

12  
1 100 1/80

DEUTSCHE DEMOKRATISCHE REPUBLIK



(12) Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

# PATENTCHRIFT

(19) **DD** (11) **241 635 A1**

4(51) F 16 C 7/02  
F 16 C 3/22  
F 16 C 9/04  
F 04 B 39/14

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

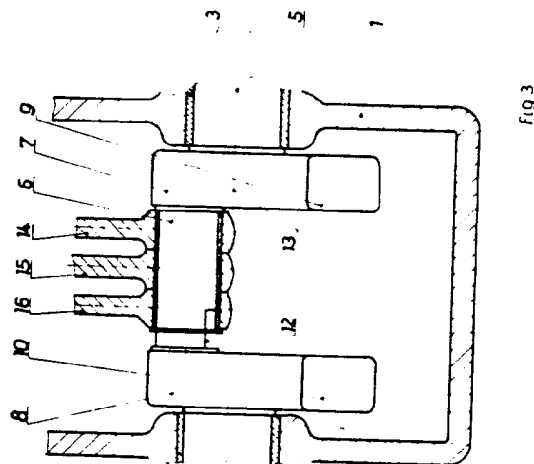
In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP F 16 C / 281 507 0 (22) 08.10.85 (44) 17.12.86

(71) VEB Kombinat Pumpen und Verdichter, 4020 Halle, Turmstraße 94-96, DD  
(72) Malick, Gerd, Dipl.-Ing.; Pohl, Manfred, DD

(54) **Kurbeltriebwerk, insbesondere für einfachwirkende Mehrzylinder-Kolbenverdichter**

(57) Die Erfindung betrifft die Kurbelzapfen-Pleuelkopf-Verbindung eines Kurbeltriebwerkes, insbesondere für einfachwirkende Mehrzylinder-Kolbenverdichter, vorzugsweise solcher im unteren Leistungsbereich. Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Kurbeltriebwerk zu schaffen, welches die technologischen Vorteile eines herkömmlichen Stirnkurbeltriebwerkes mit den festigkeitsmäßigen Vorteilen und der Lagetreueheit der Triebwerke in sich vereinigt, in welchem die Kurbelwelle beidseitig zur Kröpfung gelagert ist. Gelöst wird die Aufgabe dadurch, daß der Pleuelkopf mit der verdrehgesicherten Lagerbuchse ungeteilt, jedoch in einem Seitenbereich offen ausgeführt ist und die Öffnung kleiner als der Zapfendurchmesser gehalten ist und daß der Kurbelzapfen montagebedingt mindestens über das Breitenmaß eines Pleuels, vorzugsweise unmittelbar neben der dem Antrieb gegenüberliegenden Kurbelwange um das Maß abgeflacht ist, um das die seitliche Öffnung des Pleuelkopfes kleiner als der Zapfendurchmesser ist. Fig. 3



#### Erfindungsanspruch:

1. Kurbeltriebwerk, insbesondere für einfachwirkende Mehrzylinder-Kolbenverdichter, vorzugsweise solcher im unteren Leistungsbereich mit beidseitig zur Kröpfung gelagerter Kurbelwelle, bei der der Kurbelzapfen durch jeweils zwei Kurbelwangen, die in der dem Kurbelzapfen entgegengesetzten Richtung in die erforderlichen Gegengewichtsmassen nahtlos übergehen, begrenzt wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Pleuelköpfe mit der verdrehgesicherten Lagerbuchse ungeteilt, jedoch in einem Seitenbereich offen ausgeführt sind und die Öffnung kleiner als der Zapfendurchmesser gehalten ist und daß der Kurbelzapfen montagebedingt mindestens über das Breitenmaß eines Pleuels, vorzugsweise unmittelbar neben der dem Antrieb gegenüberliegenden Kurbelwange um das Maß abgeflacht ist, um das die seitliche Öffnung des Pleuelkopfes kleiner als der Zapfendurchmesser ist.
2. Kurbeltriebwerk nach Punkt 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die montagebedingte Abflachung vorzugsweise an der Unterseite des Kurbelzapfens angebracht ist.
3. Kurbeltriebwerk nach Punkt 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Pleuelkopf-Wangenbereich, der der Montageöffnung gegenüberliegt, im Querschnitt der Beanspruchung angepaßt ausgeführt ist.
4. Kurbeltriebwerk nach Punkt 1-3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Pleuel mit dem ungeteilten jedoch im Seitenbereich offenen Pleuelkopf aus Sintermetall maßgetreu gefertigt sind und auf einer entsprechend harten und verschleißfesten Zapfen- bzw. Kolbenbolzenoberfläche laufen.

