des Durchmessers der Zone der völligen Überdeckung des Polteils auf $0,63 D$ sicherstellt, wo D den Durchmesser der kammerbildenden Sphäre der Maschine bedeutet.

[0012] Die vorgeschlagene Form der kammerbildenden Oberflächen der Rotoren der Maschine bietet die folgenden vorteilhaften Möglichkeiten:

- den Durchmesser der Zone der völligen Überdeckung des Polteils des sphärischen Gehäusehohlraumes durch die sphärische Fläche der Sektorrotoren zu vergrößern, was es gestattet, den Durchmesser der Welle und die Abmessung der Grundlager zu vergrößern, die Gleitfähigkeit der Arbeitskammern zu verbessern, ihre heißen Oberflächen von den Lagereinheiten zu entfernen und die Wärmebeanspruchung der Sektorrotoren herabzusetzen;
- im Bereich des Diametralgelenkes eine größtmögliche Umfassung der Achsen der Sektorrotoren durch das zugeordnete Gegenstück des Diametralgelenkes des Zentralrotors zu sichern;
- den peripheren Teil des Zentralrotors zu verringern, was dynamische und Wärmeformänderungen des Zentralrotors vermindert und dessen Umlaufgeschwindigkeit zu steigern erlaubt.

[0013] Die aufgeführten Besonderheiten setzen die dynamische Beanspruchung und die Wärmebelastung der Maschine herab und ermöglichen eine Erhöhung ihrer Leistung und Betriebszeit.

[0014] Die Einlass-Auslasskanäle 15, 16 17, 18 liegen paarweise diametral einander gegenüber in jeder Gehäusehälfte in der Zone der Überdeckung durch die sphärische Fläche des Sektorrotors bei dessen Drehung im Umlaufsinn um einen Winkel bis 90° , der in Bezug auf die Achse des Diametralgelenkes des Sektorrotors und den Nullmeridian gemessen wird. In Fig. 1 und 2 ist der Schnitt der Kanäle in die durch den Nullmeridian verlaufende Ebene des Schnitts der Maschine verlegt. Die Breite des dem Pol nächstliegenden Abschnitts der Kanalkante ist gleich oder größer als die Breite des Kreises der völligen Überdeckung des Polteils des sphärischen Gehäusehohlraumes durch die sphärische Fläche des Sektorrotors. Die Versetzung der Kanäle in den Äquatorbereich erlaubt es, sie von den Lagereinheiten zu entfernen, wobei die Vergrößerung der Dicke des die Kanäle überdeckenden sphärischen Teils des Sektorrotor-Kugelausschnitts es möglich macht, den Durchgangsquerschnitt der Kanäle zu vergrößern. In Fig. 1 ist die tatsächliche Lage des Kanals 15 mit der Bezugszahl 19 bezeichnet, wo mit einer Volllinie der sichtbare Abschnitt der Kante und mit einer punktierter Linie der durch den Sektorrotor verdeckte Abschnitt angedeutet sind. Der schraffierte Bereich 20 entspricht der Lage des Kanals 16. Fig. 3 zeigt einen Schnitt II - II durch die Achsen der Kanäle 15 und 16 im

Augenblick des Wechsels der Zyklen in den Arbeitskammern, welcher einer Drehung des Sektorrotors um einen Winkel von 80° , der ein phasenbestimmender Winkel ist und von der Dynamik der Maschine und den Kenndaten des Arbeitsmittels abhängt. Die Einlass-Auslasskanäle können einen Düsenabschnitt un stetigen Querschnitts aufweisen. Die Achsen der Kanäle können eine tangentielle Neigung haben, nämlich beim Einlasskanal 16 vorzugsweise im Umlaufsinn und beim Auslasskanal 15 vorzugsweise entgegen dem Umlaufsinn der Rotoren der Maschine. Mit Pfeilen ist die Bewegungsrichtung des Arbeitsmittels im Einlasskanal 16, seine mit dem Umlaufsinn der Rotoren zusammenfallende Bewegung in der Arbeitskammer 9 und seine Ausströmung in den Auslasskanal 15, die bei der Arbeit der Maschine als Dampfkraftmaschine zustande kommt. Die Kammer 9 ist die Arbeitskammer und befindet sich am Ende des Arbeitszyklus. Die Kammer 10 ist gespannt (das Volumen der Kammer ist am kleinsten, das Arbeitsmittel ist verdrängt) und zur Aufnahme einer Arbeitsmittelladung bereit. Für umkehrbar steuerbare langsamlaufende Maschinen (beispielsweise Hydraulikpumpen, Hydraulikmotoren usw.) kann der phasenbestimmende Winkel gleich 90° sein, während die tangentielle Neigung der Kanäle fehlen kann.

[0015] Die Versetzung der Einlass-Auslasskanäle zum Äquatorbereich, das Vorhandensein der Düsenabschnitte und der tangentialen Neigung der Kanäle vermindern den hydrodynamischen Widerstand der Zulaufleitungen, erleichtern die Arbeitsmittelzirkulation und verbessern die Arbeitsbedingungen der Lagereinheiten, wodurch die Leistung und die Laufzeit der Maschine im ganzen erhöht werden können.

