



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
23.10.2024 Patentblatt 2024/43

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
F01C 21/02 ^(2006.01) **F04C 2/18** ^(2006.01)
F04C 13/00 ^(2006.01) **F04C 15/00** ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **23168853.2**

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
F04C 2/18; F01C 21/02; F04C 13/002;
F04C 15/0042; F04C 2240/54

(22) Anmeldetag: **20.04.2023**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC ME MK MT NL
NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(72) Erfinder:
• **BRANDS, Hendrik**
5436 Würenlos (CH)
• **TRIEBE, René**
8603 Schwerzenbach (CH)
• **STEINMANN, Markus**
8052 Zürich (CH)

(71) Anmelder: **Maag Pump Systems AG**
8154 Oberglatt (CH)

(74) Vertreter: **Rigling, Peter Daniel**
Rigling IP AG
Lenggisrain 73
8645 Rapperswil-Jona (CH)

(54) **ZAHNRADPUMPE UND DEREN VERWENDUNG**

(57) Zahnradpumpe mit ineinandergreifenden, von einem Gehäuse umschlossenen Zahnrädern (1) mit auf Wellenachsen (9) angeordneten, jeweils seitlich von den Zahnrädern (1) abstehenden Lagerzapfen, die im Gehäuse mittels jeweils eine Gleitlagerlänge aufweisenden Gleitlagern (3) gelagert sind, die je eine Schmier- tasche (2) mit radialer Ausdehnung aufweist, wobei die Schmier- tasche (2) von einer zahnradseitigen Stirnseite (7) des jeweiligen Gleitlagers (3) um einen ersten Abstand (d_1) beabstandet ist, so dass ein erster Steg (11) mit einer ersten Stegbreite (D_1) mit axialer Ausdehnung entsprechend einer Gleitlageroberfläche vorhanden ist. Die Er-

findung zeichnet sich dadurch aus, dass die Schmier- tasche (2) ferner zur gegenüber der zahnradseitigen Stirn- seite (7) liegenden Lagerstirnseite (8) um einen zweiten Abstand (d_2) beabstandet ist, so dass ein zweiter Steg (12) mit einer zweiten Stegbreite (D_2) mit axialer Aus- dehnung entsprechend einer Gleitlageroberfläche vor- handen ist, dass eine Bohrung (4) durch das Gleitlager (3) führt und mit der Schmier- tasche (2) bei einer Ein- spritzstelle (13) kommuniziert und dass die Bohrung (4) mit einer Fördereinrichtung zur Förderung von Schmier- medium in die Schmier- tasche (2) wirkverbunden ist.

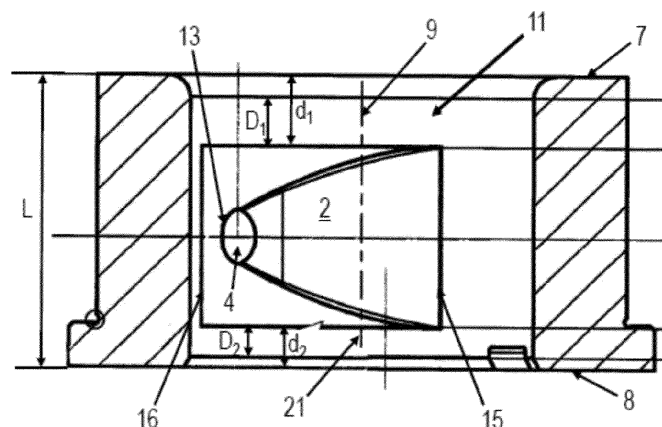


Fig. 2

Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Zahnradpumpe nach dem Oberbegriff von Anspruch 1 sowie eine Verwendung der Zahnradpumpe nach Anspruch 15.

STAND DER TECHNIK

[0002] Zahnradpumpen bestehen im Wesentlichen aus einem Paar ineinandergreifender Zahnräder, die von einem Gehäuse umschlossen sind und von denen seitlich jeweils um die Längsachse angeordnete Lagerzapfen abstehen, die in Fördermedium-geschmierten Gleitlagern ihren Sitz haben.

[0003] Da Zahnradpumpen eine fördersteife Kennlinie besitzen, eignen sie sich besonders gut für den Transport von Fördermedien von einer Saug- auf eine Druckseite. Zwischen beiden letzteren entsteht aufgrund des geförderten Volumenstromes in den Folgeaggregaten ein Druckgefälle, welches bei hochviskosen Medien besonders gross ist und zu einer Kraftübertragung auf jedes Zahnrad führt.

[0004] Eine bekannte Zahnradpumpe ist beispielsweise in EP-1 790 854 A1 beschrieben, wobei es sich hierbei um eine Zahnradpumpe handelt, bei der ein Lagerzapfendurchmesser nahezu oder gleich einem Fusskreisdurchmesser der Verzahnung entspricht.

[0005] Die bekannten Zahnradpumpen haben Gleitlager, die mit dem Fördermedium geschmiert werden. An den Gleitlagern liegt auf der einen Seite der Zahnradpumpen-austrittsseitige hoher Druck an, wogegen hinter dem Gleitlager annähernd saugseitiger Druck der Zahnradpumpe herrscht, der deutlich niedriger ist als der Druck auf der Seite des Pumpenaustritts. Durch diese Druckdifferenz strömt Fördermedium, das für den Schmierfilmaufbau im Gleitlager benötigt wird, vom Pumpenaustritt in das Gleitlager. Eine Druckschmiernut in der Stirnseite des Gleitlagers bildet hierbei eine direkte Verbindung von der Austrittsseite in das Gleitlager, um die Schmiernut im Gleitlager möglichst gut mit Fördermedium zu versorgen.

[0006] Wird als Fördermedium eine Polymerschmelze verwendet, die zudem mit hohen Anteilen an Feststoffen oder mit Feststoffen oberhalb einer kritischen Grösse (allgemein als Fremdpartikel bezeichnet) versetzt ist, stellt dies für eine ausreichende Schmierung im Gleitlager eine Schwierigkeit dar. Für eine gute Funktion der Gleitlager ist es wichtig, einen Schmierfilm aus Fördermedium aufzubauen. Gelangen zu viele oder zu grosse Fremdpartikel in den engen Schmierspalt zwischen Welle und Gleitlager, besteht die Gefahr eines Schadens am Gleitlager oder an der Welle, was zu einem Ausfall der Zahnradpumpe führen kann. Dies ist insbesondere bei einer Partikelgrösse der Fall, die grösser ist als die Höhe des Minimalschmierfilms, denn dies führt zu einer Unterbrechung des Schmiermittelflusses durch Verstopfung

im Gleitlager und damit zu einem Ausfall der Zahnradpumpe. Gelangt zu wenig Schmelze in das Gleitlager, besteht die Gefahr einer Mangelschmierung. Ein erhöhter Durchfluss von Partikel-beladener Schmelze (Fördermedium) kann auch zu erhöhten abrasivem Verschleiss der Gleitlageroberflächen führen.