Hierzu 3 Seiten Zeichnungen

#### Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft die Kurbelzapfen/Pleuelkopf-Verbindung eines Kurbeltriebwerkes, insbesondere für einfachwirkende Mehrzylinder-Kolbenverdichter, vorzugsweise solcher im unteren Leistungsbereich.

#### Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Bei herkömmlichen Hubkolbenverdichteranlagen unterscheidet man bezüglich der Triebwerksbauformen zwischen Stirnkurbeltriebwerken mit einseitiger Lagerung antriebsseitig (DE-PS 1628153) und den Triebwerken mit beidseitig (DE-PS 1503385) zur Kröpfung gelagerten Kurbelwellen, bei denen der Kurbelzapfen durch zwei Kurbelwangen begrenzt wird. Die Vorteile der letztgenannten Triebwerksausführung sind die nahezu gleichmäßigen Hauptlagerbelastungen sowie die weitgehende Parallelität der Kurbelzapfenachse zur Drehachse der Kurbelwelle, sowie die fertigungstechnisch einfache Möglichkeit der Realisierung eines optimalen Massenausgleiches, d. h. des Ausgleiches von Massenkräften und Massenmomenten mit Hilfe symmetrisch angeordnete Gegengewichtsmassen durch anschmieden oder angießen. Hierdurch besteht die Möglichkeit der unproblematischen Aufnahme mehrerer Pleuel auf einem Kurbelzapfen.

Für Triebwerke mit beidseitig zur Kröpfung gelagerten Kurbelwellen sind im Normalfall geteilte Pleuelköpfe notwendig, die jedoch bei Kleinverdichtern einen uneffektiven Fertigungsmehraufwand darstellen. Des weiteren sind üblicherweise mehrere Montagendeckel im Kurbelgehäuse erforderlich, die ebenfalls zusätzlichen Fertigungsaufwand bewirken, so daß diese Triebwerksausführung bei einfachwirkenden Kolbenverdichtern im unteren Leistungsbereich nur selten Anwendung findet. Indes sind in diesem Leistungsbereich Triebwerke bekannt, die durch eine besonders schlanke Ausführung der Kurbelwelle — vor allem im Bereich der abtriebsseitigen Kurbelwange — eine Teilung der Pleuel umgehen und ein „Auffädeln“ der Pleuel ermöglichen. Dieser Vorteil wird durch eine große Baulänge der Kurbelwelle und damit der ganzen Verdichteranlage teilweise aufgehoben. Des weiteren wird bei dieser Kurbelwellengestaltung montagebedingt der Kurbelzapfen und der Pleuelkopf stärker ausgeführt als erforderlich, was größere rotierende Massenkräfte und damit größere Gegengewichtsmassen zur Folge hat, die wiederum größere Flugkreisradien der Gegengewichte und damit größere Maschinenabmessungen nach sich ziehen. Bei der schwingungstechnisch günstigen Variante der gleichmäßigen Verteilung der Gegengewichtsmassen auf beide Kurbelwangen muß montagebedingt das dem Antrieb gegenüberliegende Gegengewicht, d. h. das Gegengewicht an der schlanken Wange, angeschraubt werden, was abermals Fertigungsmehraufwand bedeutet und infolge der starken Kerbwirkung der Schraubenbohrung im Bereich der schlanken Kurbelwange eine Bruchgefährdung der dynamisch hochbeanspruchten Kurbelwelle darstellt.

