

DEUTSCHE DEMOKRATISCHE REPUBLIK
AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

PATENTSCHRIFT 158 123

Ausschließungspatent

Erteilt gemäß § 5 Absatz 1 des Änderungsgesetzes zum Patentgesetz

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

Int. Cl.³

(11) 158 123

(44) 29.12.82

3(51) F 01 C 3/00

(21) AP F 01 C / 229 811 3

(22) 07.05.81

(71) siehe (73)

(72) Eickmann, Karl, DE

(73) Dr. Richard Breinlich, Bietigheim-Bissingen, DE

(74) Internationales Patentbüro Berlin, 1020 Berlin, Wallstraße 23/24

(54) Kolben- und H-förmige Kolbenschuhe in Radialkolbenaggregaten

(57)

Die Erfindung betrifft eine Kolben- und Kolbenschuhanordnung mit h-förmigen Kolbenschuhen, wobei Radialstege mit verlängerten Zylinderteilflächen zur Führung der Kolben am Rotor vorhanden sind sowie mit schwenkbarer Lagerung des Kolbenschuhes in einer Lagerfläche im Kolben und mit an den Zentralsteg oberhalb der Schwenkachse heranreichenden Schlitzten zwischen den seitlichen Führungsteilen des Kolbenschuhes. Ziel ist, eine verbesserte Gleitführung des Kolbens an der Zylinderwand oder dem Rotorsteg zu realisieren. Dabei wird die Aufgabe gelöst, den Kolben insbes. verkantungssicher und der wechselnden Belastung gerecht zu führen. Erfindungsgemäß geschieht dies dadurch, daß das Schwenkteil des Kolbenschuhes nach außen erstreckende Kolbenarme aufweist, die bis an die Innenflächen der Führungsteile der Kolbenschuhe verlängert ausgeführt sind. Zur Kolbenführung sind weiterhin Hydraulikpolster vorgesehen. — Fig. 8 —

229811 3

- 7 -

5.10.1981

APF01c/229 811/3

59 144 27

Kolben und H-förmige Kolbenschuhe-Anordnung für Radialkolbenaggregate

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft eine Kolben- und Kolbenschuhanordnung in einer Radialkolbenmaschine mit H-förmigen Kolbenschuhen, wobei Radialstege mit verlängerten Zylinderteilflächen zur Führung der Kolben am Rotor vorhanden sind, sowie mit schwenkbarer Lagerung des Kolbenschuhes in einer Lagerfläche im Kolben und mit an den Zentralsteg oberhalb der Schwenkachse heranreichenden Schlitten zwischen den seitlichen Führungsteilen des Kolbenschuhes.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Vorbekannt sind verschiedene Ausbildungen des Kolbens zur Aufnahme und schwenkbaren Lagerung eines H-förmigen Kolbenschuhes. Die H-förmigen, auch eintauchende oder tieftauchende Kolbenschuhe benannt, sind aus den DE-PS 14 03 748, 13 02 469, 25 00 779 und 25 01 158 bekannt.

Aus diesen Druckschriften kennt man sowohl den Rotor mit seinen Radialstegen, an deren Zylinderteilflächen die Kolben geführt sind, als auch das radiale Einwärtsgleiten der Kolbenschuh-Seitenteile an dem Außendurchmesser der Rotorstege entlang radial nach innen. Daraus ergibt sich ein langer Kolbenhub bei diesen Aggregaten bei gegebener Bauabmessung. Der Kolbenschuh ist mit einem Schwenkgelenk im Kolben gelagert. Bei der bekannten Ausführung blieben die radial äußeren Kanten des Kolbens aber noch radial innerhalb der seitlichen Führungsteile des H-förmigen Kolbenschuhes.

229811 3

- 2 -

5.10.1981

APF01c/229 811/3

59 144 27

Vorbekannt bei Verlängerung der Kolbenarme über die Außenfläche des Kolbenschuhes hinaus, daß die Kolbenarmenden in die Ringnut in der Kolbenhubführung eingreifen, dies ist in der DE-PS 14 02 369 ersichtlich.

Auch sind radial weiter innen, also nicht in Höhe des Schwenkzentrums angeordnete Druckfluidtaschen vorbekannt und in der DE-PS 14 53 433 dargestellt.

Bekannte Radialkolbenaggregate mit äußeren, also nicht eintauchenden, nicht H-förmigen, Kolbenschuhen, zum Beispiel solchen gemäß der DE-PS 23 07 997, können keinen großen Kolbenhub erreichen und sind daher als Motoren nicht rationell. Auch läßt deren Ausbildung die Verlängerung der Kolbenarme über die Außenfläche des Kolbenschuhes nicht zu, da derartige Kolbenschuhe keine H-Form aufweisen, weswegen ihnen der Schlitz fehlt, durch den die Kolbenarme hindurchreichen.

Für Aggregate mit langen Kolbenhüben, soweit die Hübe pro gegebenem Innendurchmesser der Kolbenhubführung nicht allzu lang waren, also insbesondere bei Pumpen, hat sich die Ausführung nach den o. g. bekannten Patentschriften bestens in der Praxis bewährt.

Durch die vorliegende Erfindung wird erkannt, daß derartige Aggregate insbesondere als Motoren neue Anwendungsgebiete erschließen können, bei denen die Rotoren der Motoren zum Beispiel auch gleichzeitig treiben und tragen können. Die Verwendung der Aggregate als Motoren hat daher zugenommen. Bei Motoren aber ist ein großer Relativkolbenhub von hoher Wichtigkeit, um ein hohes Drehmoment bei kleiner Abmessung

229811 3

- 3 -

5.10.1981

APF01c/229 811/3

59 144 27

des Motors zu erhalten.

Der Innendurchmesser der Kolbenhubführung, also der Durchmesser der Kolbenhubführungsfläche wird mit "da" bezeichnet und der Kolbenhub mit "S" (stroke), wobei der Kolbenhub pro halber Rotorumdrehung $S=2e$ ist mit "e" = Exzentrizität zwischen Rotorachse und Achse der Kolbenhubführungsfläche(n). Für hohen Wirkungsgrad des Motors und großes Drehmoment des Motors muß daher ein hohes Hubverhältnis "S/da" angestrebt werden. Eine Pumpe kann auch bei geringerem Wirkungsgrade arbeiten, während für Motoren ein guter Wirkungsgrad und hohes Drehmoment bei gegebenen Reibverhältnissen unerlässlich ist.

Für große Hubverhältnisse "S/da" benötigt man eine gute Führung der Kolben. In modernen Motoren, ist das Hubverhältnis mindestens 0,12; oft aber auch 0,20, was bedeutet, daß der Kolbenhub 12 bis 20 Prozent des Führungsdurchmessers "da" erreicht. In Sonderausführungen ist auch ein noch höherer Prozentsatz möglich. Parallel zum Hubverhältnis ändert sich die relative Ausschwenkgröße (Schwenkwinkel) des Kolbenschuhes am Kolben oder im Kolben. Der mit steigendem Hubverhältnis steigende Ausschwenkwinkel des Kolbenschuhes steigert die Kraftkomponente in Umlaufrichtung. Diese Kraftkomponente in Umlaufrichtung ist besonders bei Motoren zur Erzeugung des Drehmomentes erwünscht. Folge der gesteigerten Kraftkomponente in Umlaufrichtung und damit des Drehmomentes ist ein verstärkter Druck der Kolbenaußenfläche auf den betreffenden Teil der Zylinderwand oder der Gleitfläche des Rotorsteges.

229811 3

- 4 -

5.10.1981

APF01c/229 811/3

59 144 27

Ziel der Erfindung

Bei eingangsgenannter Gattung von Radialkolbenaggregaten soll eine verbesserte Führung des Kolbens zur Verbesserung der Gleitfähigkeit des Kolbens an dem betreffenden Teil der Gleitfläche der Zylinderwand oder des Rotorsteges erzielt werden.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, die Kolben- und Kolbenschuhanordnung besonders sicher gegen Verkantung geführt auszubilden, wobei besonders die Einflüsse der beim Umlauf des Radialkolbens wechselnden Belastung kompensiert werden sollen.

Diese Aufgabe der Erfindung wird dadurch gelöst, daß die das Schwenkteil bzw. die Schwenkwalze des Kolbenschuhes stellenweise berührenden, sich von der Lagerfläche radial nach außen erstreckenden Kolbenarme bis an die Innenflächen der Führungsteile der Kolbenschuhe radial nach außen verlängert ausgeführt sind. Die radial äußeren Kolbenteile sind damit so weit nach radial außen verlängert, daß sie an dem Innendurchmesser der seitlichen Führungsteile des Kolbenschuhes vorbei radial nach außen ragen. Dadurch ist die Außenfläche des Kolbens radial nach außen verlängert, sodaß eine längere Auflagefläche des Kolbens auf seiner Führungsfläche im Zylinder und am Rotorsteg entsteht. Die größere Fläche läßt eine größere Tragkraft für die Kraftkomponente in Umlaufrichtung und damit eine größere derartige Kraftkomponente und größeres Drehmoment zu.

229811 3

- 5 -

5.10.1981

APF01c/229 811/3

59 144 27

Vorteilhaft kann erfindungsgemäß das Herausfallen der Kolbenschuhe dadurch verhindert werden, in dem die Kolbenarme sich bis über die äußere Gleitfläche des Kolbenschuhes erstreckend ausgeführt sind und oberhalb der Gleitfläche des Kolbenschuhes Haltemittel, z. B. Stifte oder eine Spannplatte zwischen den Kolbenarmen des Kolbens angeordnet sind.

In zweckmäßiger Ausgestaltung ist es möglich, daß die Kolbenarme und die Haltemittel, z. B. Stifte oder eine Spannplatte in einer Ringnut der Kolbenhubführung hereinragend mindestens teilweise radial außerhalb der Innenflächen angeordnet sind.