[0007] Ferner können bei einem Polymer als Fördermittel nicht geschmolzene Polymerpartikel (kleine Klumpen), die über die Schmiernut in das Gleitlager gelangen, den Schmierstrom blockieren und zu einem Ausfall der Zahnradpumpe führen.

[0008] Das Problem der Fremdpartikel kann in gewissen Grenzen durch den Einsatz eines Gleitlagers mit Fülltaschen angegangen werden, wie es z. B. in der EP 4 083 428 A1 beschrieben wurde. Die in das Gleitlager eingearbeitete Fülltasche zeichnet sich dabei durch einen Steg zwischen Zahnrad-seitiger Stirnfläche des Gleitlagers und der Fülltasche aus, wobei der Steg grosse Fremdpartikel im Fördermedium hindert, in den Schmierspalt zwischen Zahnradwelle und Gleitlager zu gelangen. Für viele Anwendungen bietet dieser Ansatz bereits eine gute Lösung für das «Herausfiltern» von Festkörpern aus dem Hauptstrom, bevor das gefilterte Medium zum Aufbau des Schmierfilms in das Gleitlager gelangt.

[0009] Bei Polymerschmelzen als Fördermedium mit niedriger Viskosität, die nur einen dünnen Schmierfilm im Gleitlager aufbauen können, reicht diese bekannte Art der Filterung des Fördermediums jedoch nicht aus. Es gelangen immer noch zu viele Fremdstoffe in den Schmierspalt und das Risiko eines Schadens (so genannter Fresser) steigt an.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0010] Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine verbesserte Zahnradpumpe anzugeben, die im Betrieb gegenüber bekannten Lösungen wesentlich robuster ist.

[0011] Diese Aufgabe wird durch die im Kennzeichen von Anspruch 1 angegebenen Merkmale gelöst. Weitere Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung sowie eine Verwendung sind in weiteren abhängigen Ansprüchen definiert.

[0012] Eine erfindungsgemässe Zahnradpumpe umfasst ineinandergreifende, von einem Gehäuse umschlossene Zahnräder mit auf Wellenachsen angeordneten, jeweils seitlich von den Zahnrädern abstehenden Lagerzapfen, die im Gehäuse mittels jeweils eine Gleitlagerlänge aufweisenden Gleitlagern gelagert sind, die je eine Schmiertasche mit radialer Ausdehnung aufweisen, wobei die Schmiertasche von einer zahnradseitigen Stirnseite des jeweiligen Gleitlagers um einen ersten Abstand beabstandet ist, so dass ein erster Steg mit einer ersten Stegbreite mit axialer Ausdehnung entsprechend einer Gleitlageroberfläche vorhanden ist. Die Erfindung zeichnet sich dadurch aus,

- dass die Schmier Tasche ferner zur gegenüber der zahnradseitigen Stirnseite liegenden Lagerstirnseite um einen zweiten Abstand beabstandet ist, so dass ein zweiter Steg mit einer zweiten Stegbreite mit axialer Ausdehnung entsprechend einer Gleitlageroberfläche vorhanden ist,
- dass eine Bohrung durch das Gleitlager führt und mit der Schmier Tasche bei einer Einspritzstelle kommuniziert und
- dass die Bohrung mit einer Fördereinrichtung zur Förderung von Schmiermedium in die Schmier Tasche wirkverbunden ist.

[0013] Die erfindungsgemässe Zahnradpumpe ist damit im Vergleich zu bekannten Zahnradpumpen wesentlich robuster, denn es können bei einem Polymer als Fördermedium weder unaufgeschmolzene Polymerpartikel (kleine Klumpen) noch Fremdpartikel in die Schmiernut im Gleitlager gelangen. Das Risiko einer Blockade des Schmierstromes wird dadurch signifikant reduziert. Der Schmierstrom wird daher weit weniger blockiert, wodurch die Ausfallwahrscheinlichkeit der erfindungsgemässen Zahnradpumpe deutlich geringer ist.

[0014] Eine Ausführungsvariante der erfindungsgemässen Zahnradpumpe besteht darin, dass die erste Stegbreite mindestens 5% bis 20%, vorzugsweise 15%, der Gleitlagerlänge beträgt.

[0015] Weitere Ausführungsvarianten der erfindungsgemässen Zahnradpumpe bestehen darin, dass die zweite Stegbreite mindestens 5% bis 15%, vorzugsweise 10%, der Gleitlagerlänge beträgt.

[0016] Noch weitere Ausführungsvarianten der erfindungsgemässen Zahnradpumpe bestehen darin, dass die Schmier Tasche in Bezug auf eine durch die beiden Wellenachsen aufgespannte Ebene und in Rotationsrichtung der Zahnräder in einem Winkelbereich von 210° bis 315°, vorzugsweise bei 270°, beginnt.

[0017] Noch weitere Ausführungsvarianten der erfindungsgemässen Zahnradpumpe bestehen darin, dass die Schmier Tasche in Bezug auf eine durch die beiden Wellenachsen aufgespannte Ebene und in Rotationsrichtung der Zahnräder in einem Winkelbereich von 300° bis 30°, vorzugsweise bei 355°, endet.

[0018] Noch weitere Ausführungsvarianten der erfindungsgemässen Zahnradpumpe bestehen darin, dass die Einspritzstelle in axialer Ausdehnung der Schmier Tasche mittig in der Schmier Tasche angeordnet ist.

[0019] Noch weitere Ausführungsvarianten der erfindungsgemässen Zahnradpumpe bestehen darin, dass die Einspritzstelle in Bezug auf eine durch die beiden Wellenachsen aufgespannte Ebene und in Rotationsrichtung der Zahnräder in einem Winkelbereich von 225° bis 315°, vorzugsweise in einem Winkelbereich von 240° bis 300°, vorzugsweise bei 270°, angeordnet ist.

[0020] Noch weitere Ausführungsvarianten der erfindungsgemässen Zahnradpumpe bestehen darin, dass

die Schmier Tasche im Bereich der Einspritzstelle am tiefsten ist.

[0021] Noch weitere Ausführungsvarianten der erfindungsgemässen Zahnradpumpe bestehen darin, dass die Einspritzstelle, in Rotationsrichtung der Zahnräder gesehen, am Anfang der Schmier Tasche angeordnet ist.

[0022] Noch weitere Ausführungsvarianten der erfindungsgemässen Zahnradpumpe bestehen darin, dass die Schmier Tasche, ausgehend von der Einspritzstelle und in Rotationsrichtung der Zahnräder gesehen, breiter ausgebildet ist.