Eine weitere Möglichkeit, ungeteilte Pleuel bei beidseitig zur Kröpfung gelagerten Kurbelwellen zu realisieren, eröffnen die gebauten Kurbelwellen, die jedoch einen erheblichen Fertigungsaufwand und Montagemehraufwand mit sich bringen sowie in den meisten Fällen für die Instandhaltung und Regenerierung der Triebwerke Sondervorrichtungen bezüglich der Wiedermontage der Kurbelwelle erforderlich machen.

Das Stirnkurbeltriebwerk mit seiner funktionsbedingten einseitigen Lagerung findet als zweite Triebwerkskategorie ebenfalls im Hubkolbenverdichterbau praktische Anwendung. Hierbei wird die Kurbelwelle antriebsseitig zweifach gelagert; der Kurbelzapfen läuft frei um (DE-GM 7833090, Fig. 4).

Die breite Anwendung dieser Triebwerksausführung bei Verdichtern kleiner Leistungen begründet sich hauptsächlich in dem geringen Montageaufwand (Aufstecken der ungeteilten Pleuel) und in der Reduzierung des Fertigungsaufwandes infolge der Vermeidung der Pleuel- und Lagerteilung, sowie in den unproblematischen Instandhaltungsarbeiten.

Stirnkurbeltriebwerke sind wegen ihrer einseitigen Lagerung jedoch nur für niedrige Kolbenkräfte und Zylinderzahlen anwendbar, da sich hohe Biegebeanspruchungen zwischen Zapfen und zapfenseitigem Hauptlager einstellen sowie infolge der Radialspiele der antriebsseitigen Doppellagerung erhebliche Schiefstellungen des Kurbelzapfens auftreten. Da sich dieser

geometrischen Schiefstellung des Pleuelzapfens noch die elastischen Verformungen infolge der Belastung überlagert, sind die außenliegenden Zylinder besonders stark anfällig bezüglich Pleuelklemmen. Hierdurch wird die praktische Anwendung des Pleueltriebwerkes hauptsächlich auf Ein- und Zweizylindermaschinen beschränkt.

Will man die lagerspielbedingte Schiefstellung des Pleuelzapfens verringern bzw. in vertretbaren Maßen halten, muß der Pleuelabstand möglichst groß gehalten werden, was eine entsprechend große Pleuelänge und Masse der Pleuelanlage zur Folge hat.

Verdichter in der sogenannten echten Monoblockbauweise vermeiden die zusätzliche Pleuellagerung motorseitig durch die Nutzung der Pleuellagerung als Pleuellager. Die weit aus dem Motor herausragende Pleuelwelle wird dabei zur Aufnahme der Pleuel, d. h. des Pleuelstückes mit Pleuel und Gegengewicht, genutzt. In der Regel werden aber bei dieser durchaus vorteilhaften Variante Sondermotoren bzw. zugeschnittenen Pleuelgehäuse bzw. -rotoren erforderlich (DE-GM 78 33 090, Fig. 2). In den beiden letztgenannten Fällen ist der schwingungstechnisch optimale symmetrische Massenvergleich nur selten und dann mit erheblichen zusätzlichen Fertigungsaufwand praktiziert worden.

### Ziel der Erfindung

Das Ziel der Erfindung besteht darin, ein Pleueltriebwerk mit möglichst guter Pleuelentstörung so zu gestalten, daß bei geringem Pleuelaufwand eine größtmögliche Pleuelgenauigkeit der Pleuelwelle gewährleistet wird, so daß die Pleuelzahl und/oder die Pleuelkräfte vergrößert werden können.

### Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Pleueltriebwerk, insbesondere für einfachwirkende Pleuelzylinder-Kleinstpleuel — hierbei vorzugsweise für solche im unteren Pleuelbereich — zu schaffen, welches die technologischen Vorteile eines herkömmlichen Pleueltriebwerkes mit den festigkeitsmäßigen Vorteilen und der Pleuelgenauigkeit der Pleuelwerke in sich vereinigt, in welchem die Pleuelwelle beidseitig zur Pleuel gelagert ist.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß der Pleuelkopf mit der verdrehgesicherten Pleuellagerung ungeteilt, jedoch in einem Pleuelbereich offen ausgeführt ist und die Pleuelöffnung kleiner als der Pleueldurchmesser gehalten ist und daß der Pleuelzapfen montagebedingt mindestens über das Pleuelmaß eines Pleuels, vorzugsweise unmittelbar neben der dem Pleuel gegenüberliegenden Pleuelwange um das Pleuelmaß abgeflacht ist, um das die Pleuelöffnung des Pleuelkopfes kleiner als der Pleueldurchmesser ist.

Ein anderes Merkmal besteht darin, daß die montagebedingte Pleuelabflachung vorzugsweise an der Pleuelunterseite des Pleuelzapfens angebracht ist.

Ein weiteres Erfindungsmerkmal ist, daß der Pleuelkopf-Pleuelbereich, der der Pleuelöffnung gegenüber liegt, im Pleuelquerschnitt der Pleuelbeanspruchung angepaßt ausgeführt ist.

Die Erfindung schließt auch ein, daß das Pleuel mit dem ungeteilten, jedoch im Pleuelbereich offenen Pleuelkopf aus Pleuelmetall maßgetreu gefertigt ist und auf einer entsprechend harten und verschleißfesten Pleuel- bzw. Pleuelbolzenoberfläche läuft.

### Ausführungsbeispiel

Im folgenden wird die Erfindung an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert. Die zugehörigen Pleuelzeichnungen zeigen

Fig. 1: ungeteilter, pleuelseitig offener Pleuelkopf mit überhöhtem Pleuelbereich

Fig. 2: pleuelseitig offenes Pleuel sowie den Pleuelzapfen mit der montagebedingten Pleuelabflachung vor und nach der Montage

Fig. 3: die im Pleuelgehäuse gelagerte Pleuelwelle mit den montierten Pleuelköpfen.

Da bei den Pleueln der unteren Pleuelklasse erfahrungsgemäß die Pleuelkräfte wesentlich größer als die pleueloszillierenden Pleuelkräfte sind und die Pleuelräume (Arbeitsräume) sich auf der Pleueldeckseite der Pleuel befinden, werden die Pleuelstangen dieser Pleuelmaschinen im Gegensatz zu pleuelwirkenden Pleueln in erster Pleuel auf Pleuel beansprucht. Lediglich in der Pleuelphase bzw. im Pleuel kommt es zu geringen Pleuelkräften, die aus der Pleuelwirkung des Pleuels und des pleueloszillierenden Pleuelanteils resultieren.

Daraus abgeleitet wird erfahrungsgemäß der Pleuelkopf mit der verdrehgesicherten Pleuellagerung ungeteilt, jedoch in einem Pleuelbereich (Pleuelbereich) offen ausgeführt (Fig. 1). Hierbei wird die Pleuelöffnung geringfügig kleiner als der Pleueldurchmesser gehalten, um eine ständige Pleuelverbindung und damit funktionsbedingte Pleuelübertragung zwischen Pleuelzapfen 6 und Pleuelkopf in allen Pleuelstellungen zu gewährleisten. Das wird vor allem deshalb erzwungen, weil die pleuelrotierende Pleuelmasse entlang des Pleuelarmes nach außen gerichtete Pleuelkräfte (Pleuelkräfte) verursacht.

