

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 0 595 764 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
29.10.1997 Patentblatt 1997/44

(51) Int Cl.6: **F04C 13/00, F04C 15/02**

(21) Anmeldenummer: **93810658.0**

(22) Anmeldetag: **20.09.1993**

(54) **Zahnradpumpe**

Gear pump

Pompe à engrenages

(84) Benannte Vertragsstaaten:
BE CH DE ES FR GB IT LI NL SE

(30) Priorität: **29.10.1992 CH 3379/92**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
04.05.1994 Patentblatt 1994/18

(73) Patentinhaber: **Sulzer Chemtech AG**
CH-8404 Winterthur (CH)

(72) Erfinder: **Streiff, Felix**
CH-8400 Winterthur (CH)

(74) Vertreter: **Heubeck, Bernhard**
c/o Sulzer Management AG
KS Patente/0007
8401 Winterthur (CH)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 189 670 **US-A- 2 531 726**
US-A- 4 137 023

EP 0 595 764 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Zahnradpumpe gemäss Oberbegriff von Anspruch 1. Die Erfindung bezieht sich weiter auf Pumpanlagen mit einer solchen Zahnradpumpe sowie auf die Verwendung der Zahnradpumpe, insbesondere zum Austrag hochviskoser Medien aus Vakuum gegen einen hohen Förderdruck.

Beim Austragen hochviskoser Medien aus Vakuum bzw. aus einem niedrigen Druckbereich gegen einen hohen Förderdruck wird die Pumpleistung bisheriger Zahnradpumpen durch Sieden bzw. Gasbildung im Medium und in der Folge durch Kavitation in der Zahnradpumpe sehr stark eingeschränkt. Um Gasbildung und Kavitation zu vermeiden, muss entsprechend der Zulaufdruck durch eine entsprechend hohe Zulaufhöhe, d. h. durch den statischen Druck der darüberliegenden Flüssigkeitssäule des Mediums erzeugt werden. Kavitation in der Pumpe muss unbedingt vermieden werden, denn dies lässt nicht nur die Förderleistung zusammenbrechen, es bewirkt überdies auch Schäden in der Pumpe selber. Um gute Pumpleistungen zu erreichen, wurde bei bisherigen Zahnradpumpen der Einlaufbereich so ausgeführt, dass das Medium direkt auf die Zahnräder geführt wird. Aus der US-PS 4.137.023 ist eine derartige Pumpe bekannt.

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Pumpe zu schaffen, welche wesentlich höhere Leistungen als bisherige Pumpen zulässt und insbesondere auch den sicheren Austrag hochviskoser Medien mit darin enthaltenen flüchtigen Komponenten aus Vakuum gegen einen hohen Förderdruck von 100 bis 250 bar mit sehr geringer Zulaufhöhe ermöglicht.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäss gelöst mittels einer Pumpe nach Anspruch 1. In der erfindungsgemässen Pumpe wird eine Erweiterung des Einlaufquerschnitts über die rechteckige Querschnittsfläche der Zahnräder hinaus derart eingeführt, dass der Einlaufquerschnitt bei den Zahnrädern in Richtung der Zahnradachsen breiter als die Zahnräder ist. Dadurch können günstigere Zuströmungsbedingungen geschaffen und damit statt eines Druckabfalls im Einlaufbereich im Gegenteil sogar noch eine leichte Druckerhöhung, infolge des statischen Flüssigkeitsdrucks des Mediums, im Einlaufbereich erreicht werden.

Die abhängigen Ansprüche betreffen vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung. Um besonders gute Pumpeneigenschaften zu erreichen, kann die Erweiterung im Einlauf bis zur Ebene der Zahnradachsen hinein reichen, und es kann die Länge R der Erweiterung mindestens 10 % grösser sein als die Länge D des Zahnradpaares. Die Erweiterung des Einlaufbereichs kann bei den Zahnrädern eine Breite C aufweisen, welche grösser ist als die Zahnbreite T, beispielsweise um mindestens 10 %. Günstige Einlaufgeometrien können weiter erreicht werden durch ein Verhältnis von Einlaufdurchmesser B zu Einlauftiefe L von mindestens 2 und durch ein Verhältnis von Erweiterungslänge R zu Ein-