Erfindungsgemäß ist es zur Minderung der Reibung und zur Bildung von Schmiermittelpolstern vorteilhaft, wenn mindestens eine durch das Schwenkteil bzw. die Schwenkwalze und deren Steuernuten vermittels Steuerkanten periodisch mit Druckfluid durch die Außenfläche des Kolbens hindurch beaufschlagte Druckfluidtasche etwa in Radialhöhe der Schwenkachse, so platziert angeordnet ist, daß der Kolben in Richtung der Drehmomente eine Kraftkomponente erhält.

Eine besondere Anpassung an die wechselnden Belastungsverhältnisse ist dadurch möglich, daß die Druckfluidtasche veränderbar bzw. mehrteilig, gegebenenfalls unter Mitbenutzung einer in der betreffenden Zylinderwand angeordneten Verbindungstasche ausgebildet und die wirksame Querschnittsfläche der Druckfluidtasche während des Kolbenhubes der Drehmomenten Kraftkomponente angepaßt veränderbar ist.

Zweckmäßig kann dabei die konstruktive Ausgestaltung so realisiert sein, daß die Druckfluidtasche aus zwei radial

229811 3

- 6 -

5.10.1981

APF01c/229 811/3

59 144 27

zu einander versetzten einzelnen Druckfluidtaschen besteht, die periodisch nacheinander dem Druckfluid im Zylinder zu- oder abschaltbar sind.

Vorteilhaft kann eine vereinfachte Herstellung des Kolbens, des Kolbenschuhes und des Schwenkgelenkes zwischen beiden Teilen dadurch erfolgen, daß der Zentralsteg des Kolbenschuhes und das Schwenkteil bzw. die Schwenkwalze mit einem gleichen Radius um die Schwenkachse ausgebildet sind.

Zweckmäßig sind noch weitere Ausführungen der Sicherung der Verbindung zwischen Kolben- und Kolbenschuhe in der Weise möglich, daß der Kolbenschuh mittels eines um eine Senkrechte zur Kolbenachse in Schlitten im Kolben schwingenden Stiftes gesichert ist oder in dem oberhalb der Lagerfläche des Kolbenschuhes Ausnehmungen vorhanden sind, in die in den Kolbenarmen befestigte Haltestifte eingreifend angeordnet sind.

Eine weitere Vervollkommnung der Erfindung kann darin bestehen, daß die Schwenkauflage 180 Grad Winkel um das Schwenkzentrum nicht übersteigt. Hierbei ist es möglich, die Schwenkflächen im Kolben und am Kolbenschuh bei Spannung einer Serie der Teile auf einer gemeinsamen Achse gemeinsam zu schleifen oder sachgemäß zu bearbeiten, wodurch die bisherige Einzelbearbeitung überwunden werden und eine Serie von Kolben- oder Kolbenschuh-Schwenkflächen gemeinsam bearbeitet werden kann.

Durch die Erfindung wird ein Anstellwinkel des Kolbenschuhes zur Kolbenhubführung erreicht, der mindestens gleich großen von Axialkolbenmotoren mit Schrägscheiben und Massiv-

229811 3

- 7 -

5.10.1981

APF01c/229 811/3

59 144 27

kolben ist. Ein Radialkolbenmotor gemäß der Erfindung wird den erwähnten Axialkolbenmotoren hinsichtlich Drehmoment bezogen auf die Baugröße und dem Reibanteil mindestens ebenbürtig. Gleichzeitig ist aber die Verkantungstendenz der Kolben, wie sie in den genannten Axialkolbenaggregaten besteht ausgeschaltet, da der Kolben während des gesamten Hubes erfindungsgemäß voll geführt bleibt. Infolge der verringerten Verkantungsgefahr und der Verminderung der Kolbenreibung durch die Druckfluidtasche wird ein Radialkolbenmotor ausgeführt, gemäß der Erfindung, gegenüber dem genannten Axialkolbenmotor bei gleich großem Hubverhältnis prinzipiell im Wirkungsgrad und der Leistung überlegen. Außerdem erreicht ein erfindungsgemäßer Motor diese Ziele bei sehr geringem Gewicht. Zum Beispiel ist ein etwa 100 PS leistender Motor mit unter 12 Kg Gewicht realisierbar.

Die erfindungsgemäße Radialverlängerung der Kolbenarme bewirkt durch das Umgreifen von Kolbenschuhteilen eine Verdreharretierung gegen das Verdrehen des Kolbens relativ zum Kolbenschuh. Dadurch wird gesichert, daß die Druckfluidtasche im Kolben immer in richtiger Lage bleibt und die aus ihr resultierende Kraft immer etwa in Richtung der Rotordrehung, also des Drehmomentes, wirksam bleibt.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung soll nachstehend an Ausführungsbeispielen näher erläutert werden. In der zugehörigen Zeichnung zeigen:

Figur 1a die Vorderansicht eines Kolbenschuhes nach einem Beispiel der Erfindung,

229811 3

- 8 -

5.10.1981

APF01c/229 811/3

59 144 27

Figur 1b den Schnitt A-A nach Fig. 1a;

Figur 2 die Draufsicht von Fig. 1;

Figur 3 einen Querschnitt durch einen erfindungsgemäßen Kolbensschuh mit anderer Lage und Ausbildung des Schwenkteiles;

Figur 4 einen Längsschnitt durch einen Oberteil eines Kolbens;

Figur 5 dessen Ansicht in Figur 4 von rechts gesehen; Beide Figuren zeigen eine Ausführungsform des Kolbens der Erfindung.

Figur 6 einen Längsschnitt durch eine andere Kolbenkopf-Ausführung;

Figur 7 mehrere Schnitte durch weitere Ausbildungsbeispiele des Kolbenoberteiles;

Figur 8 einen Querschnitt durch einen Teil eines Aggregates, insbesondere durch den Rotor und die Kolbenhubführung mit gemäß der Erfindung eingebauten Kolben und Kolbenschuhen in Querschnitten;

Figur 9 das gleiche, wie Figur 8, jedoch mit anderen eingebauten Kolben und Kolbenschuh gemäß der Erfindung;

Figur 10a einen Querschnitt durch einen Teil eines Aggregates mit eingebauten anderen erfindungsgemäßen

5.10.1981

APF01c/229 811/3

59 144 27

Beispielen von Kolben und Schuh;

- Figur 10b den Schnitt A-A nach Fig. 10a;
- Figur 11 den Kolben in Figur 10 in Schnitten und seiner Ansicht;
- Figur 12 einen Kolben, wie er bisher nach den eingangs genannten Patentschriften des bekannten Standes der Technik ausgeführt ist;
- Figur 13 die Ansicht einer Spannplatte von oben;
- Figur 14 Schnitte durch einen Teil eines Aggregates mit eingebautem Kolben und Kolbensschuh als Ausführungsbeispiel der Erfindung;
- Figur 15 den Kolben eines anderen Ausführungsbeispiels in drei Schnitten und einer Ansicht;
- Figur 16 den zu Fig. 15 passenden Kolbensschuh als Ausführungsbeispiel der Erfindung in zwei Schnitten;
- Figur 17 die Spannplatte der Figur 13 im Schnitt;
- Figur 18 Schnitte durch einen Teil des Aggregates, entsprechend Figur 14, jedoch sind Kolben und Schuh gemäß den Figuren 15, 16 eingebaut;
- Figur 19 Schnitte durch ein weiteres Beispiel der Kolbenoberteil-Ausbildung gemäß der Erfindung;

5.10.1981

APF01c/229 811/3

59 144 27

Figur 20 ein Diagramm, in dem Funktionen und Werte über dem Rotorumlaufwinkel α eingetragen sind.

In Figur 1 ist der Kolbenschuh 10 erfindungsgemäß um die Schwenkachse 22 der Schwenkwalze 12 angeordnet, wobei mit gleichbleibendem Radius 100 die Lagerfläche 23 gebildet ist. An den Enden der Schwenkwalze 12 können Radialstützen 113 ausgebildet sein. Außen sind die seitlichen Führungsteile 13/14 mit den Endflächen 18, den Innenflächen 17 und den äußeren Gleitflächen 16. Die Innenflächen 17 können bei Motoren oder Pumpen, die nicht selbst ansaugen, entfallen.

Die Figur 2 befindet sich unter der linken Darstellung der Figur 1 zu deren Erläuterung. Sie zeigt eine Ansicht auf den Kolbenschuh 10 von oben. Es ist in ihr die "H-Form" des eintauchenden oder tieftauchenden Kolbenschuhes 10 sichtbar. Zwischen den seitlichen Führungsteilen 14 sieht man die bis an die Schwenkwalze 12 heranreichenden Schlitze 93/94 zwischen den Außenschenkeln der "H"-Form. In der Praxis wird ein solcher Kolbenschuh 10 "eintauchender" oder "tieftauchender" Kolbenschuh genannt, weil seine Außenfläche bis zum Außendurchmesser der Rotorstege in den Rotor eintaucht (eintauchender Kolbenschuh) oder die Außenfläche 16 am Außendurchmesser 29 der Rotorstege radial nach innen vorbei in die abgedrehten Rotorteile tief eintaucht (tieftauchender Kolbenschuh). Im Patentamtssprachgebrauch heißen eintauchende und tieftauchende Kolbenschuhe "H-förmige Kolbenschuhe" wie sich aus den eingangs erwähnten Patentschriften ergibt.

Der Vorteil des Kolbenschuhes 10 gemäß Figur 1 besteht darin, daß die Schwenkachse 22 hoch oben liegt, wodurch die Drehmomenten-Angriffskraft im Motor relativ weit radial

229811 3

- 11 -

5.10.1981

APF01c/229 811/3

59 144 27

außen zu liegen kommt und der Motor ein entsprechend hohes Drehmoment mit Kraftangriff an langem Hebelarm erzielt.