Der Pleuelzapfen 6 der beidseitig zur Pleuel im Pleuelgehäuse 1 gelagerten Pleuelwelle 5 wird montagebedingt mindestens über die Pleuel eines Pleuels 14-16, vorzugsweise unmittelbar neben der dem Pleuel gegenüberliegenden Pleuelwange 8 um das Pleuelmaß abgeflacht, um das die pleuelseitige Pleuelöffnung des Pleuelkopfes kleiner als der Pleueldurchmesser ist, so daß an dieser Stelle jedes einzelne Pleuel 14-16 des Pleueltriebwerkes aufgesteckt und anschließend an seine pleuel spätere Pleuelwirkung axial in Pleuelrichtung hin verschoben werden kann (Fig. 2).

Die Pleuelbreite des gesamten Pleuelzapfens 6 wird so bemessen, daß die zuerst aufgesteckten Pleuel 14; 15 auf dem vollen Pleuelzapfen 6 laufen; daß letzte Pleuel 16 mindestens zur Pleuelhälfte auf dem vollen Pleuelzapfen 6 und die restliche

Pleuelkopfbreite auf dem Kurbelzapfen 6 mit Abflachung 12 läuft. Um zu gewährleisten, daß zum Zeitpunkt der hohen Pleuelbeanspruchung infolge der Gaskraftwirkung eine möglichst große Übertragungsfläche zwischen Pleuelkopf und Kurbelzapfen zur Verfügung steht, sollte die montagebedingte Abflachung 12 vorzugsweise an der Unterseite des Kurbelzapfens 6, d. h. zur Kurbelwellendrehachse 13 hin, angebracht werden (Fig. 3).

Zwischen dem Kurbelzapfen 6 und den Kurbelwellenhauptlagern 3; 4 werden in herkömmlicher Weise die Kurbelwangen 7; 8 vorgesehen, die in der dem Kurbelzapfen 6 entgegengesetzten Richtung in die erforderlichen Gegengewichtsmassen 9; 10 nahtlos übergehen und somit einen günstigen Massenkraft- und Massenmomentenausgleich bewirken.

Ein weiterer Vorteil wird erfindungsgemäß dadurch erreicht, daß der Pleuelkopf-Wangenbereich, der der Montageöffnung gegenüberliegt, geometrisch der Beanspruchung angepaßt und damit spannungsärmer und steifer ausgeführt wird. (Träger gleicher Festigkeit)

Da bei Verdichtern dieser Leistungsklasse vielfach Kolbenbolzenlagerbuchsen aus Sintermetall erfolgreich zum Einsatz gebracht werden, wenn das Triebwerk in Tauchschmierung konzipiert ist, sieht eine andere vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung vor, daß zur Vermeidung des Bearbeitungsaufwandes an den Pleuellagern das gesamte Pleuel aus Sintermetall maßgetreu (d. h. kalibriert) gefertigt wird und auf einer entsprechend harten und verschleißfesten Zapfen- und Kolbenbolzenoberfläche läuft. All diese beschriebenen Ausführungen haben die gemeinsamen Vorteile einer einfachen und unkomplizierten Montage bzw. Demontage, vergleichbar etwa der eines Stirnkurbeltriebwerkes und der gleichmäßigen Hauptlagerbeanspruchung sowie der relativ niedrigen Kurbelwellenbeanspruchung zwischen den Pleuelstangen und den Hauptlagern verbunden mit einer guten Lagetreueheit, d. h. Parallelität zwischen Kurbelzapfenachse und Kurbelwellendrehachse eines beidseitig zur Kröpfung gelagerten Triebwerkes. Des weiteren ist es vorteilhaft, daß bei dieser Ausführung der Ausgleich von Massenkraften und Massenmomenten mit geringstem Fertigungsaufwand realisiert werden kann.

