



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

19

11 Veröffentlichungsnummer:

0 155 544

A2

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: 85102033.9

51 Int. Cl.4: **F 04 C 11/00**
F 04 C 2/107

22 Anmeldetag: 23.02.85

30 Priorität: 19.03.84 DE 3409970

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
25.09.85 Patentblatt 85/39

84 Benannte Vertragsstaaten:
AT FR GB IT NL

71 Anmelder: **Norton Christensen, Inc.**
365 Bugatti Street
Salt Lake City Utah 84126(US)

72 Erfinder: **Jürgens, Rainer, Dr.-Ing.**
Osterloher Landstrasse 20
D-3101 Osterloh(DE)

72 Erfinder: **Biehl, Johann**
Breite Strasse 18
D-3100 Celle(DE)

74 Vertreter: **Busse & Busse Patentanwälte**
Postfach 1226 Grosshandelsring 6
D-4500 Osnabrück(DE)

54 **Vorrichtung zum Fördern von fließfähigen Stoffen.**

57 Eine Vorrichtung zum Fördern von fließfähigen Stoffen (8) aus einer Produktionsbohrung (2) umfaßt eine Druckmittelquelle (1), eine Druckmittelleitung (3), welche das Druckmittel (29) in den Sohlenbereich der Bohrung (2) leitet, einen mit dem Druckmittel (29) gespeisten und mit einer Pumpe (6) gekoppelten Antrieb (5) in einem Gehäuse (7), das Öffnungen (15) für den Eintritt der fließfähigen Stoffe (8) in die Pumpe (6) und solche (16) für deren Austritt aus der Pumpe (6) und für den Austritt von Druckmittel (4) aus dem Antrieb (5) in die Förderleitung (33) aufweist, und einen Packer (17) zwischen dem Gehäuse (7) und einer Auskleidung (9) der Bohrung (2) zur Trennung der Eintrittsöffnungen (15) für die fließfähigen Stoffe (8) von weiteren Öffnungen (16) im Gehäuse (7). Der Antrieb (5) und die Pumpe (6) sind jeweils als Verdrängungsrotationsmaschine mit einem gewendelten, eine exzentrische Bewegungsbahn innerhalb eines gewendelten Stators (11;13) beschreibenden Rotor (10;12) ausgebildet. Der Rotor (10) und Stator (11) des Antriebs (5) und der Rotor (12) und Stator (13) der Pumpe (6) besitzen die gleiche Exzentrizität und sind starr miteinander verbunden.

EP 0 155 544 A2

./...

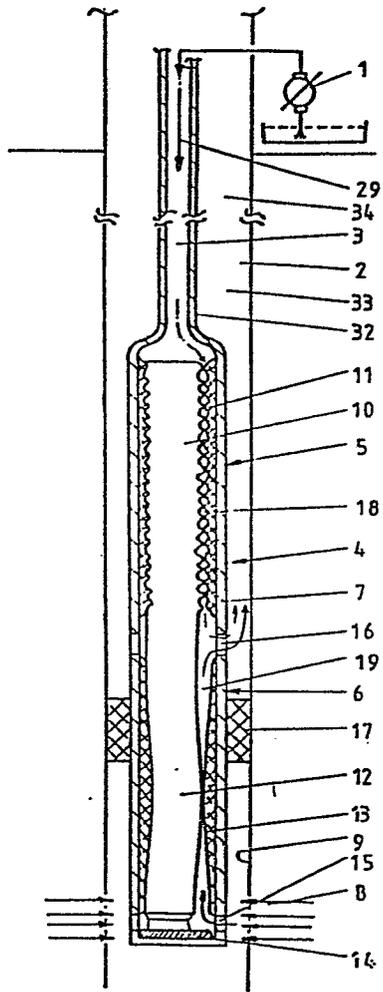
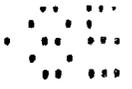


Fig. 1



Vorrichtung zum Fördern von fließfähigen Stoffen

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Fördern von fließfähigen Stoffen aus einer Produktionsbohrung gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

5 Bei einer durch die US PS 4,386,654 bekannten derartigen Vorrichtung sind die Rotoren von Antrieb und Pumpe jeweils mit Universalgelenken versehen, die untereinander durch eine zentrisch gelagerte Welle verbunden sind. Die Vorrichtung ist dadurch fertigungstechnisch aufwendig und wegen der Vielzahl von schwenkbeweglich gegeneinander gelagerten Teile verschleißanfällig.

