



(12) Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

(19) **DD** (11) **225 748 A1**

4(51) F 04 C 5/00

**AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN**

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP F 04 C / 251 467 8

(22) 31.05.83

(44) 07.08.85

(71) Technische Hochschule Otto von Guericke, 3010 Magdeburg, PSF 124, DD

(72) Maurischat, Wolfgang, Dipl.-Ing., DD

**(54) Verstelleinrichtung zur Veränderung des Fluidstromes von Verdrängermaschinen**

(57) Die Erfindung betrifft eine Verstelleinrichtung zur Veränderung des Fluidstromes von Verdrängermaschinen, die im wesentlichen aus einem Leitring, einem Rotor und mehreren, mit dem Rotor umlaufenden Verdrängerkammern bestehen. Die Verdrängerkammern sind teilweise durch Kolben bzw. Flügel begrenzt und ändern während eines Umlaufes ihr Volumen. Über Stellelemente der Verstelleinrichtung ist der Abstand zwischen Rotor und Leitring einstellbar. Ziel ist es, ohne größeren Mehraufwand ein günstigeres Masse-Leistungsverhältnis der Verdrängermaschine zu ermöglichen. Hierbei soll eine Belastung der Lager infolge des hydraulischen Betriebsdruckes vermieden werden. Erfindungsgemäß besteht der Leitring aus elastisch verformbarem Material. Die Kräfteinwirkung zur Verformung des Leitringes über die Stellelemente erfolgt in entgegengesetzter Richtung. Als Leitring kann beispielsweise ein elastisch verformbares Wälzlager verwendet werden. Fig. 3

#### Titel der Erfindung

Verstelleinrichtung zur Veränderung des Fluidstromes von Verdrängermaschinen

#### Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft eine Verstelleinrichtung zur Veränderung des Fluidstromes von Verdrängermaschinen, die im wesentlichen aus einem Leitring, einem Rotor und mehreren radial nebeneinander, voneinander getrennt angeordneten Verdrängerkammern bestehen und bei denen der Abstand zwischen dem Mantel des Rotors und dem Leitring über radial am Leitring angreifende Stellelemente der Verstelleinrichtung veränderbar ist, wobei die Verdrängerkammern synchron mit dem Rotor umlaufen und jede Verdrängerkammer teilweise durch mindestens einen Kolben bzw. Flügel begrenzt ist, der mit einer seiner Stirnseiten ständig am Leitring anliegt und im Rotor verschiebbar angeordnet ist.

#### Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Es sind bereits Verstelleinrichtungen zur Veränderung des Fluidstromes bekannt, deren radial auf den Leitring der Verdrängermaschine wirkende Stellelemente den Leitring gegenüber dem Rotor exzentrisch verschieben, so daß dadurch auch die Umlaufbahn der Verdrängerkammern exzentrisch zum

Leitring verläuft. Damit ändert jede Verdrängerkammer während eines Umlaufs kontinuierlich die Größe ihres Volumens einmal von einem Minimalwert auf einen Maximalwert und wieder zu dem Minimalwert. Die Differenz zwischen minimalem und maximalem Volumen bestimmt die Größe des Fluidstromes, während die Volumendifferenz durch die eingestellte Exzentrizität festgelegt ist, so daß schließlich die Exzentrizität ein Maß für die Größe des Fluidstromes ist. Bei einfachwirkenden innenbeaufschlagten Radialkolbenmaschinen, bei denen das Volumen jeder Verdrängerkammer durch den Hub pro Umdrehung des sie stirnseitig begrenzenden Kolbens bestimmt ist, verändert sich durch die Verstellung der Exzentrizität zwischen Rotor und Leitring der Abstand zwischen den beiden Totpunkten des Kolbens und damit das pro Umdrehung des Rotors verdrängte Volumen des Fluidstromes.

Die Veränderung des Hubvolumens durch Verstellung der Exzentrizität geschieht auf Kosten der Lagerbelastung infolge des einseitig wirksamen hydraulischen Betriebsdruckes in den Verdrängerkammern. Deshalb müssen die Lager verhältnismäßig groß ausgelegt werden, was eine große Masse sowie entsprechend große Bauweise der Radialkolbenmaschine zur Folge hat. Eine weitere Vergrößerung der Masse und der Bauweise ist durch die in der Verstelleinrichtung untergebrachten Elemente, die die Gegenkraft bei Verstellung der Exzentrizität aufbringen müssen, beispielsweise der Federn, sowie durch zusätzlich erforderliche Steuereinrichtungen für die Kolben, bedingt. Dadurch weisen einfachwirkende Radialkolbenmaschinen insgesamt ein ungünstiges Masse-Leistungsverhältnis auf.