[0016] Das Diametralgelenk des Sektorrotors 6 weist zwei Halbachsen 21 und 22 auf, die an Vorsprüngen des Sektorrotors angebracht sind und auf diesem in seinem Körper durch Befestigungs- und Einstellrichtungen - durch einen Stift 23 und einen Gewindebolzen 24 - fixiert werden, welche die Möglichkeit einer Verschiebung der Halbachse relativ zum Sektorrotor ausschließen. Auf der dem Mittelpunkt der Sphäre zugewandten Seite besitzt jede Halbachse einen Zapfen. Die Zapfen befinden sich in Bohrungen, die in einem als Vorsprung ausgebildeten Meniskus 25 sphärischer Form vorgesehen sind. Der Meniskus ist coaxial zur kammerbildenden Sphäre angeordnet und stellt eine Fortsetzung des Zentralrotors 4 dar (hier und weiter unten im Text wird als "Meniskus" ein am Zentralrotor befindlicher Vorsprung sphärischer Form bezeichnet, während das Gelenk dementsprechend Meniskusgelenk genannt wird). Der Sektorrotor 6 weist einen sphärischen Hohlraum auf, der die Form des Meniskus wiederholt und Vorsprünge bildet, an denen die Halbachsen des Meniskusgelenks angebracht sind. Die Zapfen der Halbachsen des Meniskusgelenks können eine komplizierte, abgestufte Form haben, wobei die Bohrungen im Meniskus die Zapfenform wiederholen. Das zweite Diametralgelenk des Sektorrotors 5 besitzt eine einzige ungeteilte zylindrische Achse. Dabei ist kein Meniskus im Gelenk vorhanden, während die Achse gesondert von dem Sektorrotor ausgeführt und an diesem analog zu den Halbachsen des Meniskusgelenks befestigt werden kann. Das Fehlen eines Meniskus im Gelenk macht das Volumen der benachbarten Kammern des Sektorrotors 5 größer als das Volumen der benachbarten Kammern des Rotors 6.

[0017] Es ist eine bevorzugte Ausführungsform der Maschine möglich, bei der die beiden Diametralgelenke die Meniskuskonstruktion haben, wobei das Volumen der Kammern gleich sein kann.

[0018] Die Verwendung der Befestigungs- und Einstellrichtungen zur Fixierung und Befestigung der Achsen der Diametralgelenke gestattet es, die Umlaufgeschwindigkeit der Rotoren zu erhöhen und dabei die Bedingung der Montierbarkeit der Rotorbaugruppe sicherzustellen. Die Zapfen der Halbachsen steigern die Tragfähigkeit und Steifigkeit des Meniskusgelenkes.

Die aufgezählten Besonderheiten der Diametralgelenke der Rotorbaugruppe ermöglichen es, die Leistung der Maschine zu erhöhen und ihre Laufzeit zu verlängern.

[0019] Die erfindungsgemäße Maschine weist eine Zentriereinrichtung auf, die es gestattet, den Wert des phasenbestimmenden Winkels zu verändern. Die Gehäusehälften 1 und 2 sind in der Äquatorebene miteinander verbunden, die zu den Polen der Maschine in jedem Meridionalschnitt äquidistant ist. In einer der Gehäusehälften 1 ist eine Ringnut vorhanden, in die ein ringförmiger Vorsprung der Gehäusehälfte 2 hineinragt und die Zentriereinrichtung bildet. Die Gehäusehälften sind miteinander durch eine Einrichtung in Form eines Bügels 3 verbunden, der ihre Winkelverschiebung relativ zueinander und zum Nullmeridian erlaubt.

[0020] Durch die gegenseitige Winkelverschiebung der Gehäusehälften 1 und 2 kann der Wert des phasenbestimmenden Winkels verändert werden, was die Möglichkeit gibt, den Arbeitszyklus der Maschine in einem weiten Bereich der Umlaufgeschwindigkeiten der Rotoren zu optimieren. Bei Winkelverschiebung der Gehäusehälften findet gleichzeitig mit der Änderung (Verkleinerung) des phasenbestimmenden Winkels eine Änderung des Präzisionswinkels statt, die mit einem positiven Resultat ausgenutzt werden kann. Bei Verkleinerung des Präzisionswinkels nimmt das Volumen der Arbeitskammer etwas ab, wobei jedoch das Volumen der gespannten Kammer zunimmt, in der mit der Zunahme der Umlaufgeschwindigkeit der Rotoren sich die Menge des verbrauchten Arbeitsmittels vergrößert, das nicht dazu kommt, die zu spannende Kammer zu verlassen. Die Verkleinerung des Präzisionswinkels mit der Zunahme der Umlaufgeschwindigkeit der Rotoren setzt die durch Dynamik und Kinematik der Maschine bedingten Belastungen in der Rotorbaugruppe herab.

[0021] Die aufgeführten Besonderheiten der Zentriereinrichtung gestatten es, die Effektivität der Maschine in einem weiten Bereich der Umlaufgeschwindigkeiten der Rotoren zu steigern, die Belastungen in der Rotor-

baugruppe zu vermindern, was die Leistung der Maschine erhöht und ihre Betriebsdauer verlängert.

[0022] Zur Gewährleistung der Schmierung und Kühlung der Rotorbaugruppe weisen die Sektorrotoren einen durchgehenden Kanal 26 bzw. 27 auf, der koaxial zur Welle verläuft oder fächerartig in zwei und mehr Kanäle im Kugelausschnitt auseinanderläuft. Im Sektorrotor 5 gehen die Kanäle auf die Mantelfläche der Achse des ungeteilten Diametralgelenks hinaus, wo sie durch einen Kanal 28 miteinander verbunden werden, der längs der Erzeugenden der Oberfläche der ungeteilten Achse des Sektorrotors liegt.