10

Die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe besteht darin, eine Vorrichtung der eingangs genannten Art zu vereinfachen und dadurch ihre Zuverlässigkeit bei den extremen untertägigen Einsatzbedingungen zu erhöhen.

15

Die Erfindung löst diese Aufgabe mit den Merkmalen des Anspruchs 1.

20

Die Auslegung der Rotoren und Statoren von Antrieb und Pumpe auf gleiche Exzentrizität schafft eine übereinstimmende Bewegungsbahn der Rotoren, die eine radiale Entkoppelung der Verbindung der Rotoren untereinander z.B. durch Universalgelenke entbehrlich macht und so ermöglicht, die Rotoren direkt miteinander zu verbinden. Eine derartige Vorrichtung vermindert wegen der Einsparung von gegeneinander gelagerten Teilen das Ausfallrisiko und schafft so die Voraussetzung für einen längerer wartungsfreien Betrieb.

25

Durch das gemäß einer Weiterbildung wesentlich höhere Arbeitskammervolumen der Pumpe gegenüber dem Antrieb fördert die Vorrichtung eine wesentlich höhere Menge an fließfähigen Stoffen aus der Produktionsbohrung als an Druckmittel in dieselbe hineingepreßt werden muß.

30

Der im umgekehrten Verhältnis zu den Arbeitskammervolumina stehende Differenzdruck über den Verdrängungsrotationsmaschinen wird beim



Antrieb durch mehrstufige Ausbildung desselben bewältigt. Dadurch kann der je Stufe abgebaute Anteil am Gesamtdifferenzdruck klein gehalten und so die Dichtkanten zwischen den Arbeitskammern vor Leckage oder Durchblasen geschützt werden.

5

Die Erhöhung des Arbeitskammervolumens der Pumpe kann durch eine höhere Steigung der Wendelung von Rotor und Stator, durch eine größere Arbeitskammerquerschnittsfläche oder durch eine Kombination aus beiden Maßnahmen erzielt werden. Durch eine entsprechende Auswahl und Abstimmung beider Maßnahmen ist daher die Schaffung eines gewünschten Arbeitskammervolumens auch bei kleinem Bohrlochdurchmesser möglich.

10

Entspricht gemäß einer Weiterbildung die Stufenzahl S_A des Antriebs, die Stufenzahl S_P der Pumpe, das Arbeitsvolumen V_P der Pumpe, das Arbeitskammervolumen V_A des Antriebs und die Gesamtwirkungsgrade η_{GA} , η_{GP} von Antrieb und Pumpe der Formel

15

$$\frac{S_A}{S_P} = \frac{V_P}{V_A} \cdot \frac{1}{\eta_{GA} \cdot \eta_{GP}}, \text{ wird unter Berücksichtigung der im Be-}$$

trieb auftretenden Verluste bei Antrieb und Pumpe die gleiche Belastung der Dichtkanten zwischen benachbarten Arbeitskammern erzielt.

20

Durch Auslegung der Wendelung bei Antrieb und Pumpe im gleichen Drehsinn werden gleiche Durchströmungsrichtungen in beiden Verdrängungsrotationsmaschinen geschaffen und die auf die Rotoren ausgeübten axialen Reaktionskräfte einander entgegengerichtet. Bei betragsmäßiger Übereinstimmung der Reaktionskräfte lassen sich so die vom Axiallager aufzunehmenden resultierenden Kräfte weitgehend kompensieren.