lauftiefe L, welches grösser ist als 1,85. Ein trichterförmiger Einlaufbereich kann mit Vorteil einen Öffnungswinkel W von mindestens 55° aufweisen. Mit einem Verhältnis von Breite T zu Achsabstand Z der Zahnräder zwischen 0,9 und 1,3 kann eine günstige Zahngeometrie realisiert werden und mit einem Verhältnis von Auslaufdurchmesser A zu Diagonale D4 der Querschnittsfläche FA zwischen 0,9 und 1,1 kann eine besonders gut abgestimmte Auslaufgeometrie erreicht werden, wobei FA definiert ist durch: Zahnbreite T x Achsabstand Z. Eine kostengünstige Modulbauweise mit erfindungsgemässen Pumpen ist möglich, indem im gleichen Gehäuse z.B. verschiedene Zahngrössen mit angepasstem Einlaufbereich und Auslaufdurchmesser eingesetzt werden. Dazu kann der Auslaufdurchmesser A durch eine Einsatzbüchse passend eingestellt werden. Eine besonders leistungsfähige Pump- und Mischanlage wird gebildet mit einer erfindungsgemässen Zahnradpumpe kombiniert mit einem nachgeschalteten statischen Mischelement. Und eine einfache und effiziente Pump- und Entgasungsanlage wird mit einer erfindungsgemässen Zahnradpumpe kombiniert mit einer Entgasungskammer gebildet, zum Austrag von hochviskosen Medien aus der Entgasungskammer mit hohem Förderdruck.

Im folgenden wird die Erfindung anhand von Beispielen und Figuren weiter erläutert. Es zeigt:

Fig.1a,1b,2 eine erfindungsgemässe Zahnradpumpe in drei Ansichten mit einer Einlauferweiterung,
 Fig.3,4 Beispiele von Querschnittsflächen von Einlauferweiterungen,
 Fig.5,6 Beispiele für den Verlauf von Einlauferweiterungen bis zur Ebene der Zahnradachsen,
 Fig.7 den Druckverlauf im Einlaufbereich für eine bisherige und eine erfindungsgemässe Zahnradpumpe,
 Fig.8 eine Anlage zum Pumpen, Mischen und Entgasen mit einer Entgasungskammer und einem statischen Mischer.

Die erfindungsgemässe Zahnradpumpe 1 weist nach Fig.1 einen Einlauf 4, einen Auslauf 6 und ein Zahnradpaar 2 in einem Gehäuse 3 auf. Der Einlauf 4 weist eine Erweiterung 10 auf, welche bis auf die Ebene 11 der Zahnradachsen 12 hinabreicht. In Fig.1c ist die Querschnittsfläche FZ der Zahnräder 2 dargestellt, in Form eines Rechtecks D x T mit Länge D und Breite T des Zahnradpaares. Die Erweiterung 10 mit Querschnittsfläche FE weist eine Länge R und eine Breite C auf. Die Form der Erweiterung ist gebildet aus trichter- oder kegelförmigen und ebenen Begrenzungsflächen. Der trichterförmige Teil des Einlaufs weist einen Öffnungswinkel W auf, mit einem Einlaufdurchmesser D in der oberen Flanschebene 14. In allen Fällen ist gemäss

Anspruch 1 die Querschnittsfläche FE der Erweiterung (im Bereich der Zahnradachsen) grösser als jene der Zahnräder FZ und die Diagonale D3 der Zahnradquerschnittsfläche FZ ist immer kleiner als der Einlaufdurchmesser B. Wobei in diesem Beispiel 1 sowohl die Länge R als auch die Breite C der Erweiterung FE grösser ist als die entsprechende Länge D und die Breite T der Zahnradquerschnittsfläche FZ.

Weitere Beispiele von Querschnittsflächen FE zeigen die Fig.3 und 4. Die Querschnittsfläche 32 in Fig.3 ist ebenfalls rechteckförmig wie die Zahnradquerschnittsfläche FZ. Die Querschnittsfläche 33 von Fig.4 zeigt als weiteres vorteilhaftes Beispiel eine gerundete, sichelförmige Erweiterung 33 im Bereich der aussenliegenden Zähne des Zahnradpaares 2. In Fig.4 ist auch die Querschnittsfläche FA dargestellt, welche gebildet ist durch Achsabstand Z und Zahnbreite T. Der Auslaufdurchmesser A sollte dann im wesentlichen der Diagonalen D4 dieser Querschnittsfläche FA entsprechen. Das Verhältnis von Auslaufdurchmesser A zu Diagonale D4 liegt vorzugsweise im Bereich 0,9 bis 1,1. Mit wählbaren Einsatzbüchsen 15 (Fig.1a,b) und mit Variation der Zahnbreite T und Anpassung der Einlauferweiterung 10 können mehrere Leistungsgrössen der Zahnradpumpe im gleichen Gehäuse 2 auf einfache und kostengünstige Art realisiert werden.