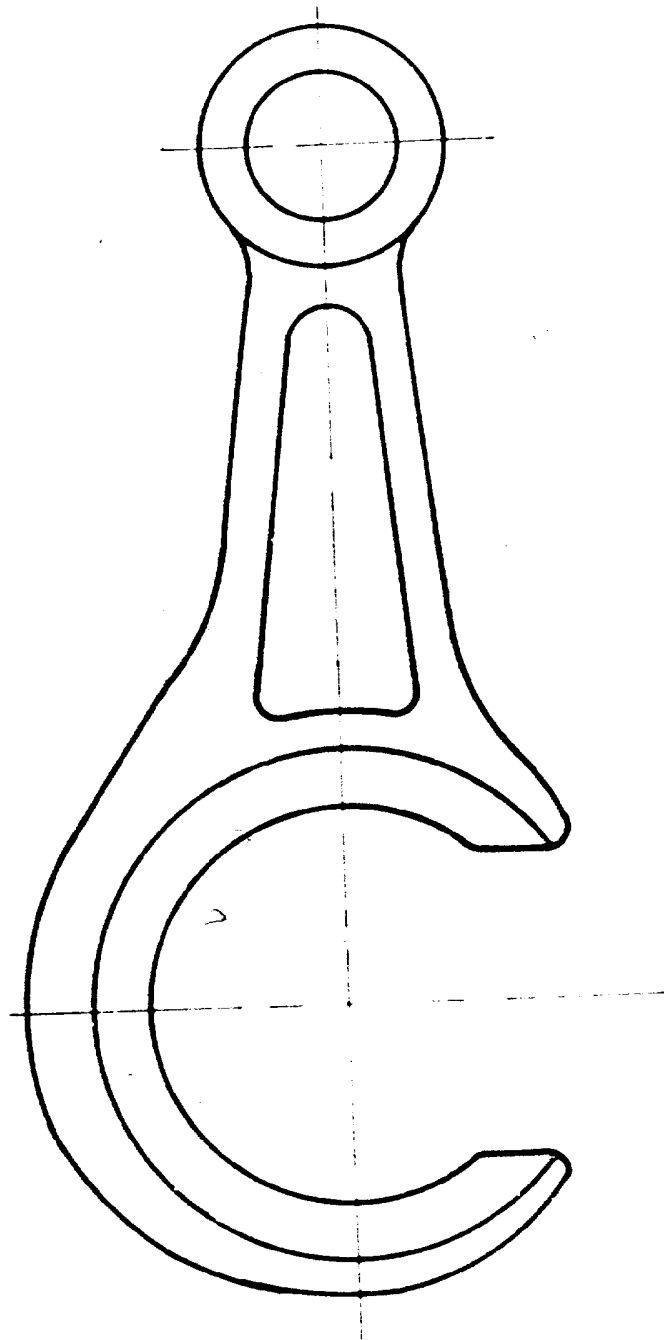


Fig. 1

-5-

241335