30

Die bei dieser Ausgestaltung erforderliche Leitung parallel zur Arbeitskammer der Pumpe oder des Antriebs kann vorzugsweise durch einen Zwischenraum zwischen der gewendelten Stator- oder Rotorhülse und einer dieser zugeordneten Trägerhülse gebildet sein, wodurch der ohnehin vorhandene Raum genutzt und eine Vergrößerung des Gehäusedurchmessers vermieden werden kann.

35

Eine besonders kompakte Ausführungsform ermöglicht eine Vorrichtung, bei der die Statoren von Pumpe und Antrieb als Außen- und Innenstator ausgebildet und die Rotoren durch einen gemeinsamen, zwischen den Statoren angeordneten Körper gebildet sind.

5

Im Hinblick auf möglichst geringe Strömungsverluste der zu fördernden flußfähigen Stoffe wird das Druckmittel vorzugsweise durch eine Druckmittelleitung in Form eines in die Bohrung eingelassenen Gestängerohrs üblichen Durchmessers geleitet, so daß als Förderleitung für die fließfähigen Stoffe der in seinem Querschnitt im Vergleich zum Gestängerohr größere Ringraum zwischen diesem und der Auskleidung der Bohrung zur Verfügung steht. Bei chemisch aggressiven fließfähigen Stoffen kann es aber auch erforderlich sein, diese von der Auskleidung der Bohrung fernzuhalten.

15

In diesem Fall wird das Druckmittel dem Antrieb durch den Ringraum zwischen Gestängerohr und Bohrlochauskleidung zugeführt und die fließfähigen Stoffe durch das Gestängerohr gefördert, wobei dann ein Gestängerohr mit besonders großem Durchmesser Verwendung findet.

20

- Die Erfindung wird nun anhand mehrerer Ausführungsbeispiele, die in der Zeichnung dargestellt sind, erläutert. In der Zeichnung zeigen:
- Fig. 1 einen gebrochenen Längsschnitt durch eine erfindungsgemäße Vorrichtung,
- 5 Fig. 2, 3 und 4 alternative Ausführungsformen der Vorrichtung als Prinzipskizze,
- Fig. 5, 6 Querschnitte durch alternative Ausführungsformen,
- Fig. 7 einen gebrochenen Längsschnitt einer weiteren Ausführung der Vorrichtung mit gemeinsamem Rotor,
- 10 Fig. 8 eine weitere alternative Ausführungsform der Vorrichtung als Prinzipskizze.

Die in Fig. 1 dargestellte Vorrichtung umfaßt eine obertägige Druck - mittelquelle 1, die ein Druckmittel 29 durch eine in einer Produktions-
15 boh rung 2 angeordnete Druckmittelleitung 3 in Form eines Gestängerohres 32 zur Sohle der Bohrung leitet. Das Druckmittel wird einer als ganzes mit 4 bezeichneten, in einem gemeinsamen Gehäuse 7 untergebrachten An- ordnung aus einem Antrieb 5 und einer Pumpe 6 zugeführt.

20 Die Anordnung 4 kann außer im Sohlenbereich auch an einer anderen Stelle der Bohrung 2 angeordnet sein, an der fließfähige Stoffe 8 aus einer Lagerstätte durch Perforationen in der Bohrlochauskleidung 9 in die Bohrung 2 dringen.

25 Der Antrieb 5 besteht im einzelnen aus einem gewendelten Rotor 10, der in einem ebenfalls gewendelten Stator 11 untergebracht ist. Der Stator 11 wiederum ist von dem Gehäuse 7 umgeben. Unterhalb des Antriebs 5 befindet sich die Pumpe 6, die ähnlich wie der Antrieb einen Rotor 12 und einen Stator 13 umfaßt, der seinerseits von dem Gehäuse 7 umgeben ist. Der
30 Rotor 12 der Pumpe 6 ist starr mit dem Rotor 10 des Antriebs 5 verbunden. Die untere Stirnfläche des Rotors 12 ist gegen ein Axiallager 14 abgestützt. Wie aus Fig. 1 ersichtlich besitzen der Rotor 10 und der Stator 11 die gleiche Exzentrizität wie der Rotor 12 und der Stator 13 so daß beide Rotoren 10, 12 im Betrieb dieselbe exzentrische Taumelbewegung
35 vollführen.