[0023] Auf der Seite des Meniskugelenks (Sektorrotor 6) münden die Kanäle über eine Bohrung an der Mantelfläche der Halbachsen 22 und 21 in die Halbachse und führen in Richtung des Meniskus. Im Meniskus laufen die Kanäle über die radialen Kanäle 29 und 30 von den Bohrungen im Mittelpunkt des Zentralrotors zusammen und bilden einen Hohlraum 31. Der gebildete Hohlraum wird mit dem Kanal 28 der Achse des ungeteilten Diametralgelenks bei der Präzisionsbewegung der Rotoren 4 und 5 relativ zueinander in Verbindung gesetzt. Es ist eine Ausführungsvariante der Maschine möglich, bei der die beiden Diametralgelenke eine Meniskuskonstruktion haben. Dabei laufen im Zentralrotor, der zwei Meniskugelenke besitzt, die von den beiden Meniskugelenken führenden Radialkanäle im Mittelpunkt zusammen, indem sie die Kanäle der beiden Sektorrotoren verbinden. Die Zapfen der Halbachsen des Meniskugelenkes verhindern den Austritt von Öl aus den Bohrungen im Meniskus. Das Öl wird dem Meniskugelenk von dem Kanal in der Halbachse über Kapillaröffnungen 32 zugeführt.

[0024] In einer Maschine, die keine Kühlung der Rotorbaugruppe erfordert, geht dar durchgehende koaxiale Kanal des Rotors 5 auf die ungeteilte Achse des Diametralgelenks in den Hohlraum des Zentralrotors hinaus und erreicht von dort über die Radialkanäle des Meniskus die Halbachsen des Meniskugelenks. Im Sektorrotor 6 kann der durchgehende Kanal fehlen, und der Querschnitt der Zulaufkanäle und des Kanals 28 kann verringert werden.

[0025] Die kinematisch gebundenen Rotoren 5, 4, 6 der Maschine bilden eine Rotorbaugruppe in Form eines Hookeschen Gelenkes.

[0026] Durch die Kanäle der Rotorbaugruppe wird unter Druck Öl gefördert, dessen Hauptmasse unter Kühlung der Rotoren in den Wärmeaustauscher der Maschine abgeleitet wird. Unter der Wirkung von Druck und zentrifugalen Überlastungen bewegt sich das für die Schmierung der Diametralgelenke sorgende Öl zur Peripherie, wo es sich im Spalt zwischen dem Zentralrotor und der kammerbildenden Oberfläche des Maschinengehäuses ansammelt. Durch die Verwendung der Schmierung und Kühlung der Rotorbaugruppe können die Leistung und die Betriebszeit der Maschine erhöht werden.

[0027] Zum Entfernen des Öls von der Peripherie des

Zentralrotors besitzt das Maschinengehäuse eine schlitzzartige Ölfang-Dränageeinrichtung, die in der Teilebene der Gehäusehälften 1 und 2 zwischen der Zentriereinrichtung und der Innenfläche der kammerbildenden Sphäre angeordnet ist. Die Einrichtung befindet sich im Sektor einer Zone der völligen Überdeckung des kammerbildenden sphärischen Hohlraumes durch den Zentralrotor bei dessen Präzisionsbewegung. Dieser Sektor sei Schattensektor genannt. Der Schattensektor liegt symmetrisch zum 180. Meridian, seine Größe hängt von dem Durchmesser der Achsen der Diametralgelenke und von der Präzision der Maschine ab. Die Einrichtung stellt einen Schlitz auf der kammerbildenden sphärischen Fläche zwischen den Kanten der Gehäusehälften dar, welcher einen Sektorkanal 33 bildet. Der gebildete Kanal weist einen und mehr radiale Dränagekanäle 34 auf.

[0028] Die Ölfangeinrichtung kann im allgemeinen Fall durch mehrere Schlitze oder ein System von im Schattensektor befindlichen Öffnungen gebildet sein. Dabei sind die Schlitze (Öffnungen) durch einen oder mehrere Ablaufkanäle verbunden.

[0029] Im Kanal häufen sich das durch die Schlitzeinrichtung gesammelte Öl und das durch eine Spalte durchgedrungene Arbeitsmittel an, die über Dränagekanäle ins Aufnahmegefäß des Schmier- und Kühl-Systems der Maschine abgeführt werden.

[0030] Durch die Verwendung der schlitzzartigen Ölfang-Dränageeinrichtung können Ölverluste in der Maschine verringert werden.

[0031] Um die Montierbarkeit der Maschine sicherzustellen, ist zwischen dem Wellenabschnitt, der an den Kugelausschnitt des Sektorrotors angrenzt, und der in der Gehäusehälfte vorhandenen Öffnung, die auf die kammerbildende sphärische Fläche der Gehäusehälfte hinausgeht, ein Spalt vorhanden. Der Spalt gewährleistet eine Neigung der Welle des Sektorrotors beim Einbau der Rotorbaugruppe (die Rotoren 4, 5, 6) in die Gehäusehälfte der Maschine. Nach dem Verbinden des Maschinengehäuses kann in dem Spalt eine Abdichtungseinrichtung 35 oder ein Element der Lagereinheit angeordnet werden.

[0032] Die sphärische Rotor-Verdrängungsmaschine arbeitet folgendermaßen.