Bei Flügelzellenmaschinen befinden sich die Verdrängerkammern zwischen Leitring und Rotormantel, sind axial durch die Stirnseiten der Verdrängermaschine begrenzt und werden durch im Rotor radial verschiebbar angeordnete Flügel, die mit einer Stirnseite ständig an dem Leitring anliegen, voneinander getrennt. Das verdrängte Volumen pro Umdrehung des Rotors ist somit durch die Differenz des größten und kleinsten Abstandes des Rotormantels vom Leitring bestimmt.

Durch Verstellung der Exzentrizität zwischen Rotor und Leitring ändert sich diese Abstandsdifferenz und damit das pro Umdrehung des Rotors verdrängte Volumen des Fluidstromes.

Für einfachwirkende Flügelzellenpumpen sind Verstelleinrichtungen bekannt, die im wesentlichen aus zwei diametral angeordneten, im Pumpengehäuse gleitend gelagerten Kolben bestehen. Die Kolben werden mittels Federdruck und durch den auf eine ihrer Flächen wirkenden Flüssigkeitsdruck gegen den Leitring gedrückt und verstellen diesen gegenüber dem Rotor (DE-OS 3 123 420). Auch in diesem Fall geschieht die Veränderung des Kammervolumens durch Verstellen der Exzentrizität auf Kosten der Lagerbelastung infolge des einseitig wirksamen hydraulischen Betriebsdruckes in den Verdrängerkammern. Deshalb müssen die Lager verhältnismäßig groß ausgelegt werden, was eine entsprechend große Masse sowie große Bauweise der Flügelzellenmaschine zur Folge hat. Eine weitere Vergrößerung der Masse und der Bauweise ist durch die zur Verstellung erforderlichen Kolben und der dazugehörigen Federn, die die Gegenkraft bei Verstellung der Exzentrizität aufbringen müssen, sowie durch zusätzlich erforderliche Steuereinrichtungen für die Kolben bedingt.

Wesentlich kleiner und demzufolge leichter bauen doppelt wirkende Flügelzellenmaschinen. In einem elliptischen Leitring rotiert konzentrisch zu diesem der die Flügel radial beweglich aufnehmende Rotor. Aufgrund der durch die unterschiedliche Länge der Halbachsen des elliptischen Leitringes bedingten Exzentrizität weisen die durch die einzelnen Flügel voneinander getrennten Kammern ein unterschiedliches Volumen auf, so daß bei Relativbewegung des Rotors gegenüber dem Leitring eine Saug- und eine Druckwirkung erreicht wird. Hierbei werden die Lager symmetrisch belastet, da sich die Kräfte infolge des hydraulischen Betriebsdruckes in den Verdrängerkammern gegenseitig aufheben. Somit können die Lager entsprechend kleiner ausgelegt werden. Dadurch wird auch die gesamte Maschine kleiner.

Nachteilig ist die fehlende Verstellmöglichkeit, da der elliptische Leitring starr ist.

Das Anwendungsgebiet derartiger Flügelzellenmaschinen ist dementsprechend eingeschränkt. Außerdem läßt sich der elliptische Leitring wesentlich schwieriger herstellen als ein Leitring mit kreisförmigem Querschnitt.

#### Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist es, eine Verstelleinrichtung zu entwickeln, die ohne größeren Mehraufwand ein wesentlich günstigeres Masse-Leistungsverhältnis der Verdrängermaschine ermöglicht.

#### Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Verstelleinrichtung zu entwickeln, die unter Verwendung verhältnismäßig einfacher Mittel eine Verstellung des Verdrängerkammervolumens ermöglicht, ohne daß dabei die Lager Kräfte infolge des hydraulischen Betriebsdruckes aufnehmen müssen. Außerdem soll die Verstelleinrichtung verhältnismäßig klein aufgebaut sein.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß der Leitring aus elastisch verformbarem Material besteht und die Krafteinleitung zur Verformung des Leitringes über die Stellelemente in entgegengesetzter Richtung erfolgt.

Eine mögliche Ausführungsform besteht darin, als Leitring elastisch verformbare hülsenartige Teile zu verwenden.

Vorteilhafterweise kann aber auch als Leitring ein elastisch verformbares Lager, beispielsweise ein elastisch verformbares Wälz- bzw. Gleitlager verwendet werden.