[0023] Noch weitere Ausführungsvarianten der erfindungsgemässen Zahnradpumpe bestehen darin, dass Querschnittsflächen der Schmier Tasche, ausgehend von der Einspritzstelle und in Rotationsrichtung der Zahnräder gesehen, über 2/3 deren abgewickelten Länge gleich gross sind und dass Querschnittsflächen der Schmier Tasche über die restliche abgewickelte Länge bis zum Ende der Schmier Tasche stetig abnehmend ausgebildet sind.

[0024] Noch weitere Ausführungsvarianten der erfindungsgemässen Zahnradpumpe bestehen darin, dass eine Querschnittsfläche der Bohrung gleich gross wie die Querschnittsflächen der Schmier Tasche in den ersten 2/3 der abgewickelten Länge der Schmier Tasche ist.

[0025] Noch weitere Ausführungsvarianten der erfindungsgemässen Zahnradpumpe bestehen darin, dass die Bohrung radial zu einem Aussendurchmesser des jeweiligen Gleitlagers angeordnet ist.

[0026] Noch weitere Ausführungsvarianten der erfindungsgemässen Zahnradpumpe bestehen darin, dass mindestens einer der Lagerzapfen zumindest über einen Teil seiner axialen Erstreckung einen Lagerzapfendurchmesser aufweist, der im Bereich von 90% bis 100% eines Fusskreisdurchmessers der Verzahnung des zugehörigen Zahnrades liegt.

[0027] Schliesslich umfasst die vorliegende Erfindung eine Verwendung der Zahnradpumpe nach einer oder mehrerer der vorstehend genannten Ausführungsvarianten zur Förderung von hochviskosen Fördermedien, wie Polymer, mit einem Massenprozentanteil von Füllstoffen (z.B. Titandioxid TiO_2 , Calciumcarbonat, Holzmehl, Stein, Kreide, Talg, Talkum, Silicate, Kohlenstoffe, insbesondere in Form von Russ) von über 60% an der Gesamtmasse des Fördermediums.

[0028] Ebenfalls umfasst die vorliegende Erfindung eine Verwendung der Zahnradpumpe nach einer oder mehrerer der vorstehend genannten Ausführungsvarianten zur Förderung von Fördermedien mit geringer Viskosität (grösser gleich einer Pascalsekunde), sowie fremdpartikelbeladene Polymerschmelzen, bei denen die Fremdpartikel eine Grösse aufweisen, die gleich oder grösser als der Minimalschmierfilm im Gleitlager ist.

[0029] Die erwähnten Ausführungsvarianten der vorliegenden Erfindung lassen sich in beliebiger Reihenfolge kombinieren. Lediglich diejenigen Kombinationen von Ausführungsvarianten sind ausgeschlossen, die durch die Kombination zu einem Widerspruch führen würden.

KURZE BESCHREIBUNG DER FIGUREN

[0030] Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung werden nachstehend anhand von Figuren noch näher erläutert. Diese dienen lediglich zur Erläuterung und sind nicht einschränkend auszulegen. Es zeigen:

- Fig. 1 ein bekanntes Zahnrad mit Lagerzapfen für eine erfindungsgemässe Zahnradpumpe in perspektivischer Darstellung,
- Fig. 2 einen Schnitt durch ein erfindungsgemässes Gleitlager parallel zu einer Längsachse des Zahnrades mit Blick auf eine Bohrung mit Schmier tasche,
- Fig. 3 einen teilweisen Schnitt quer durch das erfindungsgemässe Gleitlager im Bereich der Bohrung,
- Fig. 4 einen Schnitt gemäss Fig. 3 durch das erfindungsgemässe Gleitlager mit Winkelangaben zur Positionsbestimmung der Bohrung und der Schmier tasche und
- Fig. 5 eine graphische Darstellung des Querschnittverlaufs der erfindungsgemässen Schmier tasche in Funktion eines Rotationswinkels.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

[0031] Fig. 1 zeigt eine perspektivische Darstellung eines an sich bekannten Zahnrades 1 mit Lagerzapfen 5 und 6 für eine erfindungsgemässe Zahnradpumpe. Die Lagerzapfen 5 und 6 weisen über einen Teil ihrer axialen Erstreckung einen Lagerzapfendurchmesser D_L auf, der annähernd so gross ist wie ein Fusskreisdurchmesser D_F der Verzahnung. Zumindest liegt der Lagerzapfendurchmesser D_L im Bereich von 90% bis 100% des Fusskreisdurchmessers D_F . Selbstverständlich gilt dies auch für die in Fig. 1 nicht dargestellten Lagerzapfen des zweiten Zahnrades. Es wird aber ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die erwähnte Ausführungsvariante mit den vorstehend definierten Lagerzapfendurchmesser und Fusskreisdurchmesser nicht zwingend in dieser Art realisiert sein müssen. Denkbar ist auch eine herkömmliche Ausführungsvariante, bei der der Lagerzapfendurchmesser kleiner ist als 90% des Fusskreisdurchmessers.

[0032] Im Gegensatz zum bewährten Prinzip der Lagerschmierung mittels Fördermedium, welches durch Nuten in die Gleitlager geleitet wird (siehe beispielsweise EP 833 068 B1), wird neu ein sauberes, fremdstofffreies Schmiermedium zum Schmierfilmaufbau von einer separaten externen Fördereinrichtung bereitgestellt und über eine Bohrung 4 (Fig. 2) in eine Schmier tasche 2 (Fig. 2) ins Gleitlager 3 (Fig. 2) gedrückt. Auf diese Weise ist der Schmierfilmaufbau zwischen dem Gleitlager 3 und dem Lagerzapfen 5, 6 weitestgehend unabhängig von

den schmierfilmaufbauenden Eigenschaften des Fördermediums, da diese Aufgabe von einem geeigneten, sauberen und weitgehend fremdstofffreien Schmiermedium übernommen wird. Es wird ausdrücklich auf den Vorteil verwiesen, dass dieses externe Schmiermedium zum Schmierfilmaufbau von dem zu recycelnden Fördermedium verschieden sein kann. Es wird ausdrücklich betont, dass das externe Schmiermedium sich deutlich von dem Fördermedium unterscheiden kann. Abhängig von den Anwendungsdaten kann ein geeignetes externes Fördermedium (Schmiermedium) mit spezifischen Eigenschaften ausgewählt werden, nicht zuletzt aufgrund der Tatsache, dass nur ein vernachlässigbar kleiner Mengenanteil für die Schmierung der Gleitlager dafür benötigt wird. Beispielsweise wird ein Schmiermedium verwendet, dass im pumpfähigen Zustand eine Viskosität von 1 Pas hat.