[0033] Alle Rotoren in der Maschine vollführen nur die Drehbewegung, wobei sich der Zentralrotor 4 in bezug auf einen Punkt dreht, der sich im Mittelpunkt der Kreuzung der Achsen der Sektorrotoren 5, 6 und der Achsen der Diametralgelenke befindet.

[0034] Die Präzisionsverschiebungen der Sektorrotoren 5 und 6 relativ zum Zentralrotor 4 bedingen eine harmonische Volumenänderung der Arbeitskammern 9, 10, 11, 12, die bei der Drehung der Rotorbaugruppe entsteht. Somit ist die Erfindung eine konstruktiv und kinematisch symmetrische Maschine.

[0035] Die dem Sektorrotor 5 benachbarten Kammern 9 und 10 stehen mit dem Einlasskanal 16 und dem Auslasskanal 15, welche an der Gehäusehälfte 1 vor-

gesehen sind, in Verbindung und bilden einen Expansionskreis "A". Die dem Sektorrotor 6 benachbarten Kammern 11 und 12 stehen mit dem Einlasskanal 17 und dem Auslasskanal 18 an der Gehäusehälfte 2 in Verbindung und bilden einen Kreis "B".

[0036] Die benachbarten Kammern 9 und 10 des Kreises "A" und die Kammern 11, 12 des Kreises "B" vollziehen je einen vollen Arbeitszyklus (Kompression - Expansion) während einer Umdrehung der Rotorbaugruppe. Somit führen alle vier Kammern 9, 10, 11, 12 der Maschine einen vollen Arbeitszyklus während einer Umdrehung der Rotorbaugruppe aus. Dabei haben die benachbarten Kammern einen zueinander oppositionellen Arbeitszyklus, der um 180° verschoben ist. Wenn z.B. die Kammer 9 gespannt ist, so ist die Kammer 10 entspannt und weist das kleinste Volumen auf.

[0037] Kinematisch sind die Arbeitszyklen der Kammern in den Kreisen "A" und "B" untereinander um 90° verschoben.

[0038] Zur leichteren Beschreibung der Arbeitsweise der Maschine wird eine Maschine behandelt, bei der die beiden Diametralgelenke der Rotoren 5 und 6 eine Meniskuskonstruktion mit einem gleichen Durchmesser der Menisken 25 haben. Bei einer solchen Maschine sind die beiden Expansionskreise "A" und "B" gleich.

[0039] Ausgehend von der Zweikreis-Symmetrie der Maschine seien die im Kreis "A" ablaufenden Prozesse beschrieben. Die Prozesse, welche im Kreis "B" stattfinden gehen, wiederholen vollständig die Prozesse des Kreises "A" und sind um 90° verschoben.

[0040] Es wird nun ein Fall behandelt, wo die erfindungsgemäße Maschine im Betriebszustand einer Expansionsmaschine, konkreter aber im Betriebszustand einer Dampfkraftmaschine eingeschaltet wird.

[0041] Den Einlasskanälen 16 und 17 wird Heißdampf unter Druck zugeführt, der das Arbeitsmittel ist. Der Sektorrotor 5 des Expansionskreises "A" (Fig. 3) befindet sich in der Lage des Wechsels der Arbeitszyklen in den benachbarten Kammern, von denen die Kammer 10 gespannt und die Kammer 9 entspannt ist. Bei weiterer Drehung der Rotorbaugruppe (Fig. 1) wird die Kammer 9 mit dem verbrauchten Arbeitsmittel mit dem Auslasskanal 15 verbunden. Es findet das Ausströmen des Arbeitsmittels aus der Kammer 9 in den Auslasskanal 15 unter gleichzeitiger Verkleinerung des Volumens der Kammer 9 statt. Infolgedessen geschieht die Aufladung der Kammer 10 und ihre Expansion unter der Wirkung des Arbeitsmittels. Der Arbeitsmitteldruck auf die kammerbildende Oberfläche des Zentralrotors 4 wird über das Diametralgelenk des Zentralrotors 4 von dem Sektorrotor 6 aufgenommen, an dem ein Drehmoment entsteht.

[0042] Am Ende des Arbeitszyklus in der Kammer 10, d.h. nach 180° ab dem Beginn des geschilderten Prozesses, erfolgt die Überdeckung des Einlasskanals 16 durch den Sektorrotor 5, wobei gleichzeitig in der Kammer 9 der Auslasskanal 15 überdeckt wird. Von diesem Augenblick an tauschen die Kammern 9 und 10, indem

sie oppositionell zueinander mit einer Verschiebung um 180° arbeiten, ihre Plätze, und der Prozess des Arbeitszyklus wiederholt sich.

[0043] Die vorzugsweise tangentielle Neigung des Einlasskanals 16 (Fig. 3) orientiert den Arbeitsmittelstrom im Umlaufsinn des Rotors. Dabei erfahren die Halbachsen 21 und 22 der Meniskusgelenke keine direkte Erosionswirkung des in die expandierende Kammer eintretenden heißen Arbeitsmittelstrahls. Die Düsenabschnitte der Einlass-Auslasskanäle 15, 16, 17, 18 machen es möglich, den Querschnitt der Zulaufkanäle zu vergrößern und deren hydrodynamischen Widerstand herabzumindern.