Um bei der Krafteinleitung eine unzulässige Verformung in den Krafteinleitungsbereichen zu vermeiden sowie eine gezielte Verformung des kreisförmigen Leitringes zu einer Ellipse zu erreichen, kann der Leitring eine kontinuier-

liche Dickenabnahme von den Krafteinleitungsbereichen her aufweisen.

Bei Verwendung von elastisch verformbaren Lagern kann das Lager zusätzlich von einem verformbaren Ring umgeben sein, der von den Bereichen der Krafteinleitung her eine kontinuierliche Dickenabnahme aufweist.

Die Kraftaufbringung erfolgt mit bekannten Mitteln. Das Prinzip der innenbeaufschlagten Radialkolbenmaschine bzw. Flügelzellenmaschine wird durch die erfindungsgemäße Lösung nicht verändert. Bei Rotation des Rotors um seine Mittelachse legen sich die Kolben bzw. Flügel durch Fliehkraft oder Formschluß an dem Leitring an. Entsprechend der Verformung des Leitringes vollführen im Fall der innenbeaufschlagten Radialkolbenmaschine die Kolben pro Umdrehung zwei definierte Hübe bzw. erfolgt im Fall der Flügelzellenmaschine pro Umdrehung eine zweimalige Verkleinerung bzw. Vergrößerung des Abstandes zwischen Rotormantel und Leitring und damit des Volumens der Verdrängerkammern. Die Hubdifferenz bzw. die Differenz zwischen Maximal- und Minimalwert des Abstandes von Rotor und Leitring sind durch das Maß der Verformung des Leitringes zur Ellipse bestimmt.

Bei Verwendung von elastischen Wälzlagern wird infolge der umlaufenden radial verschiebbaren Kolben der Innenring des Wälzlagers unabhängig vom Grad der Verformung mitbewegt. Die Verformung wird über die Wälzkörper des Wälzlagers vom feststehenden Außenring auf den Innenring übertragen. Die Rückstellung zum kreisförmigen Zustand des Leitringes bis zum saug- bzw. drucklosen Zustand der Verdrängermaschine erfolgt durch die inneren Spannungen des verformten Leitringes sowie durch die Rückstellkraft der Kolben.

Die infolge des hydraulischen Betriebsdruckes auf die Lager wirkenden Kräfte heben sich aufgrund der sich immer symmetrisch gegenüberliegenden Druckfelder auf. Somit können die Lager wesentlich kleiner dimensioniert werden als es bisher bei verstellbaren Verdrängermaschinen der Fall war,

wodurch auch die gesamte Maschine eine kleinere Bauweise aufweist. Auch die Einrichtungen zur Aufbringung der Verformungskräfte können wesentlich kleiner gestaltet werden, da die Funktion der bisher zur Rückstellung erforderlichen Federn von Verformungskräften im elastischen Leitring übernommen wird.

Vorteilhaft ist ferner, daß die erfindungsgemäße Lösung das gegenüber einfachwirkenden Verdrängermaschinen für die Gleichmäßigkeit des Fluidstromes günstigere Prinzip der Doppelwirkung realisiert.

Bei Flügelzellenmaschinen ist außerdem vorteilhaft, daß die bisher zwischen Leitring und Flügel aufgetretene und zum frühzeitigen Verschleiß dieser Teile führende Reibung bei Verwendung von elastischen Lagern in diese verlegt wird und dadurch sich die Lebensdauer der Maschine erhöht.

#### Ausführungsbeispiel

Nachfolgend soll die Erfindung an einem Beispiel näher erläutert werden. In der zugehörigen Zeichnung zeigen

- Fig. 1 die prinzipmäßige Darstellung einer erfindungsgemäßen Verstelleinrichtung an Radialkolbenmaschinen unter Verwendung elastisch verformbarer Hülsen,
- Fig. 2 die prinzipmäßige Darstellung der erfindungsgemäßen Verstelleinrichtung an Radialkolbenmaschinen unter Verwendung eines elastisch verformbaren Lagers im unverformten Zustand,
- Fig. 3 die Verstelleinrichtung gemäß Fig. 2 im verformten Zustand und
- Fig. 4 die prinzipmäßige Darstellung der erfindungsgemäßen Verstelleinrichtung an Flügelzellenmaschinen unter Verwendung eines elastisch verformbaren Wälzlagers im verformten Zustand.