Die Fig.5 und 6 zeigen weitere Beispiele für den vertikalen Verlauf der Erweiterung 10. In Fig.5 läuft die Erweiterung 10 zuerst senkrecht nach unten und biegt dann mit einer Rundung 34 in die Achsebene 11 ein. In Fig.6 verjüngt sich die Erweiterung 10, begrenzt durch die abgesetzt schrägen Ebenen 35, bis zur Achsebene 11.

Die Fig.7 zeigt für eine bisherige - Kurve 28 - und eine erfindungsgemässe Zahnradpumpe - Kurve 29 - den Druckverlauf im Einlaufbereich (bei gleicher Fördermenge und gleicher Produktviskosität). Hier ist aufgetragen, wie der Druck P, ausgehend von einem Referenzdruck 0 beim Einlaufflansch 14, in Funktion der Tiefe H bis zu den Zahnrädern verläuft. Während bei bisherigen Pumpen gemäss Kurve 28 bis zur Tiefe L ein Druckabfall DP1 von z.B. 10 mbar auftritt, ist bei der erfindungsgemässen Pumpe nach Kurve 29 sogar eine leichte Druckerhöhung DP2 von z.B. 7 mbar möglich. Die Verbesserung besteht also in einer ganz wesentlichen Druckdifferenz $DP = DP1 + DP2$ von z.B. 17 mbar. Dies bedeutet, dass eine dieser Differenz entsprechend geringere Füllhöhe NPSH (nach Fig.8) erforderlich ist, um Kavitation in der Pumpe zu vermeiden. Fig.8 zeigt eine Anlage zum Pumpen, Mischen und Entgasen von Polymerschmelzen, z.B. von PE, PS oder PMMA mit einem Eingang 21, einer Entgasungskammer 25, einer erfindungsgemässen Pumpe 1, welche in ein statisches Mischelement 20 fördert und mit einem Ausgang 24. Ueber einen Bründenabzug 22 werden Lösungsmittel und Monomere aus der Entgasungskammer 25 abgezogen. Ueber einen weiteren Zugang 26 können eingangs des Mischers 20 z.B. Additive zugeführt werden.

Mit der erfindungsgemässen Zahnradpumpe bzw. mit einer Anlage nach Fig.8 kann vor allem auch die immer wichtigere Hochentgasung in der Kunststoffaufbereitung mit dem relativ einfachen statischen Entgasungsverfahren wirtschaftlich ausgeführt werden.

Patentansprüche

1. Zahnradpumpe, insbesondere zum Austrag hochviskoser Medien aus Vakuum gegen einen hohen Förderdruck, mit einem Zahnradpaar (2) und einem Einlauf- sowie einem Auslaufbereich in einem Gehäuse, wobei der Einlauf (4) eine Erweiterung (10) aufweist, die mindestens bis zur Ebene (11) der Zahnradachsen (12) reicht, die Länge R dieser Erweiterung parallel zur Ebene der Zahnradachsen und senkrecht zu den Zahnradachsen grösser ist als die Länge D des Zahnradpaares, dadurch gekennzeichnet, dass die Erweiterung (10) bei den Zahnrädern (2) in Richtung der Zahnradachsen (12) eine Breite C aufweist, welche grösser als die Zahnbreite T ist.
2. Zahnradpumpe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Querschnittsfläche des Einlaufbereichs in Fliessrichtung abnimmt, wobei der Durchmesser (B) am Eingang des Einlaufs grösser ist als die Diagonale (D3) der rechteckigen Querschnittsfläche (FZ) der Zahnräder.
3. Zahnradpumpe nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Länge R der Erweiterung (10) mindestens 10 % grösser ist als die Länge D des Zahnradpaares.
4. Zahnradpumpe nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Einlaufbreite C mindestens 10 % grösser ist als die Zahnbreite T.
5. Zahnradpumpe nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Verhältnis von Einlaufdurchmesser (B) zu Einlauf-tiefe (L) mindestens 2 beträgt.
6. Zahnradpumpe nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Verhältnis von Erweiterungslänge (R) zu Einlauftiefe (L) grösser ist als 1,85.
7. Zahnradpumpe nach einem der vorangehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch einen trichterförmigen Einlaufbereich (4) mit einem Öffnungswinkel (W) des Trichters von mindestens 55°.
8. Zahnradpumpe nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das

Verhältnis von Breite (T) zu Achsabstand (Z) der Zahnräder (2) zwischen 0,9 und 1,3 liegt.