[0033] Fig. 2 zeigt einen Querschnitt durch ein erfindungsgemässes Gleitlager 3 mit einer Gleitlagerlänge L . Die Schnittfläche verläuft parallel zur Wellenachse 9 und ist so gelegt, dass die in das Gleitlager 3 eingearbeitete Schmier tasche 2 ersichtlich ist.

[0034] Wie bereits aus Fig. 2 erkennbar ist, ist die Schmier tasche 2 von einer Zahnrad-seitigen Stirnfläche 7 (auch etwa als Lagerinnenseite bezeichnet) des Gleitlagers 3 um einen ersten Abstand d_1 beabstandet, so dass ein erster Steg 11 mit radialer Ausdehnung entsprechend der Gleitfläche des Gleitlagers 3 vorhanden ist. Der erste Steg 11 weist eine erste Stegbreite D_1 auf, wobei diese kleiner ist als der erste Abstand d_1 , denn ein Übergang von der Gleitfläche auf die Stirnfläche des Gleitlagers 3 gehört nicht zum ersten Steg 11. Es hat sich gezeigt, dass die Stegbreite D_1 5 bis 20%, vorzugsweise 15% der Gleitlagerlänge L betragen soll. Zu beachten ist, dass es sich bei der Stegbreite D_1 um eine Minimalangabe handelt, d.h. ein Zahnrad-seitiger Rand der Schmier tasche 2 muss nicht parallel zur Zahnrad-seitigen Stirnfläche verlaufen. Zudem ist es nicht zwingend notwendig, dass die Schmier tasche 2 überhaupt die minimale Stegbreite D_1 einnimmt.

[0035] Ferner ist die Schmier tasche 2 auf der anderen Lagerseite zu einer zweiten Stirnfläche 8 (auch etwa als Lageraussenseite bezeichnet), die gegenüber der Zahnrad-seitigen Stirnfläche 7 des Gleitlagers 3 liegt, um einen zweiten Abstand d_2 beabstandet, so dass ein zweiter Steg 12 vorhanden ist, der eine zweite Stegbreite D_2 aufweist, wobei diese wiederum kleiner ist als der zweite Abstand d_2 , denn ein Übergang von der Gleitfläche des Gleitlagers 3 auf die zweite Stirnfläche 8 des Gleitlagers 3 wird wiederum nicht zum zweiten Steg 12 gezählt. Es hat sich gezeigt, dass die Stegbreite D_2 5 bis 15%, vorzugsweise 10% der Gleitlagerlänge L betragen soll. Zu beachten ist auch hier, dass es sich bei der Stegbreite D_2 um eine Minimalangabe handelt, d.h. ein Lageraussenseite-seitiger Rand der Schmier tasche 2 muss nicht parallel zur Lageraussenseite verlaufen. Zudem ist es nicht zwingend notwendig, dass die Schmier tasche 2 überhaupt die minimale Stegbreite D_2 einnimmt.

[0036] Damit ist eine maximale axiale Ausdehnung (in Bezug auf die Wellenachse) der Schmier tasche 2 durch die vorstehenden Definitionen des ersten und zweiten Steges 11 bzw. 12 festgelegt. Eine maximale Ausdehnung der Schmier tasche 2 entlang der Gleitfläche des Gleitlagers 3 wird im Folgenden anhand von Fig. 3 und 4 erläutert werden.

[0037] Fig. 3 zeigt einen teilweisen Schnitt quer durch das erfindungsgemässe Gleitlager 3 im Bereich der Bohrung 4 und der dazugehörenden Schmier tasche 2, wobei die gezeigte Schmier tasche 2 lediglich eine von vielen möglichen Ausführungsvarianten der vorliegenden Erfindung ist. Die Lage der Schmier tasche 2 wird durch einen Winkel zu einer durch die beiden Wellenachsen 9 aufgespannte Ebene, die sogenannte Winkelbezugsebene 10, dargestellt, und zwar wird der Winkel in Rotationsrichtung R der Welle im Gleitlager 3 angegeben. Die Winkelbezugsebene 10 steht somit senkrecht auf eine Sehnenfläche 14 des Gleitlagers 3. Die Schmier tasche 2 beginnt bei einer Eintrittskante 16 in die Schmier tasche 2. In Rotationsrichtung R gesehen und in Bezug auf die Winkelbezugsebene 10 beginnt die Schmier tasche 2 mit der Eintrittskante 16 nach einem Startwinkel α und endet mit der Austrittskante 15 nach einem Endwinkel β . In der Ausführungsvariante der erfindungsgemässen Schmier tasche 2 gemäss Fig. 3 beträgt der Startwinkel $\alpha = 265^\circ$ und der Endwinkel $\beta = 355^\circ$. Die Bohrung 4, durch die das Schmiermedium in die Schmier tasche 2 geleitet wird, besitzt eine Einspritzstelle 13, die zumindest teilweise mit der Eintrittskante 16 zusammenfällt. Nach der Einspritzstelle 13 verteilt sich das Schmiermedium sowohl in axialer Richtung als auch in Rotationsrichtung R innerhalb der Schmier tasche 2, bis das Schmiermedium an der Austrittskante 15 in einen Schmier spalt, der einerseits durch die Welle bzw. den Lagerzapfen 5, 6 und andererseits durch das Gleitlager 3 gebildet ist, eintritt und einen Schmiermittelfilm bildet.

[0038] Anhand von Fig. 4, die einen Schnitt gemäss Fig. 3 durch das ganze Gleitlager 3 zeigt, werden die erfindungsgemässen Winkelbereiche definiert, innerhalb derer sowohl der Startwinkel α und der Endwinkel β als auch die Einspritzstelle 13 der Bohrung 4 in die Schmier tasche 2 liegt. Es hat sich gezeigt, dass die Schmier tasche 2 einen minimalen Startwinkel α von 210° und einen maximalen Endwinkel β von 30° aufweist, mithin umfasst eine solche Schmier tasche 2 den maximalen Winkelbereich von 210° bis 30° . Die Einspritzstelle 13 und damit ein Ende der Bohrung 4 in der Schmier tasche 2 liegt dabei in einem Winkelbereich von 225° bis 315° , wobei einschränkend die Einspritzstelle 13 immer in der Schmier tasche 2 enden muss: Mit anderen Worten muss die Einspritzstelle 13 zwingend nach dem Startwinkel α und vor dem Endwinkel β der gewählten Schmier tasche 2 angeordnet sein, gleichzeitig aber auch innerhalb des Winkelbereiches von 225° bis 315° liegen. Die Einspritzstelle 13 liegt dabei bevorzugterweise innerhalb eines Winkelbereiches von 240° bis 300° . Es hat sich überdies gezeigt, dass die Einspritzstelle 13 insbesondere bei ei-

nem Einspritzstellenwinkel δ von 270° liegt. Die Schmier tasche 2 ihrerseits erstreckt sich bevorzugterweise über einen Winkelbereich von 265° bis 355° .