Wie aus Fig. 1 zu erkennen ist, besteht die Verstelleinrichtung im wesentlichen aus einer elastischen Hülse 1, die durch

eine mit Pfeilen gekennzeichnete und eine Kraft  $F$  aufbringende Verformungseinrichtung 2 zu einer Ellipse verformt ist. Die im Ausgangszustand kreisrunde elastische Hülse ist in Fig. 1 durch eine gestrichelte Linie gekennzeichnet. Entsprechend der Verformung der elastischen Hülse 1 legen sich die in einem Kolbenträger 3 radial beweglichen Kolben 4 an der Innenwandung der elastischen Hülse 1 an und führen bei Rotation des Kolbenträgers 3 um einen Steuerzapfen 5 einen von der Verformung der elastischen Hülse 1 bestimmten Hub aus. Die Größe des Hubes ist bekanntlich ein Maß für die Größe des Förderstromes bzw. des Schluckstromes.

Fig. 2 zeigt den Einsatz eines elastischen Wälzlagers als elastisch verformbaren Leitring. In bekannter Weise besteht das Wälzlager aus einem Innenring 6 und einem Außenring 7. Die durch die Verformungseinrichtung 2 gemäß Fig. 3 erzeugte Verformung des Außenringes 7 wird durch Wälzkörper 8 auf den Innenring 6 übertragen. In diesem Fall wird der Innenring 6 durch die an ihm anliegenden radial verschiebbaren Kolben 4 entsprechend der Verformung des Außenringes 7 abwechselnd mehr oder weniger in den Kolbenträger 3 hinein- bzw. hinausbewegt, so daß das dadurch erzielbare veränderliche Hubvolumen eine stufenlose Änderung des Förderstromes bei Pumpen bzw. Schluckstromes bei Motoren ermöglicht.

Fig. 4 zeigt die Verwendung eines Wälzlagers als Leitring bei Verstelleinrichtungen an Flügelzellenmaschinen. Es ist natürlich auch möglich, wie bei den zuvor beschriebenen Radialkolbenmaschinen, anstelle des Wälzlagers eine elastisch verformbare Hülse zu verwenden.

Bei Flügelzellenmaschinen sind Flügel 9 in einem Flügelträger 10 radial beweglich angeordnet. Die durch die Verformungseinrichtung 2 erzeugte Verformung des Außenringes 7 wird durch die Wälzkörper 8 auf den Innenring 6 übertragen. In diesem Fall wird der Innenring 6 durch die an ihm anliegenden Flügel 9 mitbewegt. Dabei werden die Flügel 9 entsprechend der Verformung des Außenringes 7 abwechselnd mehr



oder weniger in den Flügelträger 10 hinein- bzw. hinausbewegt. Der Abstand zwischen dem Mantel des Flügelträgers 10 und dem Innenring 6 des Wälzlagers ändert sich bei jeder Umdrehung des Flügelträgers 10, so daß sich auch das Volumen der Verdrängerkammern ändert und damit die Größe des Förderstromes bei Pumpen bzw. des Schluckstromes bei Motoren stufenlos ändert.

## Erfindungsanspruch

1. Verstelleinrichtung zur Veränderung des Fluidstromes von Verdrängermaschinen, die im wesentlichen aus einem Leitring, einem Rotor und mehreren, radial nebeneinander, voneinander getrennt angeordneten Verdrängerkammern bestehen, und bei denen der Abstand zwischen dem Mantel des Rotors und dem Leitring über radial am Leitring angreifende Stellelemente der Verstelleinrichtung veränderbar ist, wobei die Verdrängerkammern synchron mit dem Rotor umlaufen und jede Verdrängerkammer teilweise durch mindestens einen Kolben bzw. Flügel begrenzt ist, der mit einer seiner Stirnseiten ständig am Leitring anliegt und im Rotor radial verschiebbar angeordnet ist, gekennzeichnet dadurch, daß der Leitring aus elastisch verformbarem Material besteht und die Krafteinleitung zur Verformung des Leitringes über die Stellelemente in entgegengesetzter Richtung erfolgt.
2. Verstelleinrichtung nach Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß als Leitring ein elastisch verformbares hülsenartiges Teil verwendet wird.
3. Verstelleinrichtung nach Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß als Leitring ein elastisch verformbares Lager verwendet wird.
4. Verstelleinrichtung nach Punkt 1, gekennzeichnet dadurch, daß der Leitring eine kontinuierliche Dickenabnahme von den Krafteinleitungsbereichen her aufweist.
5. Verstelleinrichtung nach Punkt 3, gekennzeichnet dadurch, daß das elastisch verformbare Lager zusätzlich von einem elastisch verformbaren Ring umgeben ist, der von den Bereichen der Krafteinleitung her eine kontinuierliche Dickenabnahme aufweist.

Hierzu eine Seite Zeichnungen