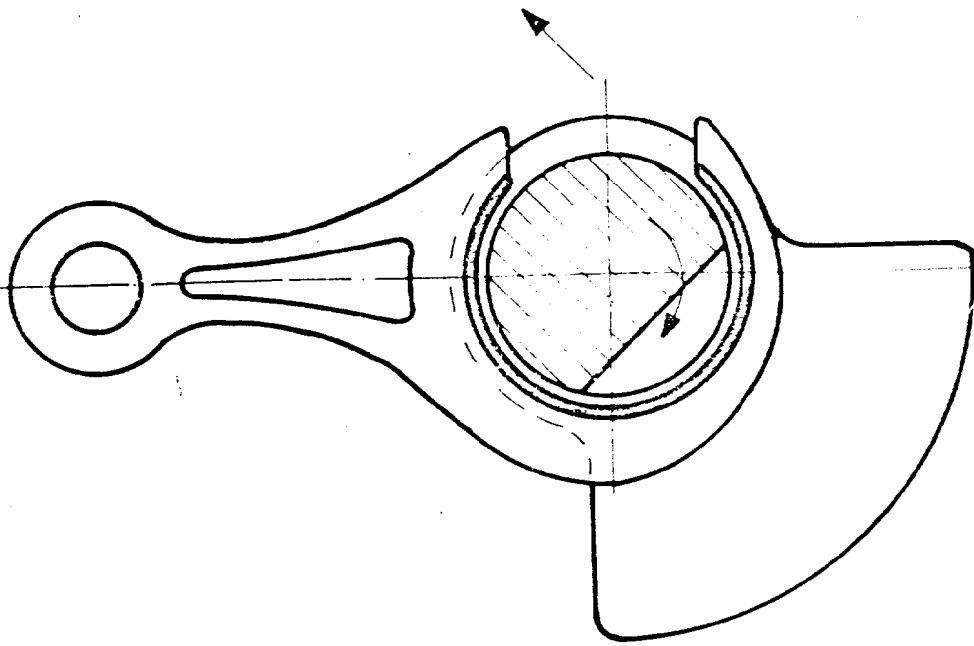
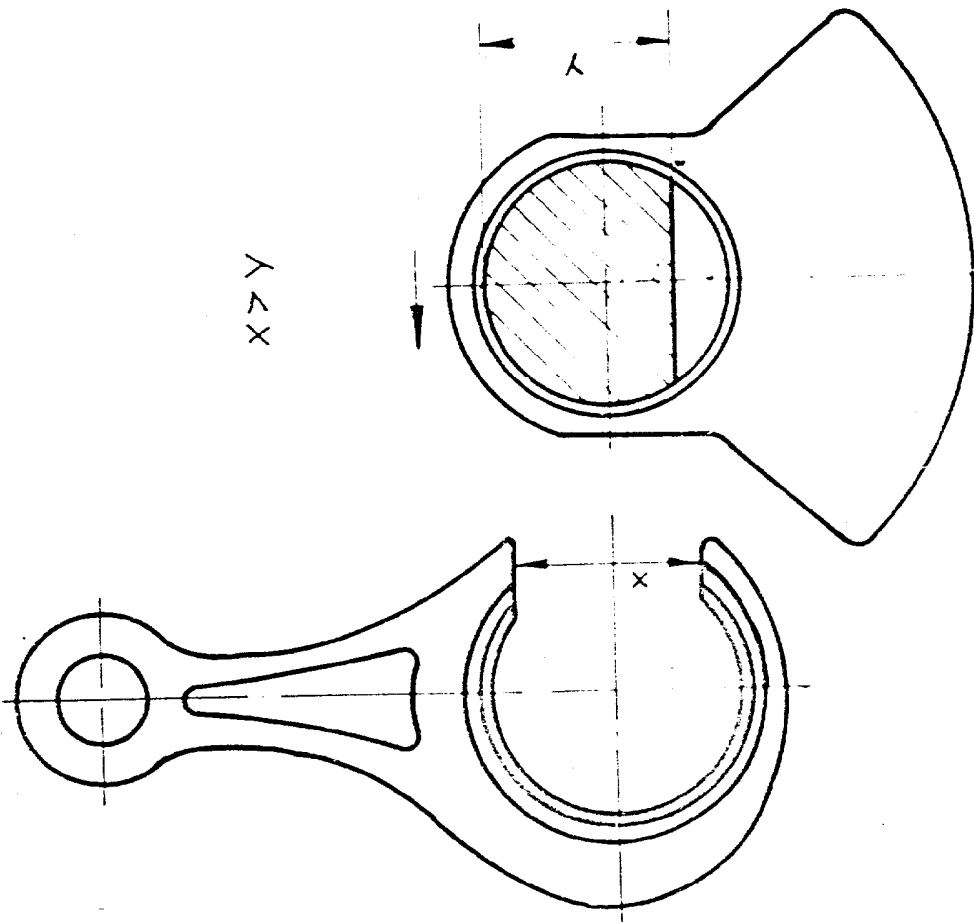