Die Querschnittsflächen der Arbeitskammer 18, 19 von Antrieb 5 und Pumpe 6 sind gleichgroß während der Pumpenrotor 12 und -stator 13 eine zehnfach höhere Steigung besitzen als der Antriebsrotor 10 und -stator 11. Dadurch wälzt die Pumpe 6 bei jeder Rotorumdrehung das

zehnfache Volumen im Vergleich zum Antrieb 5 um. Im Betrieb setzt sich das aufwärts gepumpte Volumen aus einem Teil Druckmittel 30 und neun Teilen fließfähiger Stoffe 8 zusammen. Unter Annahme verlustfreier Verhältnisse wäre der Antrieb 5 mit dem zehnfachen Druck, den die Pumpe 6 überwindet, zu beaufschlagen, jedoch ergibt sich unter Berücksichtigung der Gesamtwirkungsgrade von Antrieb 5 und Pumpe 6 gemäß nachstehender Formel

$$\Delta P_A = \frac{V_p \cdot \Delta P_p}{V_A \cdot \eta_{GA} \cdot \eta_{GP}}$$

10 worin V_A : Arbeitskammervolumen des Antriebs,

V_p : Arbeitskammervolumen der Pumpe,

ΔP_A : Druckdifferenz über dem Antrieb,

ΔP_p : Druckdifferenz über der Pumpe,

η_{GA} : Gesamtwirkungsgrad des Antriebs,

15 η_{GP} : Gesamtwirkungsgrad der Pumpe und angenommener Werte für die Gesamtwirkungsgrade von jeweils 70 % für ΔP_A das zwanzigfache von ΔP_p .

Zur Bewältigung des Druckabfalls über dem Antrieb 5 durch die Dichtkanten seiner Arbeitskammern 18 ist der Antrieb 5 mit der zwanzigfachen Stufenzahl der Pumpe 6 versehen. Der an jeder Dichtkante angreifende Druckanteil entspricht somit demjenigen der Pumpe 6, so daß beide Rotationsmaschinen gleich belastet werden.

25 Bei der dargestellten Anordnung 4 treten die fließfähigen Stoffe 8 durch Öffnungen 15 in die Pumpe ein und gemeinsam mit dem Druckmittel 29 durch Öffnungen 16 in den Ringraum 34, der als Förderleitung 33 dient, aus. Ein direkter Kurzschluß zwischen den Öffnungen 15 und 16 wird durch einen Packer 17 verhindert, der zwischen dem Gehäuse 7 und der Bohrlochauskleidung 9 angeordnet ist.

30 Die Wendelungen von Rotor (10; 12) und Stator (11;13) bei dem Antrieb 5 und der Pumpe 6 sind noch im entgegengesetzten Drehsinn ausgeführt, wodurch eine Addition der axialen Reaktionskräfte erfolgt.

Die in Fig. 2 gezeigte Alternative hingegen umfaßt einen Antrieb 5 und eine Pumpe 6 mit im gleichen Drehsinn verlaufenden Wendelungen. Während die Pumpe 6 mit derjenigen in Fig. 1 identisch ist, wird der Antrieb 5 in umgekehrter Richtung, d.h. von unten nach oben mit Druckmittel 29 durchströmt. Dazu ist die Druckmittelleitung 3 an den Arbeitskammern 18 des Antriebs 5 parallel vorbeigeführt und mündet in diesen von unten ein. Die gleiche Durchströmungsrichtung von Antrieb 5 und Pumpe 6 führt zu entgegengesetzten Richtungen der axialen Reaktionskräfte auf die Rotoren 10,11, so daß diese sich gegenseitig kompensieren können und das Axiallager 14 entlasten. Die dargestellte Alternative erfordert jedoch noch eine Abdichtung 20 der Arbeitskammern 18 des Antriebs 5 gegenüber denen 19 der Pumpe 6.