Ein weiterer Vorteil dieses Ausführungsbeispiels der Erfindung ist, daß der Kolbenschuh 10 einfach herstellbar und billig ist. Denn die Schlitz 93 und die Lagerfläche 23 kann man mit der Drehbank beim Einspannen an den Enden der Schwenkachse 22 einfach herstellen.

Im Ausführungsbeispiel der Figur 3 hat der Schwenkteil 20, deren Schwenkachse 22 hier etwas tiefer liegen kann, die Ausnehmungen 19, die dazu dienen, daß die Haltestifte 96 des Kolbens 3 der Figur 4 in die Ausnehmungen 19 eingreifen können und die Haltestifte 96 dabei den Kolbenschuh 10 der Figur 3 gegen Herausfallen aus dem Kolben 3 der Figur 4 sichern. Die Ausnehmungen 19 sind so bemessen, daß trotz der Haltestifte 96 die Schwenkbewegung ungestört erfolgen kann. Der Zentralsteg 21 des Kolbenschuhs 10 ist in Figur 3 sichtbar.

In den Figuren 4 und 5 weist das Oberteil des Kolbens 3 das Schwenklager 4 mit der Lagerfläche 6 zur Aufnahme des Schwenkteiles 20 des Kolbenschuhs 10 und zur Lagerung der Lagerfläche 23 auf. Entsprechend der Erfindung ist die Lagerfläche 6 nur etwa über 180 Grad ausgebildet. Entsprechend der Erfindung ist die Lagerfläche um die Schwenkachse 22. Dies hat den Vorteil, daß die Lagerfläche 6 mit einfachen Radiusfräsern oder Schleifscheiben hergestellt werden kann. Als weiterer Vorteil der Erfindung sind die Kolbenarme 1 und 2 vom Kolben 3 her, das Lagerbett berührend, radial nach außen gerichtet. Sie können so weit radial nach außen verlängert sein, daß sie nach Einsetzen des Kolbenschuhs 10 in

229811 3 - 12 -

5.10.1981

APF01c/229 811/3

59 144 27

das Schwenklager 4 radial über die äußere Greiffläche 16 des Kolbenschuhs 10 herausragen. In Figur 5 sieht man, daß die Kolbenarme 1, 2 so schmal sein müssen, daß sie in die Schlitz 93, 94 der Kolbenschuhe 10 eingreifen oder durch diese hindurchreichen können. Wenn die Innenfläche 17 des Kolbenschuhs 10 eine nicht gezeichnete Ausnehmung aufweist, kann die Breite der Kolbenarme 1; 2 jedoch auch breiter, als der Schlitz 93, 94 sein.

Die Kolbenarme 1, 2 sind ein wesentlicher Bestandteil der Erfindung. Denn sie bilden eine lange Kolbenführungsteilfläche, die radial über die Schwenkachse 22 nach außen reicht. Außerdem ist es durch die Ausbildung des Schwenklagers 4 und der Kolbenarme 1, 2 nach den Figuren 4 und 5 möglich, die Schwenkwalze 12 bzw. das Schwenkteil 20, radial von außen her in den Kolben 3 einzulegen. Das war bei dem bisherigen Stand der Technik nicht möglich, denn bisher mußte der Kolbenschuh eine Schwenkwalzen-Lagerfläche (23) von mehr, als 180 Grad Umfangswinkel haben und die Lagerfläche (6) mit mehr als 180 Grad ausgebildet sein, um die Schwenkwalze 12, bzw. das Schwenkteil 20 teilweise zu umgreifen, wodurch ein Hereinlegen des Kolbenschuhs 10 in das Schwenklager 4 unmöglich war. Die Schwenkwalze 12 mußte von der Seite her und entlang der Schwenkachse 22 in das Lagerbett im Kolben 83 hereingeschoben werden.

Im übrigen sieht man, wie bereits beschrieben, daß die Haltestifte 96 im Kolbenoberteil angeordnet werden können, um in die Ausnehmungen 19 des Kolbenschuhs 10 einzugreifen oder den Kolbenschuh anderartig gegen Herausfallen aus dem Schwenklager 4 zu sichern.

229811 3

- 13 -

5.10.1981

APF01c/229 811/3

59 144 27

In Figur 6 ist gezeigt, daß die Stifte 7 so hoch im Kolbenoberteil angeordnet werden können, daß diese oberhalb der äußeren Gleitfläche 16 des Kolbenschuhes 10 liegen, wenn die Schwenkwalze 12, bzw. das Schwenkteil 20 in das Schwenklager 4 im Kolben 3 eingesetzt sind.

In den Figuren 4 und 6 ist ein sich vom Schwenklager 4 radial nach außen erstreckenden Schlitz 5 dargestellt, der zusammen mit dem Schwenklager 4 den Vorteil hat, daß diese Teile zusammen mit der Lagerfläche 6 bearbeitet werden können. Auch das ist ein wichtiger Vorteil der Erfindung. Bei der bisherigen Ausführung des Kolbens nach der Figur 12 mußte jede Lagerfläche 6 jedes einzelnen Kolbens einzeln eingespannt, geschliffen und gemessen werden. Bei dem Kolben 3 nach der Erfindung ist es jedoch möglich, eine große Anzahl Kolben 3 mit allen Schwenkachsen 22 in eine gemeinsame Schwenkachse zu spannen und die Lagerflächen 6 der Kolbenserie gemeinsam mit Formfräser zu fräsen und nach dem Härten der Kolben gemeinsam mit einer Form-Radiusschleifscheibe auf der Flächenschleifmaschine zu schleifen. Dadurch fällt die Einzelbearbeitung weg, und ebenfalls ist kein Messen mehr erforderlich. Die Bearbeitungszeit ist dadurch derartig verkürzt, daß der Kolben 3 um vieles billiger wird, und nur noch einen Bruchteil eines Kolbens der üblichen vorbekannten Art kostet.

In Figur 7 ist gezeigt, daß man auch auf den Haltestift 96 verzichten kann, wenn man die Kolbenarme 1, 2, wie in Figur 7a gezeigt, mit Ansätzen 8 versieht, die man, wie Figur 7b und 7c zeigt, nach dem Einsetzen des Kolbenschuhs 10 in Schwenklager 4 umbiegt. Die Ansätze 8 erfüllen dann die Funktion des Haltestiftes 96 in Figur 4 und 5. Mit die-

229811 3

- 14 -

5.10.1981

APF01c/229 811/3

59 144 27

ser einteiligen Kolbenausführung wird verhindert, daß die Haltestifte 96 sich lösen könnten.

In den Figuren 8 und 9 sieht man einen Teil eines Rotors 24 im Radialschnitt mit zwei Zylinder 25, 26. Die Rotorachse ist mit "C" bezeichnet. Mit "E" ist die Achse der Kolbenhubführung 35 bezeichnet. Zwischen beiden vorgenannten Achsen wird die Exzentrizität "e" gebildet und der Kolbenhub pro Umdrehung des Rotors 24 ist $S = 2e$, wie bereits beschrieben. Die Kolben 53, 63 laufen in den Zylinder 25, 26 in bekannterweise radial auswärts und einwärts, wobei sie den Kolbenhub "S" ausführen. Die äußeren Gleitflächen 16 der Schwenkwalze 12 bzw. des Schwenkteils 20 gleiten an der Innenfläche 27 der Kolbenhubführung 35 in der aus den eingangs erwähnten Patentschriften bekannten Weise. Die Kolbenhubführung 35 hat bei tieftauchenden Kolbenschuhen 10 im Aggregat die ebenfalls in den eingangs genannten vorbekannten Patenten beschriebene Ringnut 34, die die Führungsfläche 27 durchbricht und dabei zweiteilt, sowie sich radial von innen her in die Kolbenhubführung 35 hinein erstreckt. Die Innenfläche 27 ist die wichtige Kolbenhubführungsfläche, die den Innendurchmesser "da" aufweist, sodaß man aus $2e = S$ und "da" das eingangs beschriebene Hubverhältnis S/da als wichtige Leistungs- und Wirkungsgrad - Kenngröße des Aggregates erhalten kann.

Der Außendurchmesser der Rotorstege ist mit Ziffer 29 bezeichnet. Die Figur 8 zeigt den Rotorumlaufwinkel " α " zwischen der Nullebene und der Radialachse des betreffenden Zylinders und Kolbens. Auf diesem Winkel α beruhen die Daten des Diagrammes der Figur 20.

229811 3

- 15 -

5.10.1981

APF01c/229 811/3

59 144 27

In den Figuren 8 und 9 sind auch die Schlitz 5, sowie die Kolbenarme 1, 2 zu sehen, und, wie die Kolbenschuhe 10 mit der Schwenkwalze in den Schlitz 5 des Kolbens 3 schwenken. Der Winkel " γ " zeigt die Ausschwenkung der Kolbenschuhe 10 aus der Normallage wobei dieser Winkel ebenfalls im Diagramm der Figur 20 erscheint. Weiterhin ist noch ersichtlich, daß die erfindungsgemäßen Kolbenarme 1 und 2 in die Ringnut 34 der Kolbenhubführung 35 eingreifen. Die Kolbenhubführung 35 kann auch ein Teil des Gehäuses sein oder als Gehäuseteile mit der Innenfläche 27 ausgebildet sein, damit die Kolbenhubführung 35 eingespart werden kann.

Übrigens zeigen die beiden vorgenannten Figuren die lange Führung der Kolben 3 zwischen den Rotorradialstegen und im Rotor 24. In Figur 8 sind Kolbenschuhe 10 gemäß den Figuren 1 und 2 eingebaut und in Figur 9 Kolbenschuhe 10 gemäß der Figur 3, jeweils mit ihren zugehörigen Kolben 3.