[0044] Zur Kühlung der aus den Rotoren 4, 5, 6 bestehenden Rotorbaugruppe und Schmierung der Achsen der Diametralgelenke der Maschine wird dem Kanal 27 des Sektorrotors 6 eine Schmier- und Kühl-Flüssigkeit (im folgenden - Flüssigkeit) zugeführt. Durch den fächerartig im Abschnitt des Sektorrotors auseinanderlaufenden Kanal 27 strömt die Flüssigkeit in den Radialkanal der Halbachsen 21 und 22 ein, über welche sie in den Zentralrotor 4 gelangt, und wird dann durch die Kanäle des Sektorrotors 5 aus der Maschine abgeleitet. Die in den Bohrungen des Meniskus 25 befindlichen Zapfen der Halbachsen 21 und 22 verhindern das Ausströmen der Flüssigkeit in die Expansionskammern. Durch die Kapillarkanäle 32 wird die Flüssigkeit den Spielräumen zwischen den reibenden Flächen des Meniskusgelenkes des Sektorrotors 6 zugeführt. Unter der Wirkung von zentrifugalen Überlastungen bewegt sich die Flüssigkeit längs der Halbachsen des Meniskusgelenks zur Peripherie des Zentralrotors 4, wo sie sich im Spalt zwischen dem kammerbildenden sphärischen Hohlraum der Gehäusehälften 1 und 2 und dem Zentralrotor 4 ansammelt.

[0045] Aus dem Spalt wird die Flüssigkeit mittels der schlitzzartigen Drainageeinrichtung entnommen, indem sie in den Schlitz 33 gelangt und durch den radialen Drainagekanal 34 aus der Maschine abgeleitet wird. Die Gehäusehälften 1 und 2 der Maschine, welche in der Äquatorebene verbunden sind, gewährleisten die Symmetrie und Gleichfestigkeit der Maschinenkonstruktion unter den Verhältnissen von Wärme- und Kraftbelastungen und erhöhen auch den Grad der Vereinheitlichung der Maschine, weil die Gehäusehälften 1 und 2 als gegenseitig austauschbar gefertigt werden können.

[0046] Im Falle einer Ausführungsform der Maschine mit zwei gleichen Meniskusgelenken in der Rotorbaugruppe wird ihr Vereinheitslichungsgrad erhöht, da die Sektorrotoren 5 und 6 gegenseitig austauschbar sein können.

[0047] Die Verwendung der Zentriereinrichtung 3, die die Gehäusehälften 1 und 2 mit Möglichkeit ihrer Winkelverschiebung (Verdrehung) verbindet, gestattet es, den phasenbestimmenden Winkel und den Präzisionswinkel zu verändern, was zur Steuerung des Arbeitszyklus und der Maschinenleistung ausgenutzt werden kann.

[0048] Die Erfindung ist eine umkehrbar steuerbare Maschine, weil für den Fall, dass das Arbeitsmittel den Kanälen 15 und 18 zu- und aus den Kanälen 16 und 17 abgeführt wird, eine Änderung der Umlaufrichtung des Rotors stattfindet.

[0049] Die vorliegende Erfindung kann als Verdichter, Lader, Pumpe, Entspannungsmaschine, Dosiereinrichtung verwendet werden.

[0050] Die Erfindung stellt eine Zweikreis-Maschine dar, wodurch es möglich wird, sie auch in kombinierte Anlagen einzufügen, beispielsweise in chemische Reaktoren, Herz-Lungen-Maschinen, Beatmungsgeräte, Zweistoffmischer u.s.w.

[0051] Die Erfindung hat eine lineare oder nahezu lineare Abhängigkeit der Leistung von der Umlaufgeschwindigkeit der Rotoren, was die Möglichkeit bietet, die Kontrolle und Steuerung des Arbeitsmitteldurchsatzes z. B. in Turboladermaschinen zu vereinfachen.

Patentansprüche

1. Sphärische Rotor-Verdrängungsmaschine, mit einem aus zwei miteinander verbundenen Gehäusehälften (1; 2) bestehenden Gehäuse, in dessen sphärischem Hohlraum sich drei Rotoren (4; 5; 6) befinden, die vier Arbeitskammern (9; 10; 11; 12) bilden, wobei der Zentralrotor (4) auf jeder Seite durch ein Diametralgelenk mit einem entsprechenden, als Kugelausschnitt ausgebildeten Sektorrotor (5; 6) verbunden ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** die kammerbildenden radialen Oberflächen der Sektorrotoren (5; 6) durch mindestens zwei Ebenen oder eine gekrümmte oder plangekrümmte Oberfläche gebildet sind, während die kammerbildende Oberfläche des Zentralrotors (4) die Form der ihr entsprechenden Oberfläche des Sektorrotors (5) oder des Sektorrotors (6) wiederholt.
2. Maschine nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einlass-Auslasskanäle (15; 16; 17; 18) mit einem Düsenabschnitt un stetigen Querschnitts versehen sind.
3. Maschine nach den Ansprüchen 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Achsen der Einlass-Auslasskanäle (15; 16; 17; 18) eine tangentielle Neigung aufweisen, wobei die Achsen jedes der Einlasskanäle vorzugsweise im Umlaufsinn und die der Auslasskanäle entgegen dem Umlaufsinn der Rotoren (4; 5; 6) der Maschine geneigt sind.
4. Maschine nach den Ansprüchen 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Diametralgelenk des Sektorrotors (6) mit zwei Halbachsen (21; 22) versehen ist, die an Vorsprüngen des Sektorrotors (6) angebracht und auf diesem fixiert sind, wobei auf dem Mittelpunkt der Sphäre zugewandten Seite die

Halbachsen Zapfen aufweisen, die sich in Bohrungen befinden, welche in einem als Vorsprung ausgebildeten Meniskus (25) sphärischer Form eingearbeitet sind, der koaxial zur kammerbildenden Sphäre angeordnet ist und eine Fortsetzung des Zentralrotors (4) darstellt, während der Sektorrotor (6) mit einem sphärischen Hohlraum versehen ist, der die Meniskusform wiederholt, wobei der andere Sektorrotor (5) vorzugsweise ein Diametralgelenk mit nur einer ungeteilten zylindrischen Achse besitzt.