9. Zahnradpumpe nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Verhältnis von Auslaufdurchmesser A zu Diagonale D4 der Querschnittsfläche FA zwischen 0,9 und 1,1 liegt, wobei die Querschnittsfläche FA durch die Zahnbreite T und den Achsabstand Z definiert ist. 5
10. Zahnradpumpe nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Auslaufdurchmesser A durch eine Einsatzbüchse (15) bestimmt ist. 10
11. Pump- und Mischanlage mit einer Zahnradpumpe (1) nach einem der vorangehenden Ansprüche, welcher ein statisches Mischelement (20) nachgeschaltet ist. 15
12. Pump- und Entgasungsanlage mit einer Zahnradpumpe (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 10 zum Austrag von hochviskosen Medien aus einer Entgasungskammer (25) mit hohem Förderdruck. 20
13. Verwendung einer Zahnradpumpe (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 10 zum Austrag von hochviskosen Medien aus Vakuum gegen einen hohen Förderdruck. 25
14. Verwendung einer Zahnradpumpe (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 10 zur Förderung und Entgasung von Polymerschmelzen, beispielsweise von PE, PS, PMMA, aus einer Entgasungskammer (25) in ein statisches Mischelement (20). 30 35

Claims

1. Gear pump, in particular for the delivery of high viscosity media out of a vacuum against a high delivery pressure, comprising a gear wheel pair (2) and an inlet region and also an outlet region in a housing, with the inlet (4) having a broadened portion (10) which extends at least up to the plane (11) of the axes (12) of the gearwheels, with the length R of this broadened portion parallel to the plane of the gearwheel axes and perpendicular to the gearwheel axes being greater than the length D of the gearwheel pair, characterised in that the broadened portion (10) has a width C at the gearwheels (2) in the direction of the gearwheel axes (12) which is greater than the tooth width T. 40 45 50
2. Gear pump in accordance with claim 1, characterised in that the cross-sectional area of the inlet region reduces in the flow direction, with the diameter (B) at the entry of the inlet being greater than the 55

diagonal (D3) of the rectangular cross-sectional area (FZ) of the gearwheels.

3. Gear pump in accordance with claim 1 or claim 2, characterised in that the length R of the broadened portion (10) is at least 10 % greater than the length D of the gearwheel pair. 5
4. Gear pump in accordance with one of the preceding claims, characterised in that inlet width C is at least 10 % greater than the tooth width T. 10
5. Gear pump in accordance with one of the preceding claims, characterised in that the ratio of the inlet diameter (B) to the inlet depth (L) amounts to at least 2. 15
6. Gear pump in accordance with one of the preceding claims, characterised in that the ratio of the length of the broadened portion (R) to the depth of the inlet (L) is greater than 1.85. 20
7. Gear pump in accordance with one of the preceding claims, characterised by a funnel-like entry region (4) having an opening angle (W) of the funnel of at least 55°. 25
8. Gear pump in accordance with one of the preceding claims, characterised in that the ratio of the width (T) to the axial spacing (Z) of the gearwheels (2) lies between 0.9 and 1.3. 30
9. Gear pump in accordance with one of the preceding claims, characterised in that the ratio of the outlet diameter A to the diagonal D4 of the cross-sectional area FA lies between 0.9 and 1.1, with the cross-sectional area FA being defined by the tooth width T and the axial spacing Z. 35

10. Gear pump in accordance with one of the preceding claims, characterised in that the outlet diameter A is determined by an insert sleeve (15). 40
11. Pump and mixing plant having a gear pump (1) in accordance with one of the preceding claims, with a static mixing element (20) being connected after the gear pump. 45
12. Pump and degasification plant having a gear pump (1) in accordance with one of the claims 1 to 10 for the delivery of highly viscous media from a degasification chamber (25) with a high delivery pressure. 50
13. Use of a gear pump (1) in accordance with one of the claims 1 to 10 for the delivery of highly viscous media from a vacuum against a high delivery pressure. 55

14. Use of a gear pump (1) in accordance with one of the claims 1 to 10 for the delivery and degasification of polymer melts, for example of PE, PS, PMMA, out of a degasification chamber (25) into a static mixing element (20).