Auch bei der in Fig. 3 dargestellten Alternative wird dem Antrieb 5 das Druckmittel 29 von unten zugeführt. Gegenüber Fig. 2 ist aber die räumliche Anordnung von Antrieb 5 und Pumpe 6 im Gehäuse 7 vertauscht, wodurch eine Abdichtung zwischen den Arbeitskammern 18 des Antriebs 5 und denen 19 der Pumpe 6 entfallen kann.

Die in Fig. 4 dargestellte Alternative entspricht hinsichtlich der Anordnung von Antrieb 5 und Pumpe 6 wieder derjenigen in Fig. 1 wobei auch die Ausgestaltung des Antriebs 5 und die Druckmittelzuführung gleich jener Version ist. Indessen ist die Wendelung bei der Pumpe 6 im gleichen Richtungssinn wie beim Antrieb 5 ausgeführt, so daß die fließfähigen Stoffe 8 die Pumpe 6 von oben nach unten durchströmen und nach Richtungsumkehr durch eine parallel zur Arbeitskammer 19 der Pumpe 6 verlaufende Leitung 21 nach oben gefördert werden.

Mögliche Ausführungsformen einer solchen Leitung 3, 21 zeigen Fig. 5 und 6 am Beispiel von Multilobe-Verdrängungsmaschinen. In Fig. 5 ist der Stator 11;13 in Gestalt einer geformten Hülse 22 im Gehäuse 7 untergebracht. Der Zwischenraum zwischen den einwärts gerichteten Wendeln der Formhülse 22 und dem Gehäuse 7 dient hierbei als parallel zur Arbeitskammer 18, 19 geführte Leitung 3,21. Wie durch die Symbole 23 und 24 angedeutet ist, durchströmen Druckmittel 29 oder fließfähige Stoffe 8 die Arbeitskammern 18, 19 in einer in die Zeichenebene hineinweisende

Richtung, während sie die Leitung 21, 3 in einer aus der Zeichenebene herausweisenden Richtung durchströmen. Entsprechend der Ausführungen in Fig. 6 ist es auch möglich, zusätzlich oder alternativ den Rotor 10, 12 als eine auf einer Trägerhülse 30 festgelegte Hülse 31 auszubilden und den Zwischenraum zwischen der nach außen vorspringenden Wendelung der Hülse 31 und der Trägerhülse 30 als Leitung 3,21 zu benutzen oder den Rotor 10,12 hohl auszubilden und den Innenraum für diesen Zweck zu verwenden.

Bei der in Fig. 7 dargestellten Ausführungsform sind Antrieb 5 und Pumpe 6 ineinander verschachtelt. Der Antrieb wird hierbei durch den Innenstator 11 und den inneren Bereich 26 eines gemeinsamen Rotors 25 gebildet. Der Pumpe sind der Außenstator 13 und der äußere Bereich 27 des gemeinsamen Rotors 25 zugeordnet.

Dem Axiallager 14 ist zusätzlich eine Axialdichtung 28 zugeordnet. Das Druckmittel 29 wird dem Antriebsteil 5 über den hohlen Innenstator 11 zugeführt und durchströmt die zugehörige Arbeitskammer 18. Auch die fließfähigen Stoffe 8, die im unteren Bereich in die Arbeitskammer 19 des Pumpenteils 6 eintreten, durchströmen diese in Aufwärtsrichtung. Druckmittel 29 und fließfähige Stoffe 8 verlassen das Gehäuse 7 über gemeinsame Austrittsöffnungen 16. Wie die Darstellung zeigt, läßt sich mit dieser Alternative eine besonders kurze, kompakte Ausführung realisieren.