Fig 2



-3095- 287329

-81085- 287329

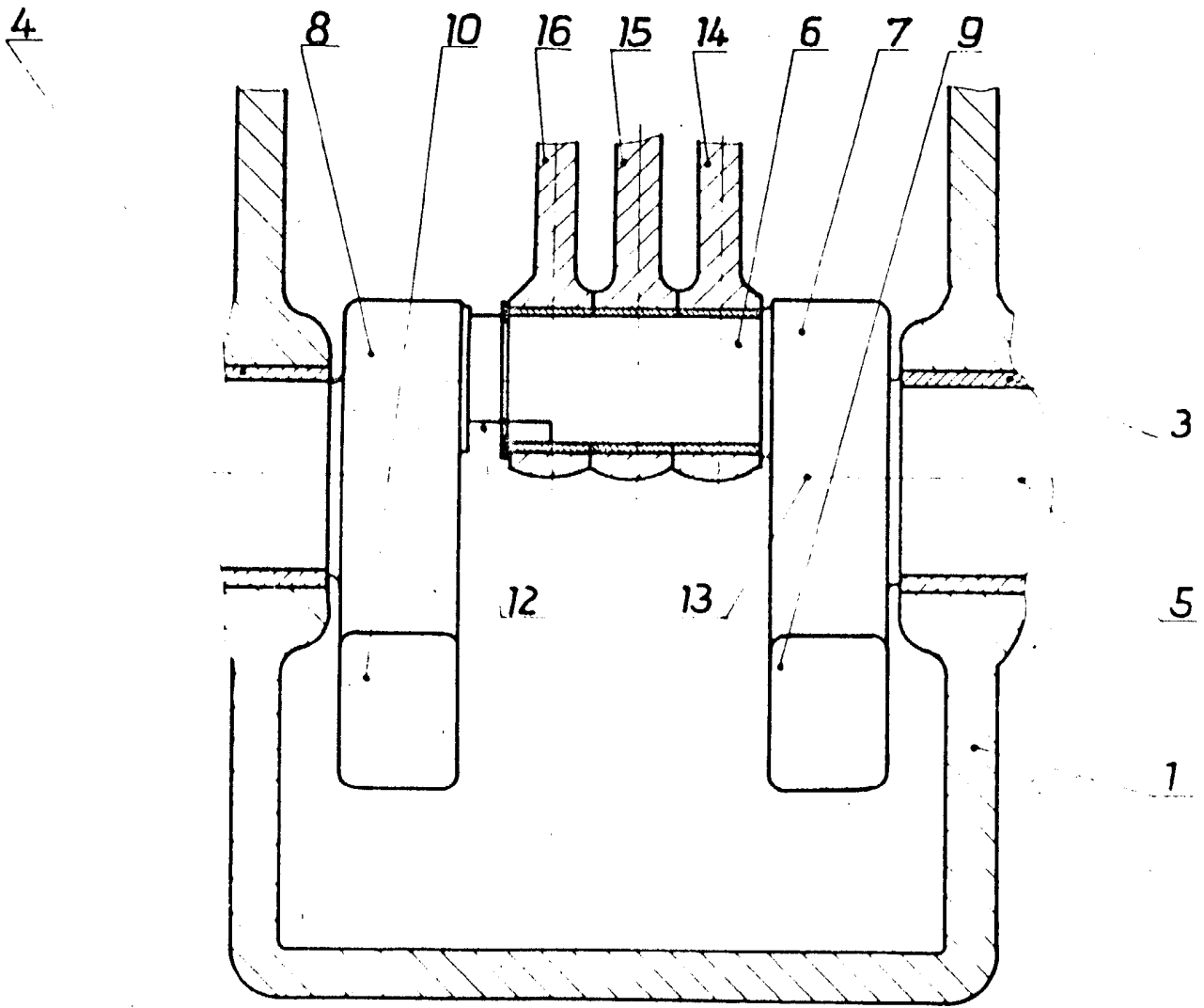


Fig 3

-9-

241003