Der Kolbenschuh 10 der Figur 10 entspricht im Wesentlichen dem der Figur 3, jedoch ohne die Ausnehmungen 19. Die Halterung für den Zentralsteg 21 im Kolben 73 wird hier durch ein selbstspannendes Plattenteil, die Spannplatte 9 bewirkt, die in entsprechenden Nuten 77 in den Kolbenarmen 1, 2 selbsthaltend angeordnet ist. Diese Spannplatte 9 ist in den Figuren 13 und 17 einzeln noch einmal dargestellt. Sie hat eine Ausbauchung 78 zwischen ihren Enden 79. Figur 13 zeigt, daß die Enden 79 seitlich einer Ausnehmung vorstehen, wobei die Enden 79 die Teile 101, 102 des Kolbens 3 der Figur 11 umgreifen, sodaß die Spannplatte 9 sich nicht relativ zu den Kolbenarmen 1, 2 verdrehen kann. Die Partien zwischen den Enden 79 greifen in die Nuten 77 der Kolbenarme 1, 2, der Kolben 3 der Figur 11 ein, was auch in

5.10.1981

APF01c/229 811/3

59 144 27

Figur 10a und 10b gezeigt ist. Die Ausbauchung 78 kann vorgesehen sein, um mittels der Spannplatte 9 den Kolbensschuh 10 fest auf die Lagerfläche 6 zu drücken und dabei der Außenfläche des Kolbenschuhes 10 bei der Schwenkbewegung elastisch zu folgen.

In der Figur 10a sieht man den Kolben 73 im Zylinder 26 des Rotors 24. Die Figur 10b zeigen Schnitt durch Figur 10a entlang der Schnittlinie A-A, wodurch deutlich wird, wie die Kolbenarme 1, 2 und die sonstigen Teile zwischen den Rotor-Radialstegen 124 liegen.

Die Figur 11 zeigt den Kolben 73 der Figur 10 im Einzelnen, jedoch im Maßstab der Figuren 14 bis 18, damit die Kolben miteinander vergleichbar sind. Die bisherige Beschreibung der Figur 10 sollte daher auch für die Figur 11 gelten und mit ihr zusammen gelesen werden. Die wichtigen Teile der Kolbenhubführung 35, z. B. Position 27; 34 sind auch in Figur 10 zu sehen und ebenso der Schlitz 5 zwischen den Kolbenarmen 1 und 2.

Als erfindungsgemäße Besonderheit haben die Kolben 3 der jetzt beschriebenen Figuren etwa in Radialhöhe der Schwenkachse 22 die Druckfluidtaschen 54; 55 und/oder 71; 72, die von außen her in die Kolbenaußenfläche eingearbeitet sind. Die Kanäle 51 und 56; 66 sind im Prinzip aus der eingangs erwähnten DE-PS 1,453,433 bekannt, aus der auch die Steuerkanten, die die Steuernuten 60; 59 in dem Schwenkteil des Kolbenschuhes 10 begrenzen, bekannt sind. Die Steuernuten 59; 60 beaufschlagen und steuern die Beaufschlagung der Kanäle 56; 66 und damit der Druckfluidtaschen 54; 55. Dieses Beaufschlagen erfolgt periodisch wechselnd bei jedem

229811 3

- 17 -

5.10.1981

APF01c/229 811/3

59 144 27

Umlauf des Rotors 24. Die Besonderheit nach dieser Erfindung besteht darin, daß die Druckfluidtaschen 54; 55 aufgrund der erfindungsgemäßen Anordnung der Kolbenarme 1, 2, jetzt erfindungsgemäß in radialer Höhe der Schwenkachse 22 angeordnet sind. Während sie bei der vorbekannten Technik zu tief radial innen lagen und dort nicht gut wirksam werden konnten. Sie lagen außerhalb des Angriffs der Kraftkomponenten und verkanteten die Kolben 3 mehr, als sie die Kolben 3 mit Druckfluid entlasteten. Aus der Kurve "Ft" in Figur 20 ist ersichtlich, daß die Last des Kolbens 3 in Umlaufrichtung, als in Drehmomentrichtung (oder entgegengesetzt gerichtet dazu) mit dem Umlaufwinkel " α " des Rotors 24 zunimmt und abnimmt. Daher müßte, wie durch die Erfindung erkannt, eigentlich eine Druckfluidtasche 54; 55 mit veränderlichem Querschnitt angeordnet werden, wenn das Druckfluidpolster die Tangentiallast immer richtig aufnehmen soll. Eine stufenlos veränderliche und gesteuerte Veränderung der Querschnitte der Druckfluidtaschen 54; 55 ist jedoch schwierig und teuer. Daher ist im Ausführungsbeispiel einer Figur dieser Erfindung eine stufenweise Beaufschlagung mehrerer Druckfluidtaschen mit Anpassung an die Funktion "Ft" der Figur 20 vorgesehen.

Wenn der Kolben 73 in Figur 10 auswärts gleitet und die Schwenkbewegung des Kolbenschuh um die Schwenkachse 22 so weit fortgeschritten ist, daß die obere Kante der Steuernut 59 den Kanal 56 freizugeben beginnt, ist zunächst nur die Druckfluidtasche 55 über die Steuernut 59 mit deren Kanal 51 zum Zylinder 26 verbunden. In diesem Zustande ist die Druckfluidtasche 55 mit Druckfluid beaufschlagt. Sobald die Auswärtsbewegung des Kolbens 3; 73 analog den Daten der Figur 20 fortschreitet, überläuft die radial äußere Kante

229811 3

- 18 -

5.10.1981

APF01c/229 811/3

59 144 27

der Druckfluidtasche 55, 54 die in der Rotorwand angeordnete Verbindungstasche 75, 74, wodurch eine Verbindung für das Druckfluid im Zylinder 26 zu den zugeschalteten Verbindungstaschen 74; 75 entsteht. Nunmehr wirkt zusätzlich zu dem Querschnitt der Druckfluidtasche 54; 55 auch noch der Querschnitt der Verbindungstasche 74; 75 auf die Kolbenwand und die Zylinderwand als Kraftkomponente in Drehmomentrichtung oder umgekehrt dazu. Es erfolgte also eine stufenweise Vergrößerung des Druckfluidfeldes in Umlaufrichtung (Drehmomentangriffsrichtung) in Analogie zur Kolben-Radialbewegung und zu den Daten der Figur 20. Bei noch weiterer radialer Auswärtsbewegung verbinden die Verbindungstaschen 74; 75 sich mit den weiteren Druckfluidtaschen 72; 71 in der Außenfläche des betreffenden Kolbens, zum Beispiel Kolben 73. Diese Lage ist in Figur 10a gezeichnet. Dieses ist die dritte Stufe der Druckfluidtaschen-Zuschaltung in Drehmomentrichtung oder entgegengesetzt dazu. Jetzt ist die größte Querschnittssumme der Druckfluidtaschen in Drehmomentrichtung erreicht. Das geschieht in der Lage, in der die Tangentialkraft (Drehmomentkomponente) "Ft" in Figur 20 am größten ist. Beim Einwärtslauf des Kolbens 73 werden die Druckfluidtaschen in umgekehrter Reihenfolge nacheinander abgeschaltet. Bei der zweiten Hälfte der betreffenden Rotorumdrehung steuert die Kante der Steuernut 60 die Druckfluidtaschen an der gegenüberliegenden Hälfte des Kolbens und die Steuernut 59 schaltet die diesseitige, vorher beschriebene Seite des Kolbens von der Beaufschlagung der betreffenden Druckfluid-Taschen mit Druckfluid ab. Die Druckfluidtaschen werden dann mit dem Niederdruckbereich des Aggregates nacheinander stufenweise verbunden und abgeschaltet.

229811 3

- 19 -

5.10.1981

APF01c/229 811/3

59 144 27

Die Figur 10c zeigt einen Längsschnitt durch den Kolbensschuh, wie er sich aus dem Schnitt durch die Mittelachse des Kolbens 73 bzw. des Schuhs der Figur 10a ergibt. Beachtenswert ist in der Figur 10c, daß diese den Kolbensschuh im 1:1 Verhältnis einer Versuchsvorrichtung zeigt. Die Steuernuten 59, 60 sieht man gestrichelt, da sie hinter und vor der Schnittfläche liegen. Die Ausnehmungen 57 verbinden die Steuertaschen, die gleichzeitig Druckfluid Entlastungstaschen sind. Die Kanäle 58 leiten das Druckfluid in die Druckfluidtaschen 61, 62 in der Außenfläche, der Gleitfläche des Kolbenschuhs 10, also in der Gleitfläche 16, die an der Gleitfläche 27 der Kolbenhubführung 35 gleiten. Beachtenswert ist, daß die Druckfluidtaschen 61, 62 teilweise radial oberhalb des Schwenkteiles 20 liegen, wodurch dieses eine Radialstütze für die Druckfluidtaschen 61, 62 bildet und so auch für die diese umgebenden Dichtflächenteile der Gleitfläche 16. In Figur 11a, b und c sieht man den Kolben 3 in einzelner Darstellung in Schnitten und in einer Ansicht und zwar in dem Maßstab, der die Daten der Figur 20 ergibt.