5

Revendications

1. Pompe à engrenages, notamment pour évacuer des milieux hautement visqueux d'un vide contre une pression de refoulement élevée, avec une paire de roues dentées (2) et une zone d'entrée et de sortie dans un boîtier, l'entrée (4) présentant un élargissement (10) qui s'étend au moins jusqu'au plan (11) des axes de roues dentées (12), la longueur R de cet élargissement, parallèle au plan des axes de roues dentées et perpendiculaire aux axes des roues dentées étant plus grande que la longueur D de la paire de roues dentées, caractérisée en ce que l'élargissement (10) dans les roues dentées (2) en direction des axes de roues dentées (12) a une largeur C qui est plus grande que la largeur de dent T. 10
2. Pompe à engrenages selon la revendication 1, caractérisée en ce que la face de section transversale de la zone d'entrée diminue dans la direction d'écoulement, le diamètre (B) au début de l'entrée étant plus grand que la diagonale (D3) de la face de section transversale rectangulaire (FZ) des roues dentées. 15
3. Pompe à engrenages selon la revendication 1 ou 2, caractérisée en ce que la longueur R de l'élargissement (10) est au moins 10 % plus grande que la longueur D de la paire de roues dentées. 20
4. Pompe à engrenages selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que la largeur d'entrée C est au moins 10 % plus grande que la largeur de dent T. 25
5. Pompe à engrenages selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que le rapport du diamètre d'entrée (B) à la profondeur d'entrée (L) est au moins de 2. 30
6. Pompe à engrenages selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que le rapport de la longueur d'élargissement (R) à la profondeur d'entrée (L) est plus grand que 1,85. 35
7. Pompe à engrenages selon l'une des revendications précédentes, caractérisée par une zone d'entrée en forme d'entonnoir (4) avec un angle d'ouverture (W) de l'entonnoir d'au moins 55°. 40

8. Pompe à engrenages selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que le rapport de la largeur (T) à l'entraxe (Z) des roues dentées (2) est compris entre 0,9 et 1,3. 45

9. Pompe à engrenages selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que le rapport du diamètre de sortie A à la diagonale D4 de la face de section transversale FA est compris entre 0,9 et 1,1, la face de section transversale FA étant définie par la largeur de dent T et l'entraxe Z. 50

10. Pompe à engrenages selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que le diamètre de sortie A est défini par un manchon d'insertion (15). 55

11. Installation de pompage et de mélange avec une pompe à engrenages (1) selon l'une des revendications précédentes, à laquelle est monté en aval un élément de mélange statique (20). 60

12. Installation de pompage et de dégazage avec une pompe à engrenages (1) selon l'une des revendications 1 à 10 pour l'évacuation de milieux hautement visqueux d'une chambre de dégazage (25) avec une pression de refoulement élevée. 65

13. Utilisation d'une pompe à engrenages (1) selon l'une des revendications 1 à 10, pour l'évacuation de milieux hautement visqueux d'un vide contre une pression de refoulement élevée. 70

14. Utilisation d'une pompe à engrenages (1) selon l'une des revendications 1 à 10 pour transporter et dégazer des produits de fusion de polymères, par exemple de PE, PS, PMMA, d'une chambre de dégazage (25) dans un élément de mélange statique (20). 75