Fig. 8 zeigt eine Alternative der erfindungsgemäßen Vorrichtung bei der das Druckmittel 29 statt durch das Gestängerohr 32 durch den Ringraum 34 zwischen Gestängerohr 32 und Bohrlochauskleidung 9 geleitet wird und die fließfähigen Stoffe 8 durch das Gestängerohr 32
5 gefördert werden. Als Grundlage für die Anordnung von Antrieb 5 und Pumpe 6 dient die Ausführungsform in Fig. 3, jedoch läßt sich auch jede andere der vorgestellten Ausführungsformen für die quasi vertauschte Zuführung von Druckmittel 29 und die Förderung der fließfähigen Stoffe 8 verwenden. Diese Alternative ist bei chemisch aggressiven fließfähigen
10 Stoffen 8 zur Schonung der Bohrlochauskleidung 9 geboten und zwar unter dem Aspekt, daß sich ein Gestängerohr 32 bei Korrosionsschäden leichter auswechseln läßt als die Bohrlochauskleidung 9.

Patentansprüche:

1. Vorrichtung zum Fördern von fließfähigen Stoffen aus einer Produktionsbohrung, bestehend aus einer Druckmittelquelle, einer Druckmittelleitung, welche das Druckmittel in den Sohlenbereich der Bohrung leitet, einem mit dem Druckmittel gespeisten und mit einer Pumpe gekoppelten Antrieb in einem Gehäuse, das Öffnungen für den Eintritt der fließfähigen Stoffe in die Pumpe und solche für deren Austritt aus der Pumpe und für den Austritt von Druckmittel aus dem Antrieb in die Förderleitung aufweist, und mit einem Packer zwischen dem Gehäuse und einer Auskleidung der Bohrung zur Trennung der Eintrittsöffnungen für die fließfähigen Stoffe von weiteren Öffnungen im Gehäuse, wobei der Antrieb und die Pumpe jeweils als Verdrängungsrotationsmaschine mit einem gewendelten, eine exzentrische Bewegungsbahn innerhalb eines gewendelten Statorgehäuses beschreibenden Rotor ausgebildet sind, dadurch gekennzeichnet, daß der Rotor (10) und Stator (11) des Antriebs (5) und der Rotor (12) und Stator (13) der Pumpe (6) die gleiche Exzentrizität besitzen und starr miteinander verbunden sind.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Pumpe (6) ein wesentlich höheres Arbeitskammervolumen als der Antrieb (5) einschließt, während der Antrieb (5) eine höhere Stufenzahl als die Pumpe (6) aufweist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Pumpe (6) eine größere Steigung der Wendelung von Rotor (12) und Stator (13) und/oder eine größere Arbeitskammerquerschnittsfläche als der Antrieb (5) aufweist.

5

4. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Verhältnis der Stufenzahl des Antriebs (5) zu der der Pumpe (6) dem Produkt aus dem Verhältnis eines Arbeitskammervolumens der Pumpe (6) zu dem des Antriebs (5) und aus den Reziprokwerten der Gesamtwirkungsgrade von Antrieb (5) und Pumpe (6) annähernd gleich ist.

10

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Drehsinn der Wendelung bei Antrieb (5) und Pumpe (6) gleich ist und daß parallel zum Antrieb (5) oder zur Pumpe (6) eine Leitung (3;21) angeordnet ist, mittels der Druckmittel (29) oder fließfähige Stoffe (8) vor Eintritt in den Antrieb (5) bzw. nach Austritt aus der Pumpe (6) unter jeweiliger Richtungsumkehr an der zugehörigen Arbeitskammer (18;19) des Antriebs (5) bzw. der Pumpe (6) vorbeigeleitet werden.

15

20

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die parallel angeordnete Leitung (3;21) durch einen Zwischenraum zwischen einer gewendelten Stator- (22) oder Rotorhülse (30) und einer dieser jeweils zugeordneten Trägerhülse (7;31) gebildet ist.

25

7. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß einer der beiden Statoren von Pumpe (6) und Antrieb (5) als Außenstator (13) und der andere als Innenstator (11) ausgebildet ist und die Rotoren durch einen für beide Statoren gemeinsamen, zwischen dem Außenstator (13) und dem Innenstator (11) angeordneten Rotor (25) gebildet sind.