Figur 12 zeigt einen Querschnitt durch einen Kolben der vorbekannten Technik, wie sie aus den eingangs erwähnten Patentschriften entnehmbar ist. Da die Böden und Schwenkachsen der Kolben der Figuren 11 und 12 auf gleicher Ebene stehen, sieht man hier deutlich, daß der Kolben 83 der vorbekannten Art oben viel kürzer ist, also eine viel geringere Kolbenführung zu bieten hatte und außerdem, daß beim vorbekannten Kolben kein Platz vorhanden war, um die Druckfluidtaschen in Höhe des Schwenkzentrums anzuordnen. Ferner sieht man, wie beim vorbekannten Kolben die Lagerfläche 6 um mehr als 180 Grad (etwa 240 Grad) um die Schwenkachse 22

5.10.1981

APF01c/229 811/3

59 144 27

ausgebildet sein müßte, um die entsprechende Schwenkwalze des vorbekannten Kolbenschuhes stellenweise zu umgreifen, was die Einzeleinspannung, Bearbeitung und das Einzelmessen bei der Herstellung der Lagenfläche 6 erforderte und wodurch der Kolben der bekannten Art so teuer wurde. Die Schwenkachse ist beim Schwenkgelenk mit Kugelform der Mittelpunkt der betreffenden Teilkugelfläche des Gelenkes und bei der Schwenkwalzenform des Schwenkgelenkes oder der Schwenkauflage, wie nach der Erfindung die Schwenkachse.

Die Figuren 14 und 18 zeigen im Wesentlichen Gleiches, wie die Figur 10, jedoch in einem Maßstab, der den Daten der Figur 20 entspricht, also einen Kolben 3 mit 20 mm Durchmesser, wobei das Aggregat bei 130 mm "da" einen Kolbenhub "S" von 20 mm abgibt in einer Versuchsvorrichtung. Den Radialschnittfiguren 14a und 18a ist jeweils die Längsschnittfigur 14b und 18b durch das betreffende Teil des Aggregates zugeordnet. In der Figur 14 sind die Kolben 3 der Figur 11 mit ihren Kolbenschuhen 10 eingezeichnet. Im gleichem Rotorteil sind die Kolben 3 der Figur 15 mit ihren Kolbenschuhen 10 der Figur 16 eingezeichnet.

Der Unterschied zwischen dem Kolben der Figur 11 und dem Kolben der Figur 15 besteht darin, daß die Lagerfläche nicht walzenteilförmig, also nicht hohlzylinderförmig mit Zylinderteilfläche um die Schwenkachse 22 ausgebildet ist, wie in Figur 11, sondern kugelförmig, also mitsphärischer Lagerfläche mit Radius 100 um die Schwenkachse 22. Dadurch wird es erforderlich, den Schlitz 91, 92 in das obere Kolbenteil radial oberhalb der Schwenkachse 22 einzufräsen, was bei dem Kolben der Figur 11 nicht notwendig war. Mancher Hersteller zieht jedoch die sphärische, kugelförmige Ausbildung gemäß den Figuren 15 und 16 vor. Insbesondere

229811 3

- 21 -

5.10.1981

APF01c/229 811/3

59 144 27

deshalb, weil sphärische Gelenke in Achsialkolbenaggregaten, die bisher den Markt beherrschten, üblich waren. Technisch gesehen ist jedoch die Ausführung mit Zylinderform gemäß den Figuren 11 bzw. 3 radial tragfähiger und auch billiger in der Herstellung, wenn man die vom Erfinder vorgeschriebenen Bearbeitungsmaschinen verwendet.

Der zugehörige Kolbenschuh 10 der Figur 16 hat entsprechend ein kugelteilförmiges Schwenkteil 20, das in das Lagerbett 104 im Kolben 3 der Figur 15 einsetzbar ist. Der Kolbenschuh 10 benötigt die Verjüngung des Zentralsteges 21 mit den Radienfiguren 120; 123, 121 der Figur 16b. Die Figur 15 zeigt außerdem, daß im Kolben 3 statt der beiden Druckfluidtaschen-Gruppen zwecks Vereinfachung oder für geringere Wirkungsgrade des Aggregates auch ein einzelnes Druckfluid-Taschen-Paar 54, 55 mit Kanälen 56, 66 angeordnet sein kann. Außerdem zeigen die Zeichnungen der Figur 15 die Ausbildung der oberen Kolbenarme 1,2, mit den Nuten 77 und den verengten Außenteile 101, 102 zur Befestigung und Sicherung der Spannplatte 9 gemäß Figuren 13 und 17 gegen Verdrehung. Zu beachten ist noch, wie Fig. 15b zeigt, daß bei dieser Ausführung und auch bei den Kolben 3 der Figur 11b, der Kolbenteil oberhalb des Schwenklagers 106 durch Schlitz 91, 92 ergänzt werden muß, damit die seitlichen Führungsteile 14 des Kolbenschuhs 10 der Figur 2, in diese Schlitz 91, 92 hineinschwenken können.

Das Ausführungsbeispiel der Zeichnungen der Figur 19 zeigt, daß anstelle der Halteplatte 9 gemäß Figuren 13 und 17 auch einfach ein Haltestift oder mehrere Haltestifte 96 radial oberhalb des Kolbenschuhs 10 angeordnet werden können, um diesen im Kolben 3 zu halten. Man dreht dabei vor-

229811 3

- 22 -

5.10.1981

APF01c/229 811/3

59 144 27

teilhafterweise die radial äußeren Teile des Außendurchmessers der Kolbenarme 1, 2 etwas ab, oder bohrt sie an, um ein Vernieten der Stifte 96 zu ermöglichen, ohne daß diese die Zylinderwand oder die Führungsfläche an den Rotorsegmenten berühren und beschädigen können.

Der Rotor 24 mit seinen Radialstegen, wie er in den Aggregaten der Erfindung verwendet wird, ist nicht beschrieben, da dieser aus den eingangs erwähnten Patentschriften vorbekannt ist.

Das Diagramm der Figur 20 zeigt die Werte eines Aggregates mit 130 mm "da", 20 mm Kolbenhub "S" und 20 mm Durchmesser der Kolben 3. Unter dem Diagramm sind die einzelnen Bedeutungen der Kurven eingetragen.

Die Berechnung dieser Werte ergibt sich aus den Forschungsberichten des Erfinders, die auch die mathematischen Ableitungen und Beweise der Formeln enthalten. In ihnen findet man auch die entsprechenden Meßergebnisse von Versuchsvorrichtungen.

Es werden daher hier nur die Formeln gegeben, doch auf die Wiederholung ihrer Ableitungen und Beweise, die Berechtigte vom Erfinder anfordern können, wird verzichtet.

Es gelten:

Kolbenhub = $2 e = S$. (Maße in mm.) $R = \frac{1}{2} da$

α = Umlaufwinkel zwischen der Nullfläche und der Kolbenachse.

229811 3

- 23 -

5.10.1981

APF01c/229 811/3

59 144 27

- γ = Schwenkwinkel des Kolbenschuhes im Kolben.
- Δa = Kolbenradiallage = $e \cos \alpha - \frac{e^2}{2R} \sin^2 \alpha$
- V_a = Radialgeschwindigkeit des Kolbens = $-we \left[\sin \alpha + \frac{e}{2R} \sin 2\alpha \right]$
- γ = Schwenkwinkel = $\text{Inv.} \sin (e/R) \sin \alpha$
- FT = Tangentialkraft = Drehmomentkomponente = $dp \frac{2\pi}{\gamma} p \sin (\gamma/R) \sin \alpha$
- VRS = Schwenkgeschwindigkeit der Schwenkflächen relativ zueinander - Lagerflächen 6; 23 - $VRS = V_a(R/R_s)$
mit $R=da/2$; V
- Nfa = Reibungsverlust der Kolbenwand auf der Zylinderwand, wenn die Erfindung nicht angewendet ist und Reibungskoeffizient $\mu_p = 0,20$ ist.
 $Nfa = V_a \times Ft \times \phi_p$
- Nfs = Reibungsverlust zwischen der Lagerfläche 23 und der Lagerfläche 6, wenn $\mu = 0,10$ ist.

Die beiden letzteren Posten zeigen die Wichtigkeit der Anwendung der Erfindung, weil durch die Erfindung diese Verluste fast vollständig oder weitgehend aufgehoben werden. Außerdem gelten die obigen Daten für 100 Bar Druck im Aggregat und 1500 Umdrehungen pro Minute nach RER Bericht 7906.

Es sei noch bemerkt, daß das lange Kolbenoberteil der Erfindung verbunden mit der Anwendung im Rotor mit Radialsteg von etwas kleinerem Durchmesser als "da", also etwa 90 bis 99,9 % "da", eine so stabile Kolbenführung bringt, daß der Kolben keinerlei Kipptendenz hat. Er ist beim ganzem Kolbenhub geführt durch die Radialstege des Rotors.

Dadurch erhält die erfindungsgemäße Ausführung ihre hohe Betriebssicherheit und ihren hohen Wirkungsgrad. Der Rotorsteg-Außendurchmesser 29 ist erfindungsgemäß gegenüber der

229811 3

- 24 -

5.10.1981

APF01c/229 811/3

59 144 27

vorbekannten Technik auf bis zu 99,99 Prozent von "da"
vergrößert.