Fig. 1a

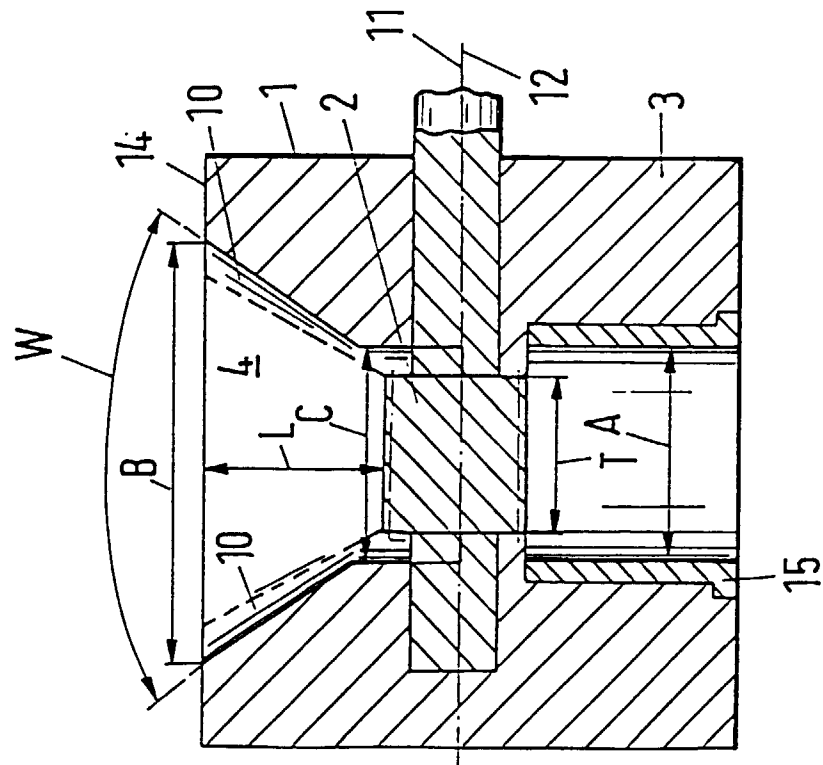


Fig. 1b

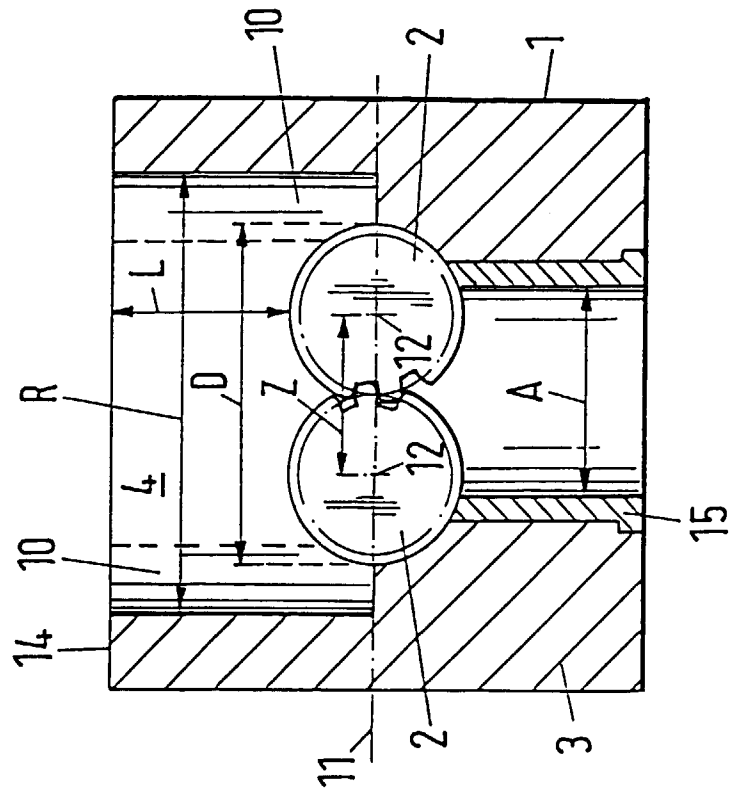


Fig. 8

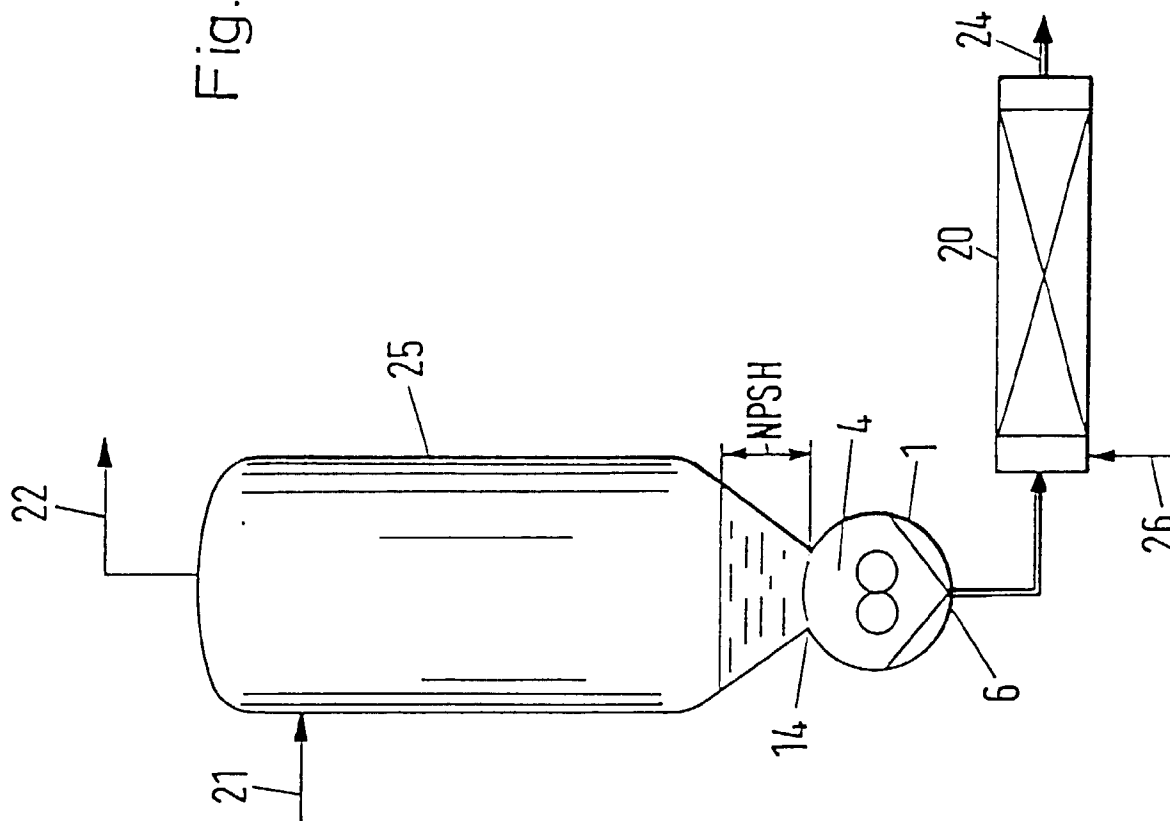