[0039] Aus den vorstehenden Winkelangaben ergibt sich, dass sich die Einspritzstelle 13 nicht zwingend unmittelbar nach dem Startwinkel α befinden muss, auch wenn dies vorzugsweise so vorgesehen ist. Denkbar ist vielmehr, dass die Einspritzstelle 13 - unter Berücksichtigung der vorstehend genannten Bedingungen an den Winkelbereich für die Einspritzstelle 13 und die Ausdehnung der Schmier tasche 13 - an beliebiger Stelle sein kann, insbesondere auch im Bereich des Endwinkels β .

[0040] Während die Position der Einspritzstelle 13 hinlänglich definiert ist, ist die dazugehörende Bohrung 4 beispielsweise als radiale Bohrung 4 durch das Gleitlager 3 ausgeführt. Denkbar ist jedoch eine beliebiger Bohrrichtung durch das Gleitlager 3 zur Einspritzstelle 13.

[0041] Damit ist - nunmehr wiederum mit Blick auf Fig. 2 - ein maximaler Rahmen 20 abgesteckt, innerhalb dessen sich die Schmier tasche 2 befindet bzw. den die Schmier tasche 2 maximal ausfüllt. Dieser maximale Rahmen 20 ist in Fig. 2 durch eine strichlinierte Linie dargestellt.

[0042] Wie bereits kurz im Zusammenhang mit Erläuterungen der Fig. 2 darauf hingewiesen wurde, wird die in das Gleitlager 3 eingearbeitete Schmier tasche 2 mit einem Schmiermedium versorgt, welches durch die Bohrung 4 über die Einspritzstelle 13 in die Schmier tasche 2 gepresst wird. In Rotationsrichtung R des Lagerzapfens 5, 6 gesehen, kann die Schmier tasche 2 an oder vor der Einspritzstelle 13 an einem minimalen Schmier taschenanfang beginnen und an einem maximalen Schmier taschenende enden. Während also die maximale Breite der Schmier tasche 2 durch die Stegbreiten D_1 und D_2 als Anteil der Gleitlagerlänge L definiert sind, wird die maximale Länge der Schmier tasche 2 - in Rotationsrichtung R der Lagerzapfen 5, 6 gesehen - durch den Schmier taschenanfang 16 und das Schmier taschenende 15 mittels Winkelangaben, die anhand Fig. 4 erläutert worden sind, definiert.

[0043] Wie bereits erwähnt worden ist, kann sich die Einspritzstelle 13 an beliebiger Stelle innerhalb des maximalen Rahmens 20 (Fig. 2) befinden. Vorzugsweise befindet sich die Einspritzstelle 13 mittig im Rahmen 20 und wird mit zunehmendem Winkel stetig grösser, wie dies das in Fig. 2 konkrete Ausführungsbeispiel für die Schmier tasche 2 zeigt.

[0044] Im Gegensatz zum bewährten Prinzip der Lagerschmierung mittels Fördermedium, welches durch Nuten in die Gleitlager gemäss dem Stand der Technik geleitet wird, wird neu ein sauberes, fremdstoffarmes Schmiermedium zum Schmierfilmaufbau von einem separaten externen Fördereinrichtung, die beispielsweise ein Extruder oder wiederum eine Zahnradpumpe sein kann, bereitgestellt und in das Gleitlager 3 gepresst. Auf diese Weise ist der Schmierfilmaufbau weitestgehend unabhängig von den schmierfilmaufbauenden Eigenschaften des Fördermediums, da diese Aufgabe von ei-

nem geeigneten, sauberen und vor allem fremdstoffarmen Schmiermedium übernommen wird. Es wird ausdrücklich auf den Vorteil verwiesen, dass dieses externe Schmiermedium zum Schmierfilmaufbau von dem Fördermedium verschieden sein kann. Allerdings muss das Schmiermedium derart gewählt werden, dass es sich mit dem Schmiermedium verträgt, da sich das Schmiermedium mit dem Fördermedium in der Folge, d.h. nach dem Austritt aus dem Gleitlagerspalt, vermischt.

[0045] Erfindungsgemäss wird die Geometrie des Gleitlagers 3 und die Gestaltung der Schmiertasche 2 im Gleitlager 3 so gestaltet, dass für die hydrodynamischen Gleitlager 3 eine möglichst geringe Menge des Schmiermediums erforderlich ist. Gleichzeitig muss das Design des Gleitlagers 3 und die Geometrie der Schmiertasche 2 sicherstellen, dass möglichst wenig verschmutztes Fördermedium aus dem Hauptförderstrom in das Gleitlager 3 gelangt, da ansonsten die guten Schmiereigenschaften des sauberen extern zugeführten Schmiermediums nicht genutzt werden können. Durch geeignete Wahl der Geometrie für das Gleitlager 3 und der Gestaltung der Schmiertasche 2 wird dabei gesorgt, dass ohne zusätzliche Komponenten in der Zahnradpumpe selber (wie beispielsweise eine Wellenabdichtung etc.) das verschmutzte Fördermedium weitgehend aus dem Schmierpalt der Gleitlager 3 ferngehalten wird.

[0046] In Weiterentwicklung der vorstehenden Ausführungen wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die vorliegende Erfindung auch vorzüglich für kritische Anwendungen eingesetzt werden kann, bei denen zwar keine Fremdpartikel im Fördermedium enthalten sind, aber dennoch ein sehr dünner Schmierfilm im Gleitlager gewünscht ist, wenn also das Fördermedium einen solchen dünnen Schmierfilm nicht zulässt.

[0047] Fig. 5 zeigt einen Verlauf der Querschnittsfläche Q als Funktion eines zunehmenden Rotationswinkels r , ausgehend von der Startkante 16 (Fig. 2) der Schmiertasche 2, die sich mit fortschreitendem Rotationswinkel r stetig verbreitert. Es handelt sich um eine Ausführungsvariante für eine Schmiertasche 2, die über eine wesentliche Ausdehnung in Rotationsrichtung R eine konstante Querschnittsfläche Q aufweist. Vorzugsweise ist bereits die Querschnittsfläche der Bohrung 4 - und demzufolge auch die Querschnittsfläche der Einspritzstelle 13 - entsprechend der über weite Bereiche deren Ausdehnung (beispielsweise über 2/3 der gesamten Ausdehnung der Schmiertasche 2 in Rotationsrichtung R bis zu einer Grenzlinie 21) konstant. Im letzten Drittel der Schmiertasche 2 (wiederum in Rotationsrichtung R gesehen) nimmt die Querschnittsfläche Q beispielsweise stetig ab bis zur Austrittskante 15. Aufgrund der sich stetig in Rotationsrichtung R verbreiternden Schmiertasche 2 (siehe Fig. 2) nimmt eine Tiefe der Schmiertasche 2 in den ersten 2/3 der Ausdehnung der Schmiertasche 2 in Rotationsrichtung R derart ab, dass die Querschnittsfläche Q konstant ist. Damit wird eine optimale Verteilung des Schmiermediums innerhalb der Schmiertasche 2 erreicht, bevor das Schmiermedium in den Gleitlagerspalt

zwischen Welle und Gleitlager 3 gelangt bzw. gedrückt wird.