229811 3

- 25 -

5.10.1981

APF01c/229 811/3

59 144 27

Erfindungsanspruch

1. Kolben- und Kolbenschuh-anordnung in einer Radialkolbenmaschine mit H-förmigen Kolbenschuhen, wobei Radialstege mit verlängerten Zylinderteilflächen zur Führung der Kolben am Rotor vorhanden sind, sowie mit schwenkbarer Lagerung des Kolbenschuhs in einer Lagerfläche im Kolben und mit an den Zentralsteg oberhalb der Schwenkachse heranreichenden Schlitten zwischen den seitlichen Führungsteilen des Kolbenschuhs, gekennzeichnet dadurch, daß die das Schwenkteil (20) bzw. die Schwenkwalze (12) des Kolbenschuhs (10) stellenweise berührenden, sich von der Lagerfläche (6) radial nach außen erstreckenden Kolbenarme (1,2) bis an die Innenflächen (17) der Führungsteile (13,14) der Kolbenschuhe (10) radial nach außen verlängert ausgeführt sind.
2. Anordnung nach Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß die Kolbenarme (1,2) sich bis über die äußere Gleitfläche (16) des Kolbenschuhs (10) erstreckend ausgeführt sind und oberhalb der Gleitfläche (16) des Kolbenschuhs (10) Haltemittel, z. B. Stifte (7; 96) oder eine Spannplatte (9) zwischen den Kolbenarmen (1,2) des Kolbens (3; 63) (73) angeordnet sind.
3. Anordnung nach Punkt 2, gekennzeichnet dadurch, daß die Kolbenarme (4,2) und die Haltemittel, z. B. Stifte (7; 96) oder eine Spannplatte (9) in einer Ringnut (34) der Kolbenhubführung (35) hereinragend mindestens teilweise radial außerhalb der "Innenflächen" (27) angeordnet sind.
4. Anordnung nach Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß mindestens eine durch das Schwenkteil (20) bzw. die

5.10.1981

APF01c/229 811/3

59 144 27

Schwenkwalze (12) und deren Steuernuten (59,60) vermittelt Steuerkanten periodisch mit Druckfluid durch die Außenfläche des Kolbens (3) hindurch beaufschlagte Druckfluidtasche (54;55;71;72) etwa in Radialhöhe der Schwenkachse (22) so platziert angeordnet ist, daß der Kolben (3;53;63) in Richtung der Drehmomente eine Kraftkomponente erhält.

5. Kolbenanordnung nach Punkt 4, gekennzeichnet dadurch, daß die Druckfluidtasche (54;55;71;72) veränderbar bzw. mehrteilig, gegebenenfalls unter Mitbenutzung einer in der betreffenden Zylinderwand angeordneten Verbindungstasche (74;75) ausgebildet und die wirksame Querschnittsfläche der Druckfluidtasche (54;55) während des Kolbenhubes der Drehmomenten Kraftkomponente angepaßt veränderbar ist.
6. Kolbenanordnung nach Punkt 4, gekennzeichnet dadurch, daß die Druckfluidtasche (54;55) aus zwei radial zu einander versetzten einzelnen Druckfluidtaschen (54;55;71;72) besteht, die periodisch nacheinander dem Druckfluid im Zylinder (26) zu- oder abschaltbar sind.
7. Kolbenanordnung nach Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß der Zentralsteg (21) und das Schwenkteil (20) bzw. die Schwenkwalze (12) mit einem gleichen Radius (100) um die Schwenkachse (22) ausgebildet sind.
8. Kolbenanordnung nach Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß der Kolbenschuh (10) mittels eines um eine Senkrechte zur Kolbenachse in Schlitz (31) im Kolben (53) schwingenden Stiftes (30) gesichert ist.

229811 3

- 27 -

5.10.1981

APF01c/229 811/3

59 144 27

9. Kolbenanordnung nach Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß oberhalb der Lagerfläche (23) des Kolbenschuhes (10) Ausnehmungen (19) vorhanden sind, in die in den Kolbenarmen (1,2) befestigte Haltestifte (96) eingreifend angeordnet sind.

Hierzu 6 Seiten Zeichnungen

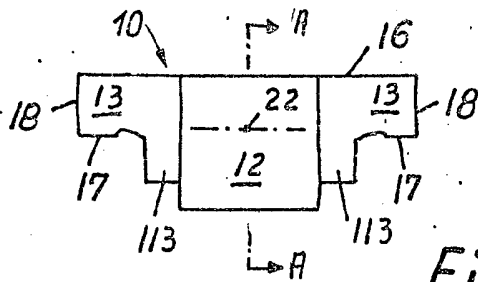


Fig. 1a

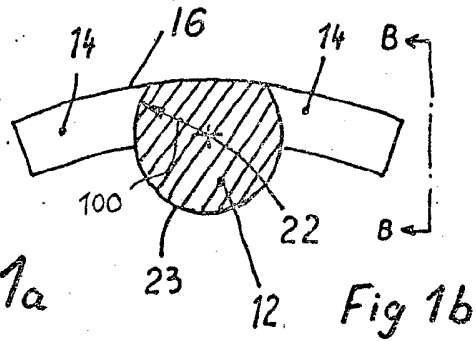


Fig. 1b

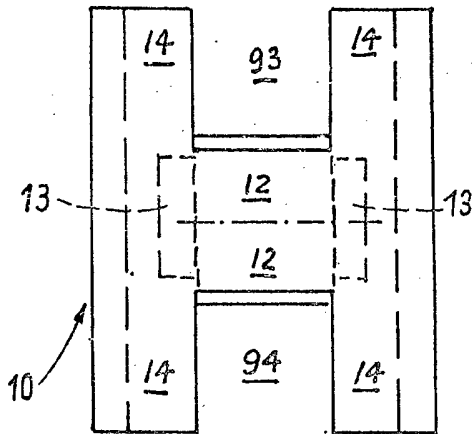


Fig. 2

Fig. 3

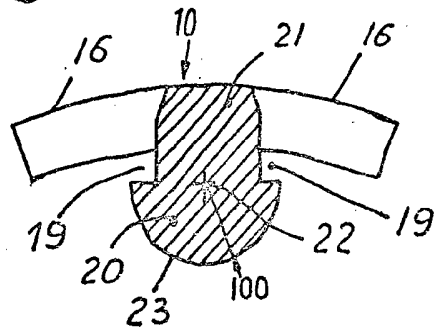


Fig. 5

Fig. 4

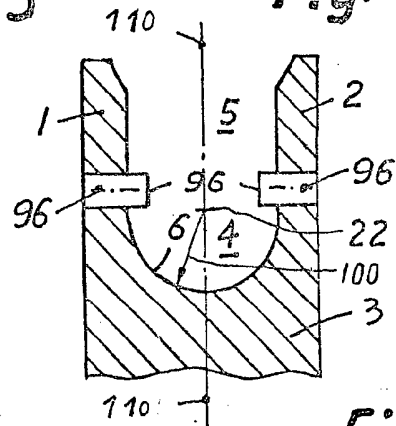
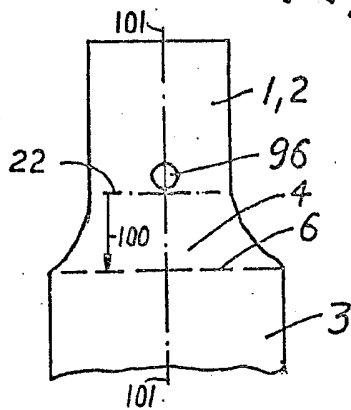
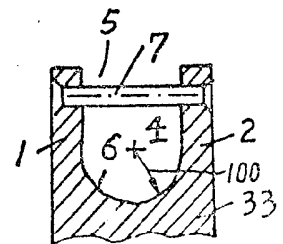
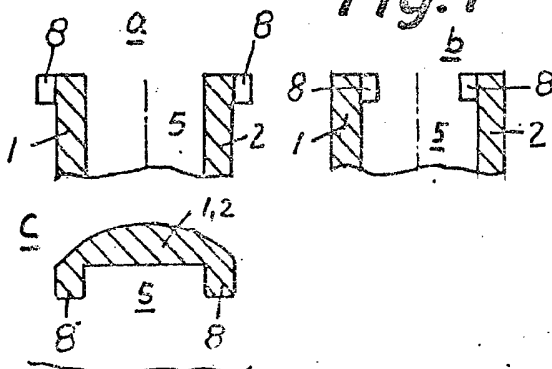