Fig. 2

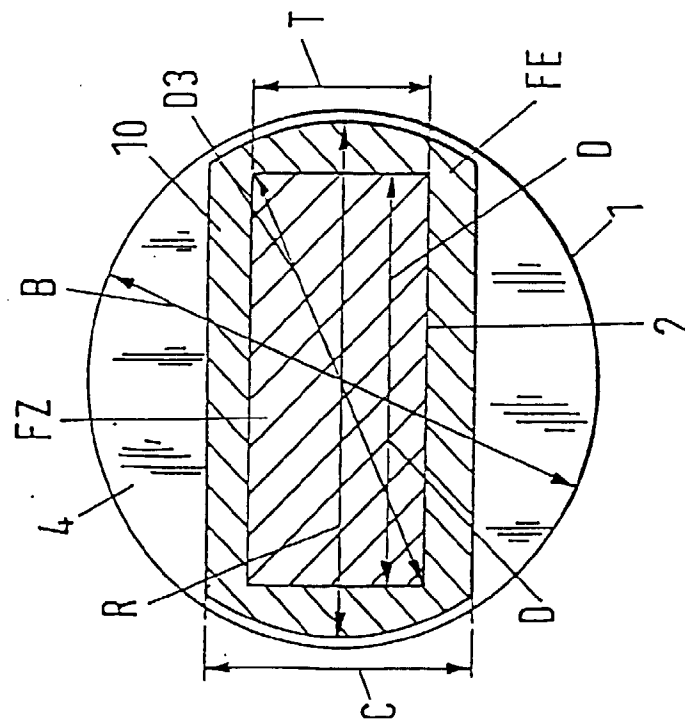


Fig. 3

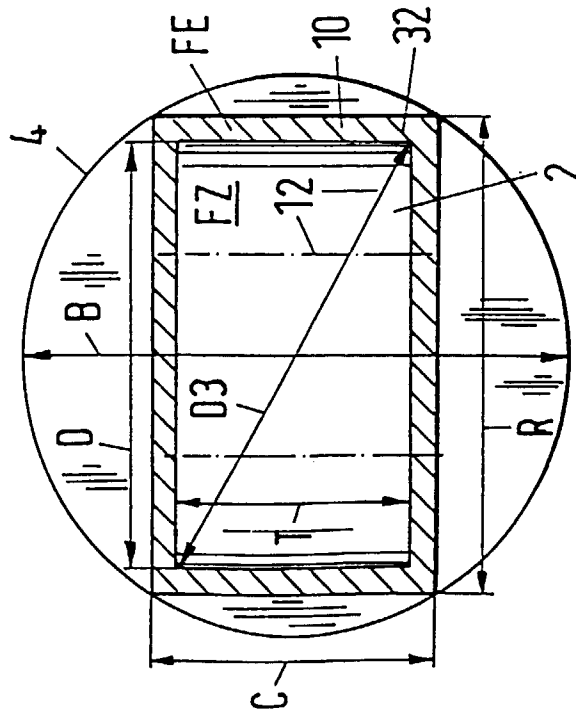


Fig. 4