BEZUGSZEICHENLISTE

[0048]

1	Zahnrad
2	Schmiertasche
3	Gleitlager
4	Bohrung
5,6	Lagerzapfen
7	Lagerinnenseite; Zahnrad-seitige Stirnfläche; Zahnradstirnseite
8	Lageraussenseite; Stirnfläche, die gegenüber der Zahnrad-seitigen Stirnfläche liegt; Lagerstirnseite
9	Wellenachse
10	Winkelbezugsebene
11	erster Steg
12	zweiter Steg
13	Einspritzstelle
14	Sehnenfläche
15	Austrittskante
16	Startkante
20	maximaler Rahmen
21	Grenzlinie
R	Rotationsrichtung der Welle
r	Rotationswinkel
α	Startwinkel
β	Endwinkel
δ	Einspritzstellenwinkel
D_L	Lagerzapfendurchmesser
D_F	Fusskreisdurchmesser
L	Gleitlagerlänge
Q	Querschnittsfläche
d_1	erster Abstand der Schmiertasche von der Zahnrad-seitigen Stirnseite des Gleitlagers
d_2	zweiter Abstand der Schmiertasche von der gegenüberliegenden Seite zur Zahnrad-seitigen Stirnseite des Gleitlagers
D_1	erste Stegbreite
D_2	zweite Stegbreite

Patentansprüche

1. Zahnradpumpe mit ineinandergreifenden, von einem Gehäuse umschlossenen Zahnradern (1) mit auf Wellenachsen (9) angeordneten, jeweils seitlich von den Zahnradern (1) abstehenden Lagerzapfen (5, 6), die im Gehäuse mittels jeweils eine Gleitlagerlänge (L) aufweisenden Gleitlagern (3) gelagert sind, die je eine Schmiertasche (2) mit radialer Ausdehnung aufweist, wobei die Schmiertasche (2) von einer zahnradseitigen Stirnseite (7) des jeweiligen Gleitlagers (3) um einen ersten Abstand (d_1) beabstandet ist, so dass ein erster Steg (11) mit einer ersten Stegbreite (D_1) mit axialer Ausdehnung ent-

sprechend einer Gleitlageroberfläche vorhanden ist, **dadurch gekennzeichnet**,

- **dass** die Schmier tasche (2) ferner zur gegen-
über der zahnradseitigen Stirnseite (7) liegen-
den Lagerstirnseite (8) um einen zweiten Ab-
stand (d_2) beabstandet ist, so dass ein zweiter
Steg (12) mit einer zweiten Stegbreite (D_2) mit
axialer Ausdehnung entsprechend einer Gleit-
lageroberfläche vorhanden ist, 5
 - **dass** eine Bohrung (4) durch das Gleitlager (3)
führt und mit der Schmier tasche (2) bei einer
Einspritzstelle (13) kommuniziert und 10
 - **dass** die Bohrung (4) mit einer Fördereinrich-
tung zur Förderung von Schmiermedium in die
Schmier tasche (2) wirkverbunden ist. 15
2. Zahnradpumpe nach Anspruch 1, **dadurch gekenn-
zeichnet, dass** die erste Stegbreite (D_1) mindestens
5% bis 20%, vorzugsweise 15%, der Gleitlagerlänge
(L) beträgt. 20
 3. Zahnradpumpe nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch
gekennzeichnet, dass** die zweite Stegbreite (D_2)
mindestens 5% bis 15%, vorzugsweise 10%, der
Gleitlagerlänge (L) beträgt. 25
 4. Zahnradpumpe nach einem der vorangehenden An-
sprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die
Schmier tasche (2) in Bezug auf eine durch die bei-
den Wellenachsen (9) aufgespannte Ebene und in
Rotationsrichtung (R) der Zahnräder in einem Win-
kelbereich von 210° bis 315° , vorzugsweise bei
 270° , beginnt. 30
 5. Zahnradpumpe nach einem der vorangehenden An-
sprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die
Schmier tasche (2) in Bezug auf eine durch die bei-
den Wellenachsen (9) aufgespannte Ebene und in
Rotationsrichtung (R) der Zahnräder (1) in einem
Winkelbereich von 300° bis 30° , vorzugsweise bei
 355° , endet. 35
 6. Zahnradpumpe nach einem der vorangehenden An-
sprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ein-
spritzstelle (13) in axialer Ausdehnung der Schmier-
tasche (2) mittig in der Schmier tasche (2) angeord-
net ist. 40
 7. Zahnradpumpe nach einem der vorangehenden An-
sprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ein-
spritzstelle (13) in Bezug auf eine durch die beiden
Wellenachsen (9) aufgespannte Ebene und in Ro-
tationsrichtung (R) der Zahnräder (1) in einem Win-
kelbereich von 225° bis 315° , vorzugsweise in einem
Winkelbereich von 240° bis 300° , vorzugsweise bei
 270° , angeordnet ist. 50
 8. Zahnradpumpe nach einem der vorangehenden An-
sprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die
Schmier tasche (2) im Bereich der Einspritzstelle (13)
am tiefsten ist. 55
 9. Zahnradpumpe nach einem der vorangehenden An-
sprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ein-
spritzstelle (13), in Rotationsrichtung (R) der Zahn-
räder (1) gesehen, am Anfang der Schmier tasche
(2) angeordnet ist.
 10. Zahnradpumpe nach Anspruch 9, **dadurch gekenn-
zeichnet, dass** die Schmier tasche (2), ausgehend
von der Einspritzstelle (13) und in Rotationsrichtung
(R) der Zahnräder (1) gesehen, breiter ausgebildet
ist.
 11. Zahnradpumpe nach Anspruch 10, **dadurch ge-
kennzeichnet, dass** Querschnittsflächen der
Schmier tasche (2), ausgehend von der Einspritzstel-
le (13) und in Rotationsrichtung (R) der Zahnräder
(1) gesehen, über $2/3$ deren abgewickelten Länge
gleich gross sind und dass Querschnittflächen der
Schmier tasche (2) über die restliche abgewickelte
Länge bis zum Ende der Schmier tasche (2) stetig
abnehmend ausgebildet sind.
 12. Zahnradpumpe nach Anspruch 11, **dadurch ge-
kennzeichnet, dass** eine Querschnittfläche der
Bohrung (4) gleich gross wie die Querschnittflächen
der Schmier tasche (2) in den ersten $2/3$ der abge-
wickelten Länge der Schmier tasche (2) ist.
 13. Zahnradpumpe nach einem der vorangehenden An-
sprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Boh-
rung (4) radial zu einem Aussendurchmesser des
jeweiligen Gleitlagers (3) angeordnet ist.
 14. Zahnradpumpe nach einem der vorangehenden An-
sprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** mindes-
tens einer der Lagerzapfen (5, 6) zumindest über
einen Teil seiner axialen Erstreckung einen
Lagerzapfendurchmesser (D_L) aufweist, der im Be-
reich von 90% bis 100% eines Fusskreisdurchmes-
sers (D_F) der Verzahnung des zugehörigen Zahn-
rades (1) liegt.
 15. Verwendung der Zahnradpumpe nach einem der vo-
rangehenden Ansprüche zur Förderung von hoch-
viskosen Fördermedium, wie Polymer, mit einem
Massenprozentanteil von anorganischen Füllstoffen
an Gesamtmasse Fördermedium von über 60%.