5. Maschine nach den Ansprüchen 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Gehäusehälften (1; 2) in der Äquatorebene miteinander verbunden sind, die zu den Polen der Maschine in jedem Meridionalschnitt äquidistant ist.
6. Maschine nach den Ansprüchen 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Gehäusehälften (1; 2) durch eine Einrichtung (3) verbunden sind, die ihre Winkelverschiebung relativ zueinander und zum Nullmeridian ermöglicht.
7. Maschine nach den Ansprüchen 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** jeder der Sektorrotoren (5; 6) mit einem durchgehenden Kanal versehen ist, der koaxial zur Welle verläuft und fächerartig in zwei und mehr Kanälen im Kugelausschnitt auseinanderläuft, welche auf die Mantelfläche der Achse des ungeteilten Diametralgelenks des Sektorrotors (5) hinausgehen und wo sie miteinander durch einen Kanal verbunden sind, der entlang der entstehenden Oberfläche der ungeteilten Achse verläuft, während sie auf der Seite des Meniskusgelenks über eine Bohrung an der Mantelfläche der Halbachsen (21; 22) in die Halbachse münden und in Richtung des Meniskus (25) führen, wo sie über radiale Kanäle von den Bohrungen im Meniskus (25) im Mittelpunkt (31) des Zentralrotors (4) zusammenlaufen und mit dem Kanal der Achse des ungeteilten Diametralgelenks bei der Präzisionsbewegung der Rotoren relativ zueinander verbunden sind, oder im Zentralrotor (4), der zwei Meniskusgelenke besitzt, die radialen Kanäle der Meniskusgelenke im Mittelpunkt zusammenlaufen und die Kanäle der beiden Sektorrotoren verbinden.
8. Maschine nach den Ansprüchen 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Maschinengehäuse (1; 2) ein Ölfang-Dränageschlitz oder mehrere Schlitzte oder mehrere Öffnungen vorgesehen sind, die am kammerbildenden sphärischen Hohlraum im Äquatorsektor der Zone der völligen Überdeckung des kammerbildenden sphärischen Hohlraumes durch den Zentralrotor (4) bei dessen Präzisionsbewegung angebracht und durch einen oder mehrere Ablaufkanäle verbunden sind.

9. aschine nach den Ansprüchen 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen den Wellenabschnitten, die an dem Kugelausschnitt des Sektorrotors angrenzen, und der Öffnung in der Gehäusehälfte, die auf die kammerbildende sphärische Oberfläche der Gehäusehälfte hinausgeht, ein Spalt vorhanden ist, der eine Neigung der Welle des Sektorrotors beim Einbau der Rotorbaugruppe in das Maschinengehäuse gewährleistet, wobei im Spalt nach dem Verbinden der Gehäusehälften (1; 2) eine Abdichtungseinrichtung (35) oder ein Element der Lagereinheit angeordnet ist.