Fig. 7

Fig. 6



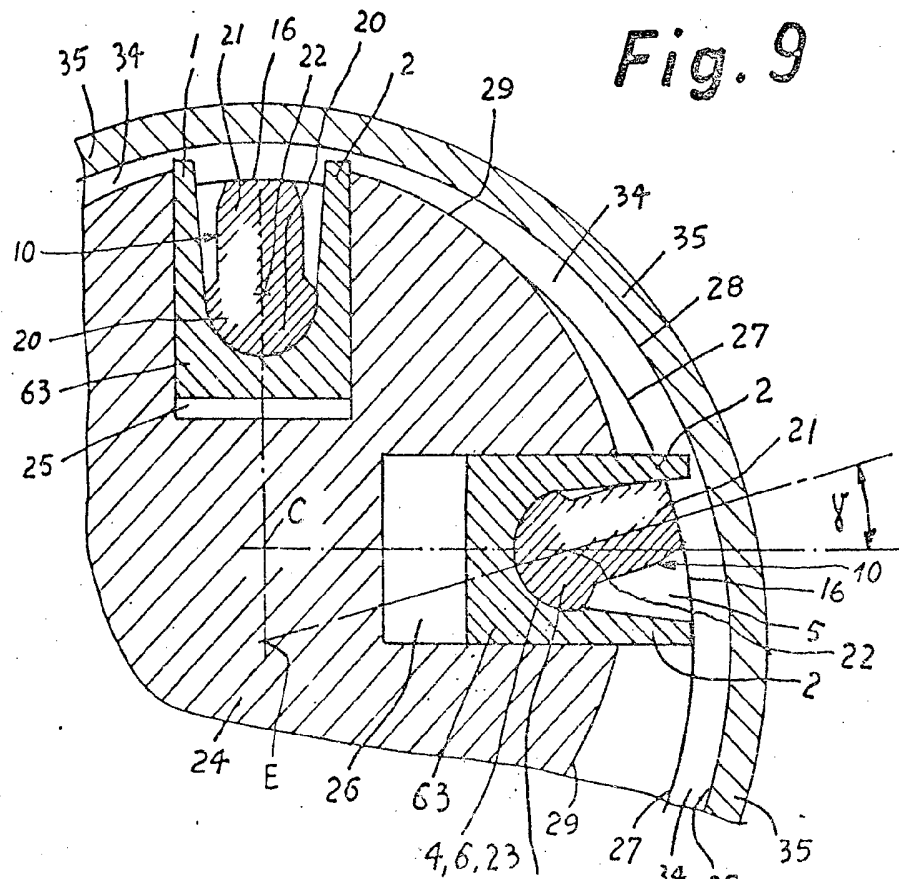
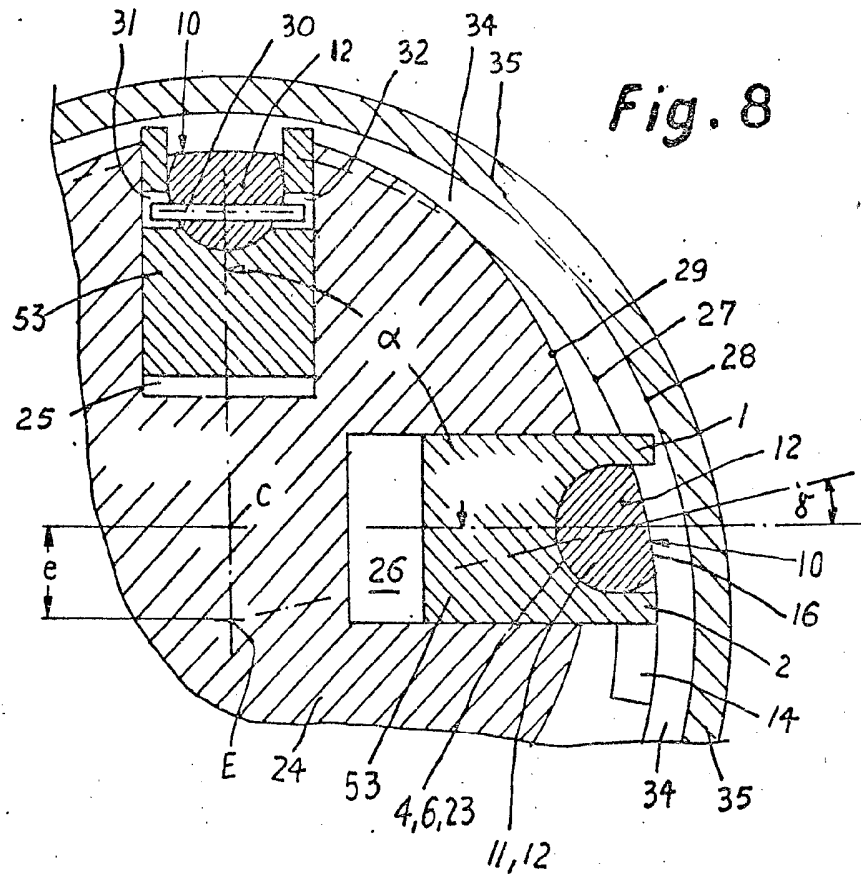


Fig.17

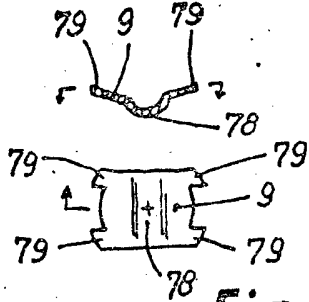


Fig.13

Fig.10c

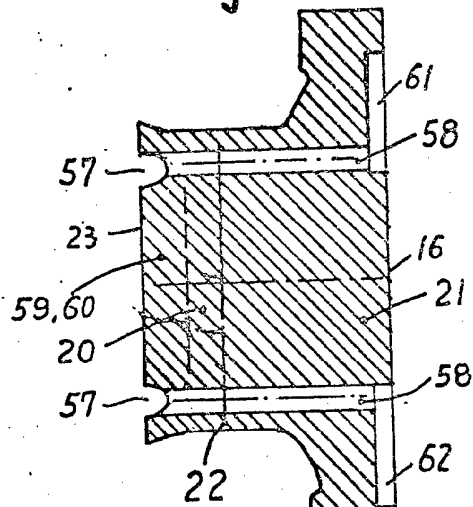


Fig.10b

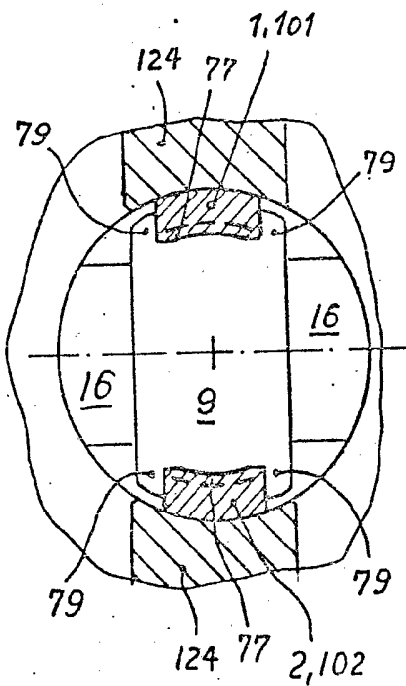


Fig.10a

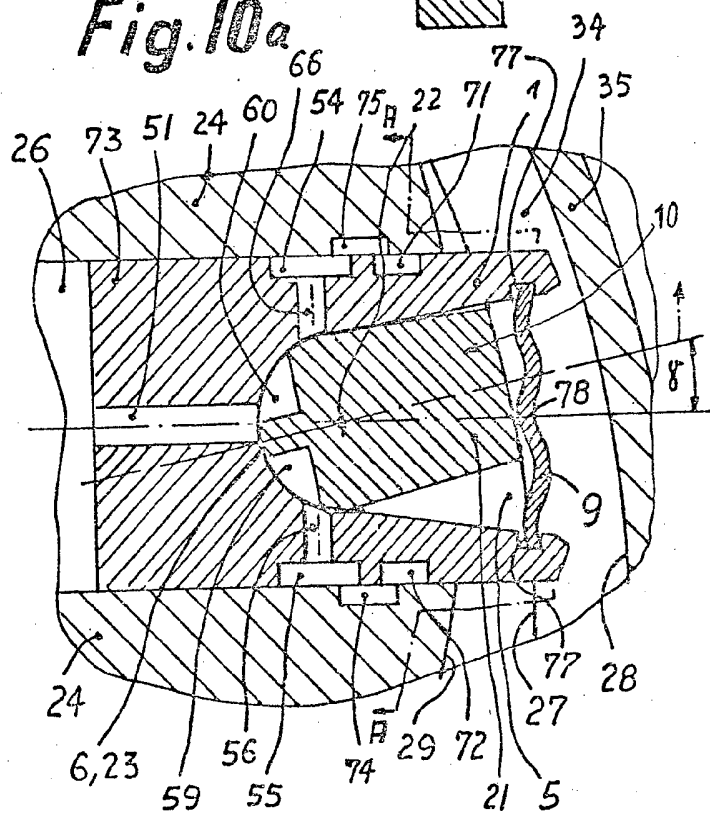


Fig.12

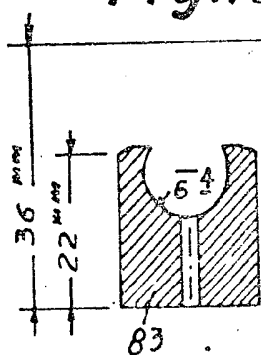
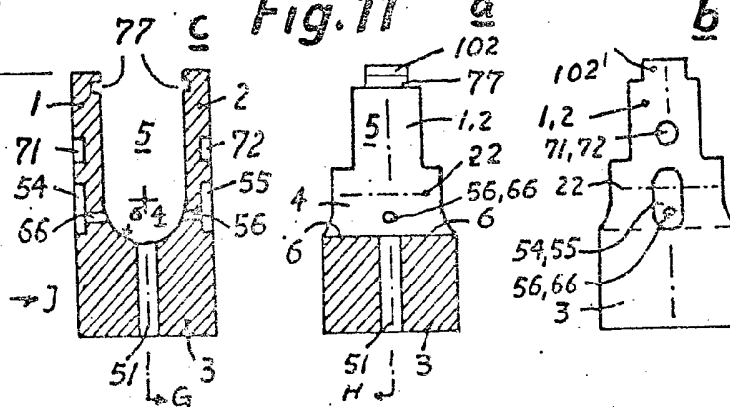


Fig.11



a

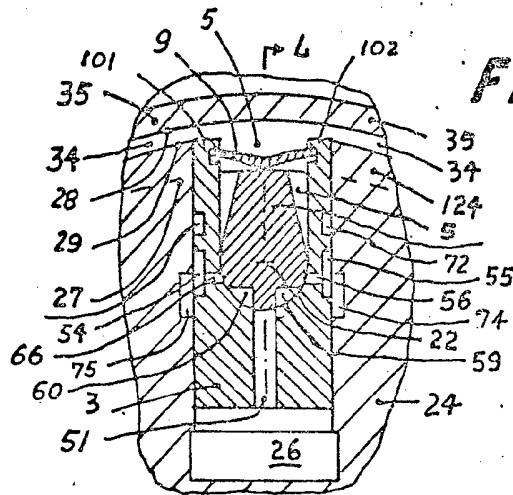
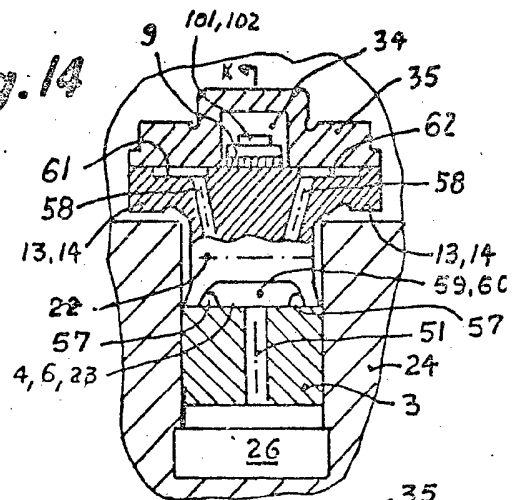