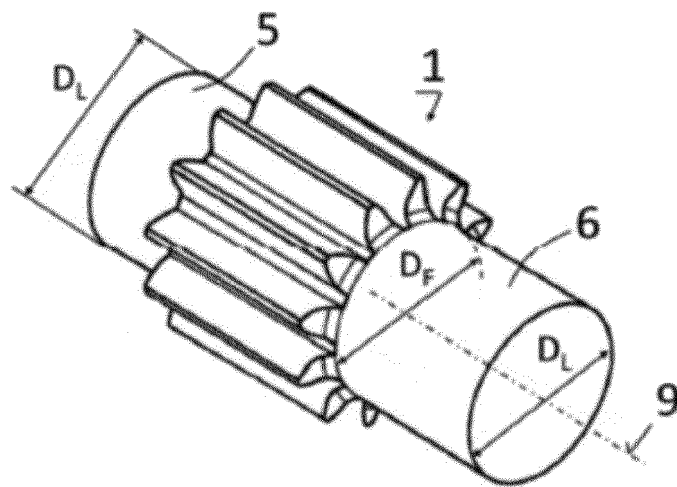


Fig. 1

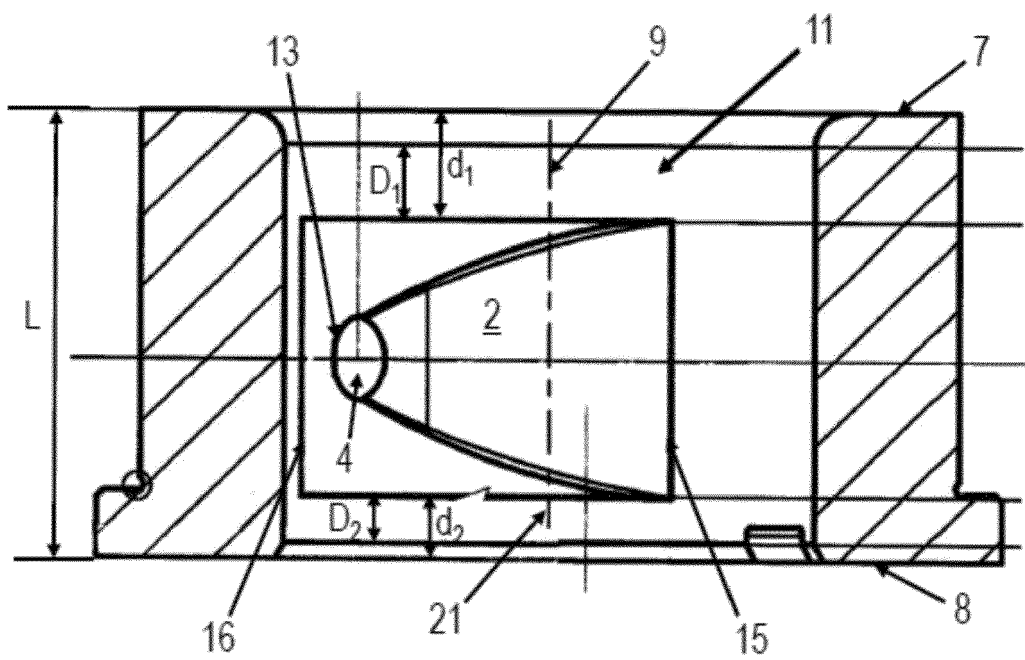


Fig. 2

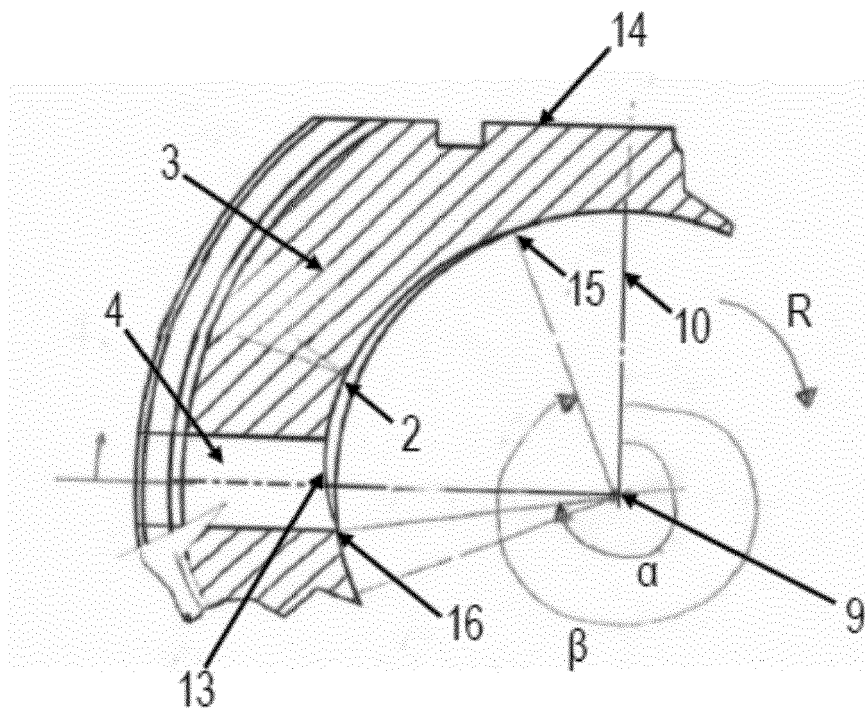


Fig. 3

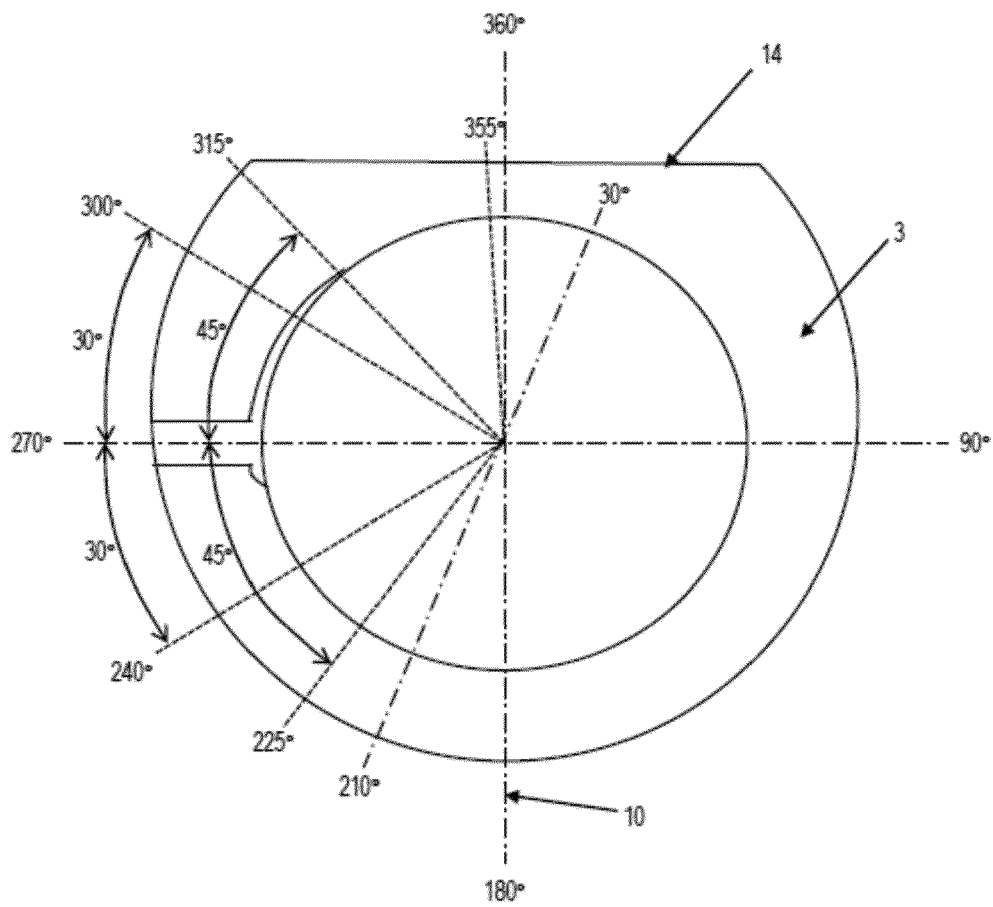


Fig. 4

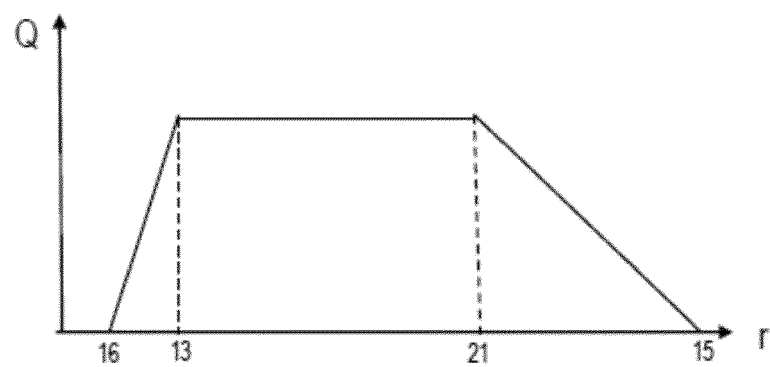


Fig. 5



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 23 16 8853

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.82 (F04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	DE 42 04 157 A1 (MAAG PUMP SYSTEMS AG [CH]) 26. August 1993 (1993-08-26)	1-9, 13	INV. F01C21/02
Y	* das ganze Dokument *	14, 15	F04C2/18
A	* Abbildungen 1-5 *	10-12	F04C13/00
	* Spalte 1, Zeile 9 - Zeile 30 *		F04C15/00
	* Spalte 4, Zeile 47 - Zeile 67 *		
	* Spalte 6, Zeile 1 - Zeile 68 *		

Y, D	EP 4 083 428 A1 (MAAG PUMP SYSTEMS AG [CH]) 2. November 2022 (2022-11-02)	14, 15	
A	* das ganze Dokument *	1-13	
	* Abbildungen 1-4 *		
	* Absatz [0004] - Absatz [0007] *		
	* Absatz [0012] - Absatz [0015] *		
	* Absatz [0020] *		

A	US 5 641 281 A (RUSSELL CHARLES R [US] ET AL) 24. Juni 1997 (1997-06-24)	1-15	
	* das ganze Dokument *		
	* Abbildungen 1-8 *		

A	US 2014/341767 A1 (CROTTI ANTONIO [IT] ET AL) 20. November 2014 (2014-11-20)	1-15	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
	* das ganze Dokument *		F01C
	* Abbildungen 1, 2, 4-10 *		F04C
	* Absatz [0039] *		

A	US 3 453 031 A (RICKLEY SAMUEL S ET AL) 1. Juli 1969 (1969-07-01)	1-15	
	* das ganze Dokument *		
	* Abbildungen 3, 4, 5, 6, 8, 9, 11 *		

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 21. September 2023	Prüfer Sbresny, Heiko
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE			
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze	
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie		E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist	
A : technologischer Hintergrund		D : in der Anmeldung angeführtes Dokument	
O : nichtschriftliche Offenbarung		L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument	
P : Zwischenliteratur		& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 23 16 8853

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

21-09-2023

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 4204157 A1	26-08-1993	KEINE	
EP 4083428 A1	02-11-2022	EP 4083428 A1	02-11-2022
		WO 2022228761 A1	03-11-2022
US 5641281 A	24-06-1997	KEINE	
US 2014341767 A1	20-11-2014	CN 103906927 A	02-07-2014
		EP 2748463 A2	02-07-2014
		US 2014341767 A1	20-11-2014
		WO 2013054263 A2	18-04-2013
US 3453031 A	01-07-1969	KEINE	

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 1790854 A1 [0004]
- EP 4083428 A1 [0008]
- EP 833068 B1 [0032]