15

20

25

30

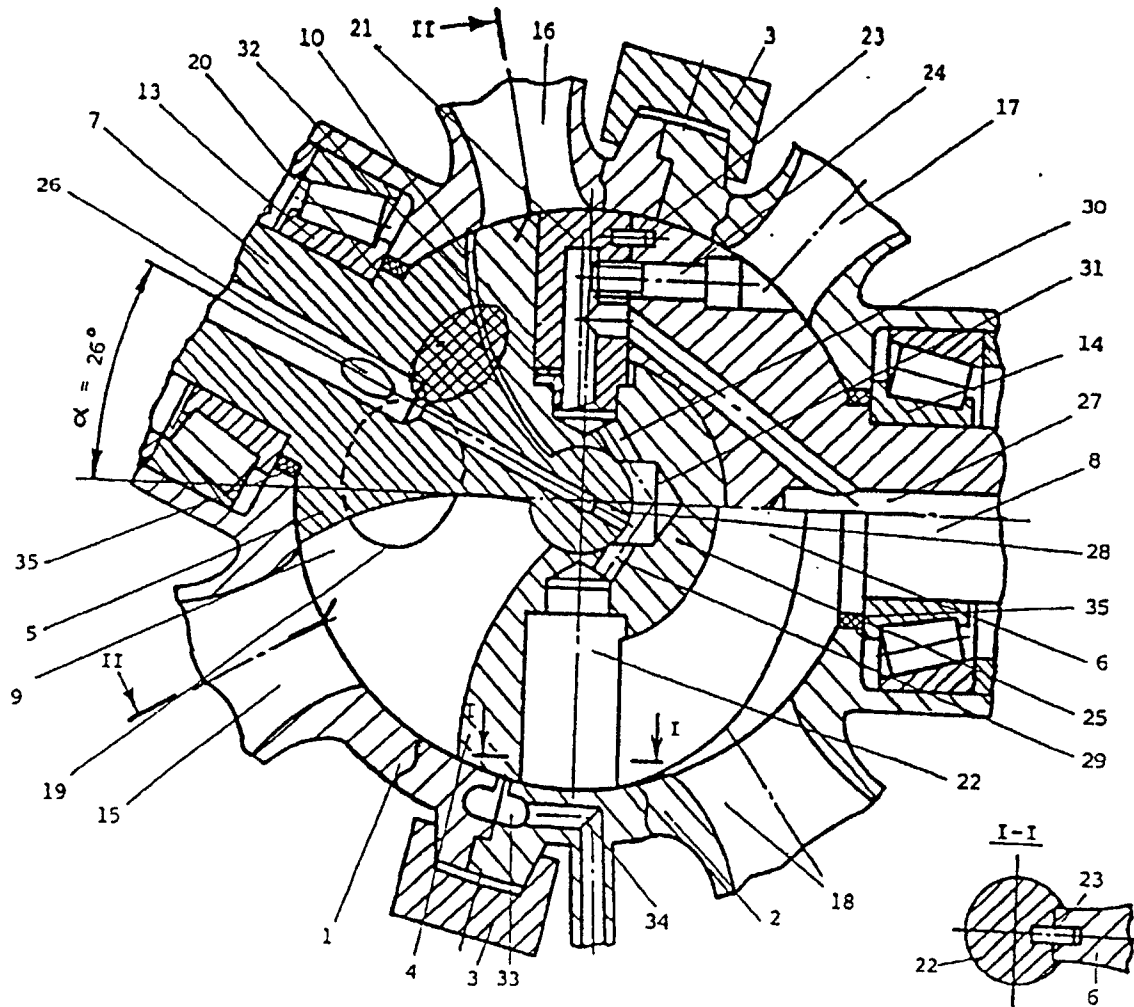
35

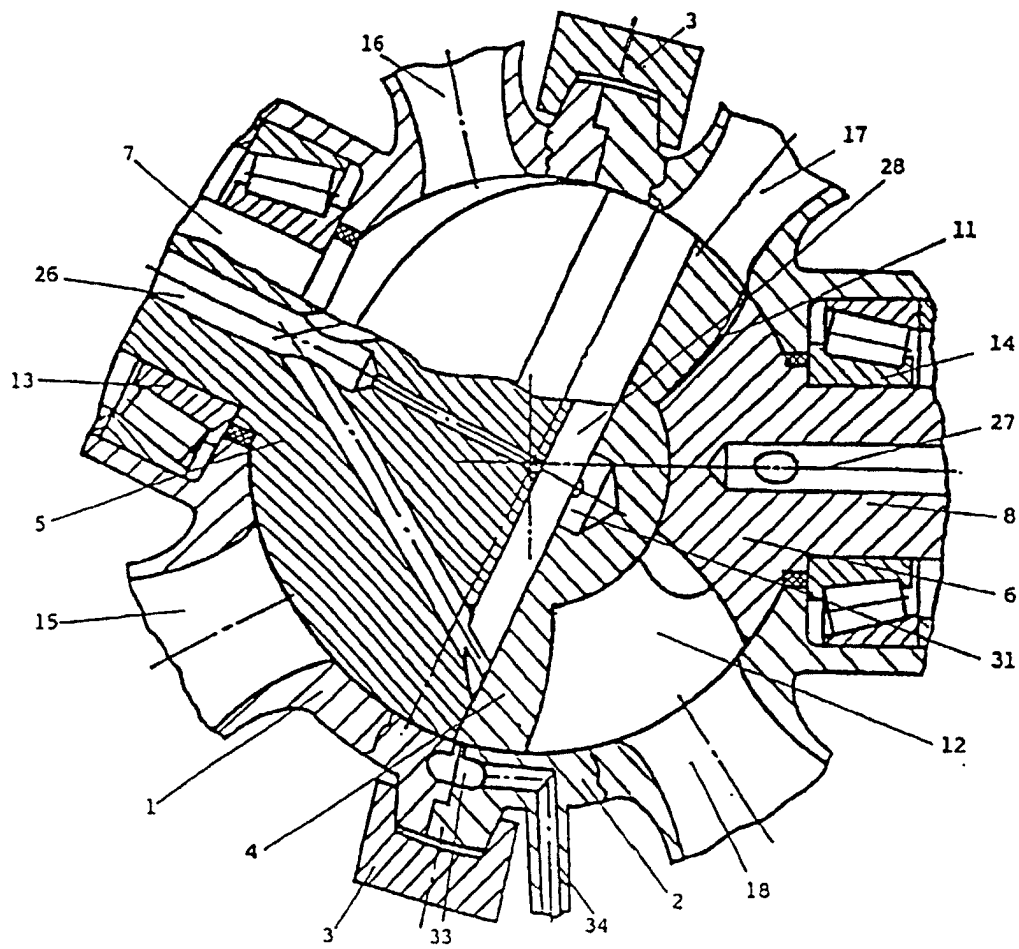
40

45

50

55





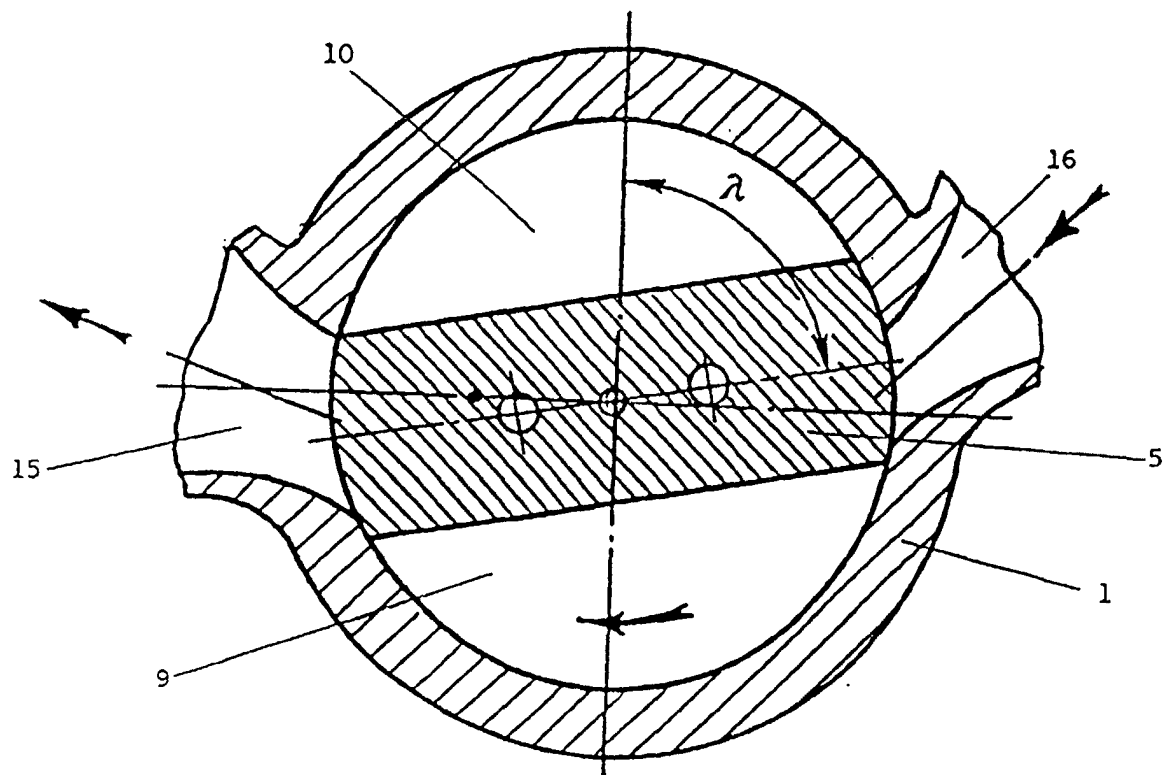


Fig. 3

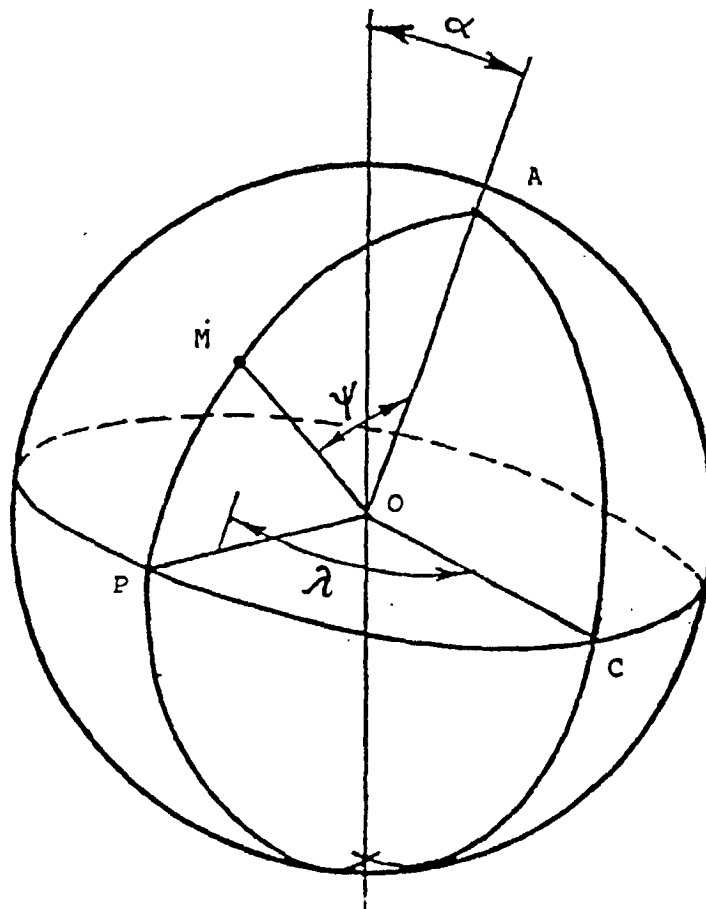


Fig. 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/RU 00/00070

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
IPC 7: F01C 3/00		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)		
IPC 7: F01C 1/00, 3/00-3/08, 9/00, F04C 2/00, 3/00-3/08, 9/00, F02B 53/00, F02B 55/00		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	SU 877129 A (BUTAKOV S. A. et al) 5 November 1981 (5.11.81)	1-9
A	RU 2012823 C1 (DYACHKOV B. I.) 15 May 1994 (15.05.94)	1-9
A	GB 1192615 A (OTTO VOSER) 20 May 1970 (20.05.70)	1-9
A	US 3816039 A (COMMERCIAL METALS COMPANY) 11 June 1974 (11.06.74)	1-9
A	US 4877379 A (KUNIO OKABE) 31 October 1989 (31.10.89)	1-9
☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search		Date of mailing of the international search report
24 May 2000 (24.05.00)		25 May 2000 (25.05.00)
Name and mailing address of the ISA/ R.U		Authorized officer
Facsimile No.		Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)