Fig. 14

b



a

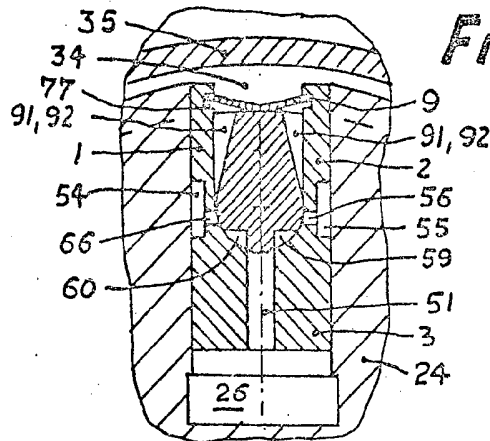
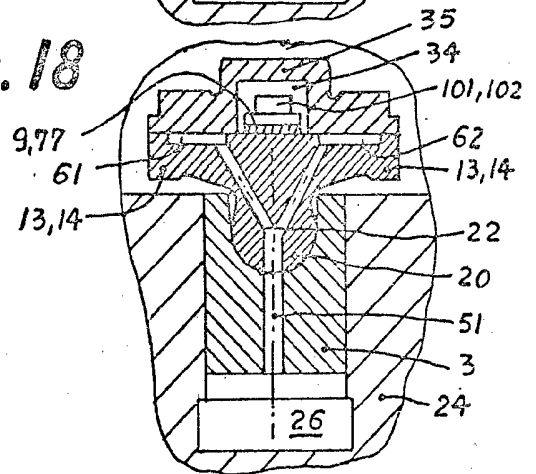


Fig. 18

b



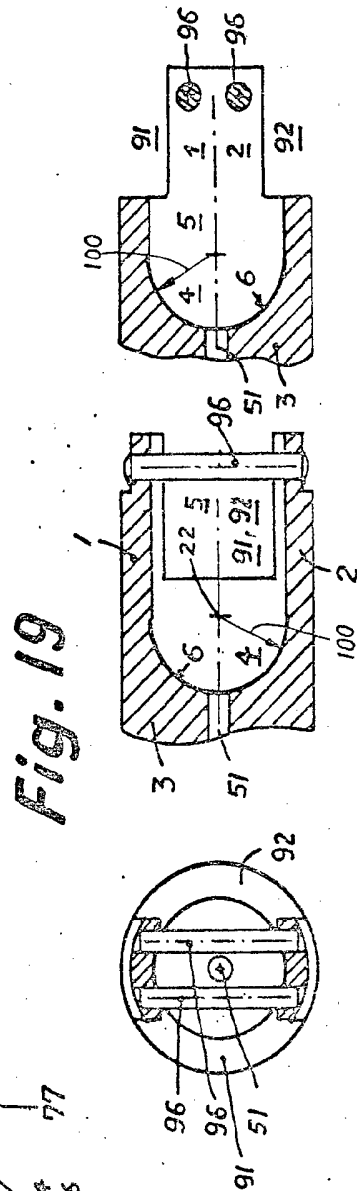
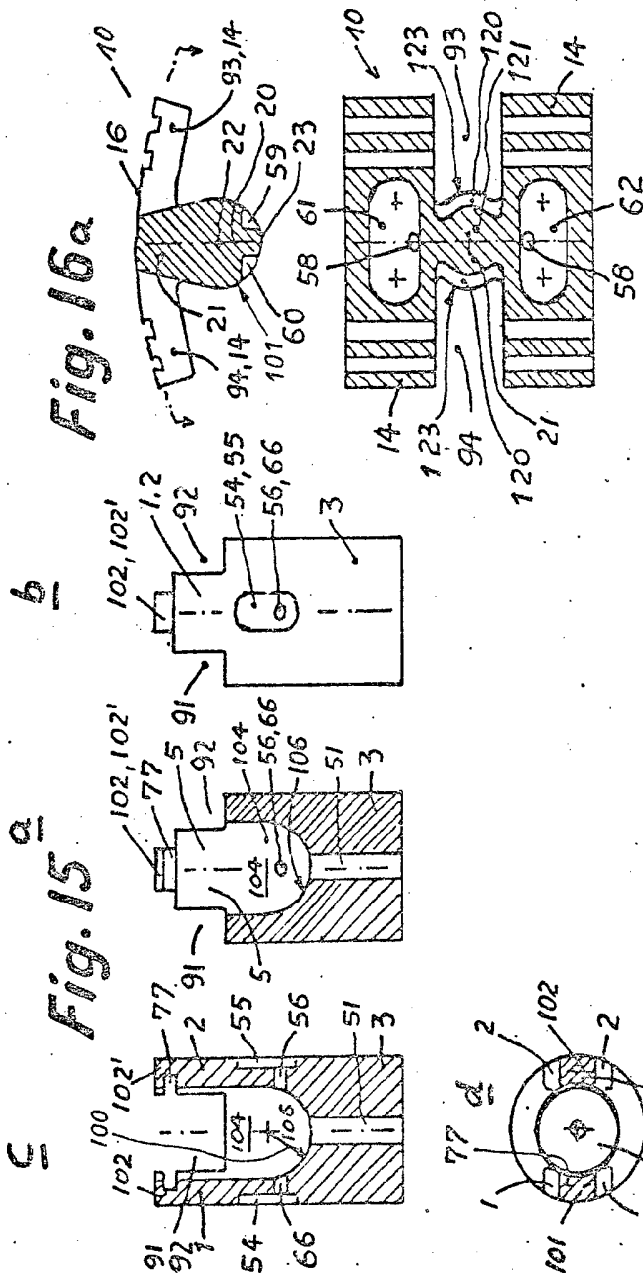
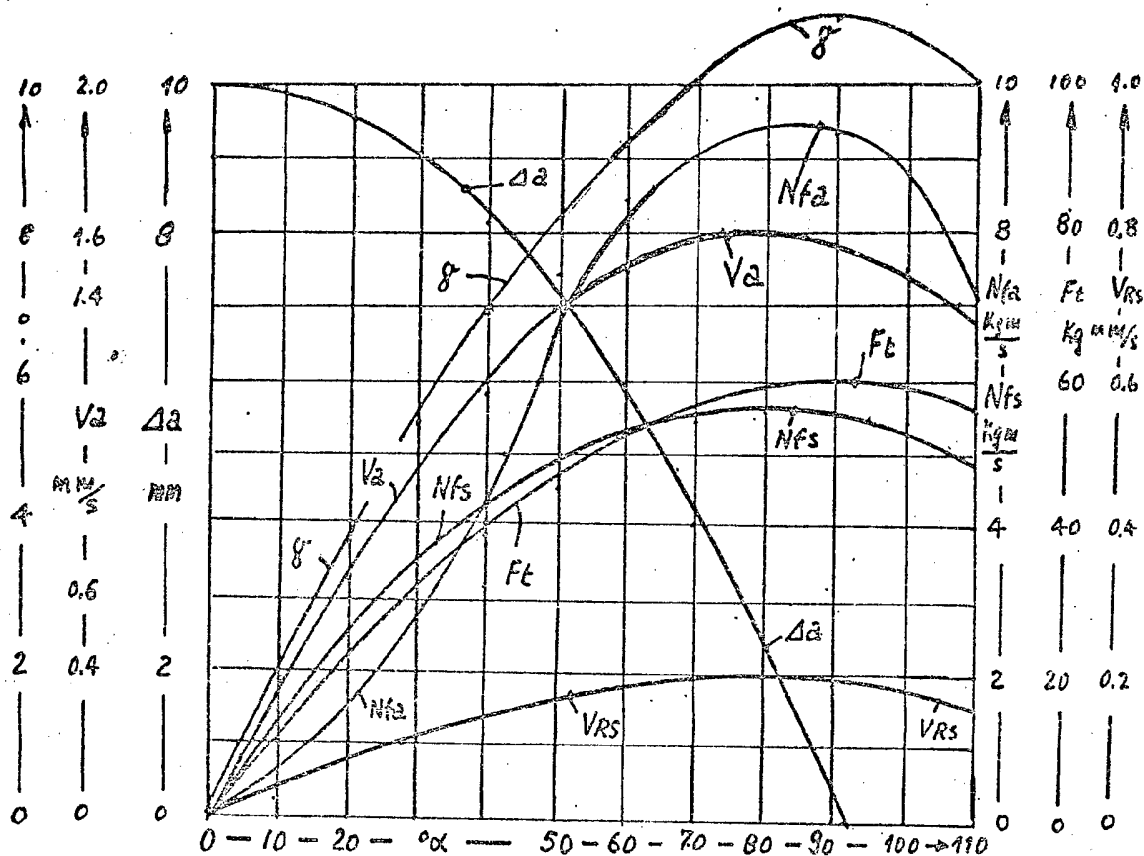


FIG. 20



α Umlaufwinkel zwischen der Nullflaeche und der Achse eines Kolbens.

γ Schwenkwinkel des Kolbenschuhes

Δa Radialbewegung oder Lage des Kolbens

V_a Radialgeschwindigkeit des Kolbens

F_t Drehmomentkomponente auf die Zylinderwand

V_{rs} Schwenkgeschwindigkeit der Lagerflaeche des Kolbenschuhes

N_{fa} Reibungsverlust des Kolbens, wenn $m_y = 0,20$ wegen mangelnder Schmier

N_{fs} Reibungsverlust des Schwingens, wenn $m_y = 0,10$ wegen mangelnder Schmier