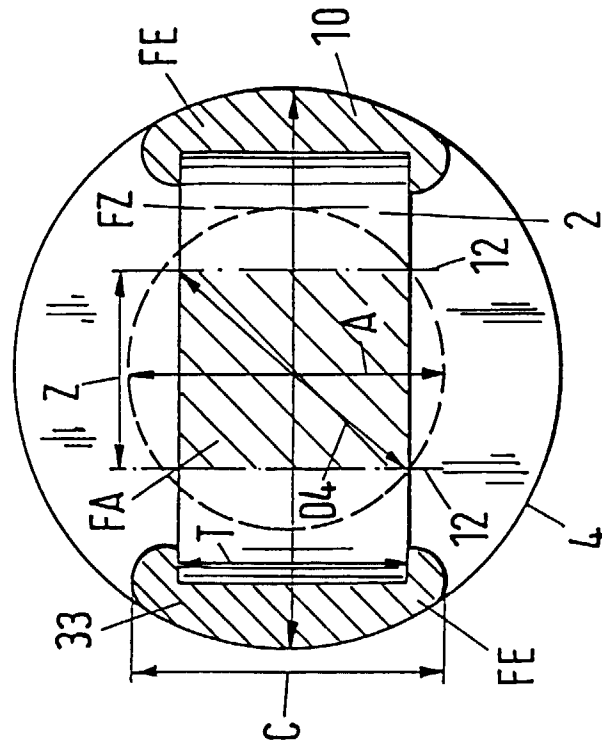


Fig. 5

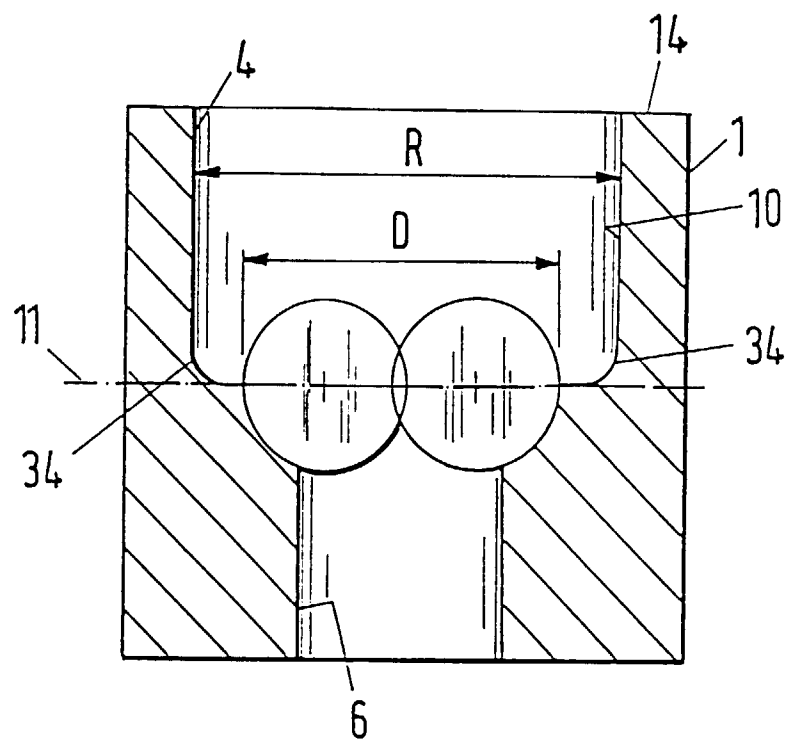


Fig. 6

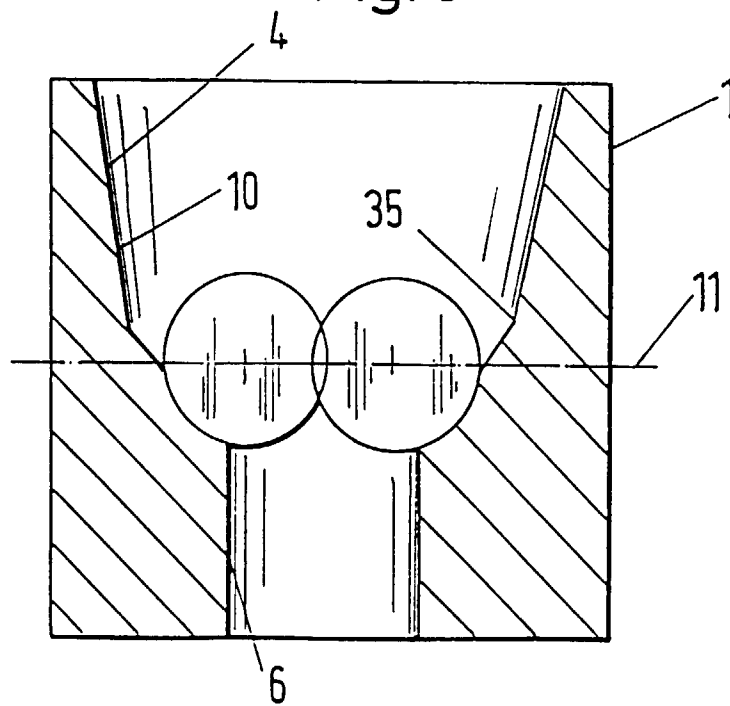


Fig. 7