30

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Statoren (11,13) von Pumpe (6) und Antrieb (5) axial ineinanderliegen.

35

9. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Druckmittelleitung (3) durch ein in die Bohrung (2) eingelassenes Gestängerohr (32) und die Förderleitung (33) durch den Ringraum (34) zwischen dem Gestängerohr (32) und der Ausklei-
5 dung (9) der Bohrung (2) gebildet ist.

10. Vorrichtung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Förderleitung (33) durch ein in die Bohrung (2) eingelassenes Gestängerohr (32) und die Druckmittelleitung (3)
0 durch den Ringraum (34) zwischen dem Gestängerohr (32) und der Ausklei-
dung (9) der Bohrung (2) gebildet ist.

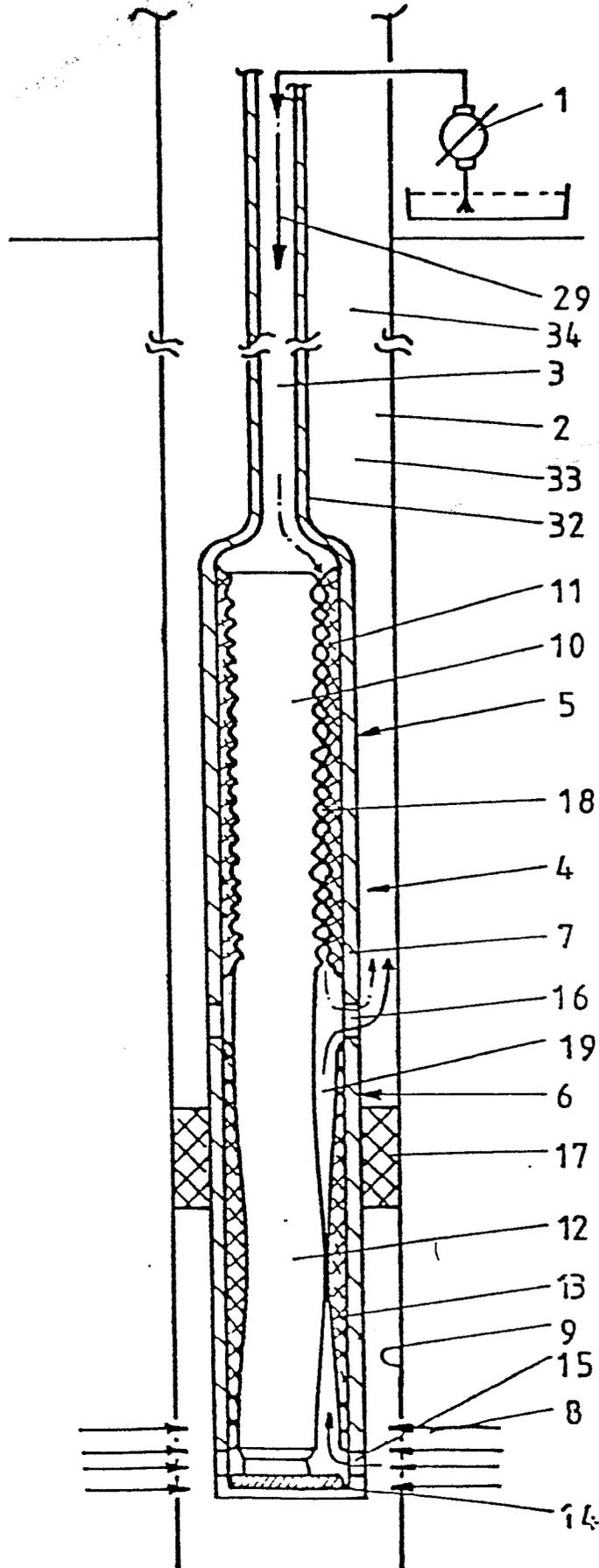


Fig. 1

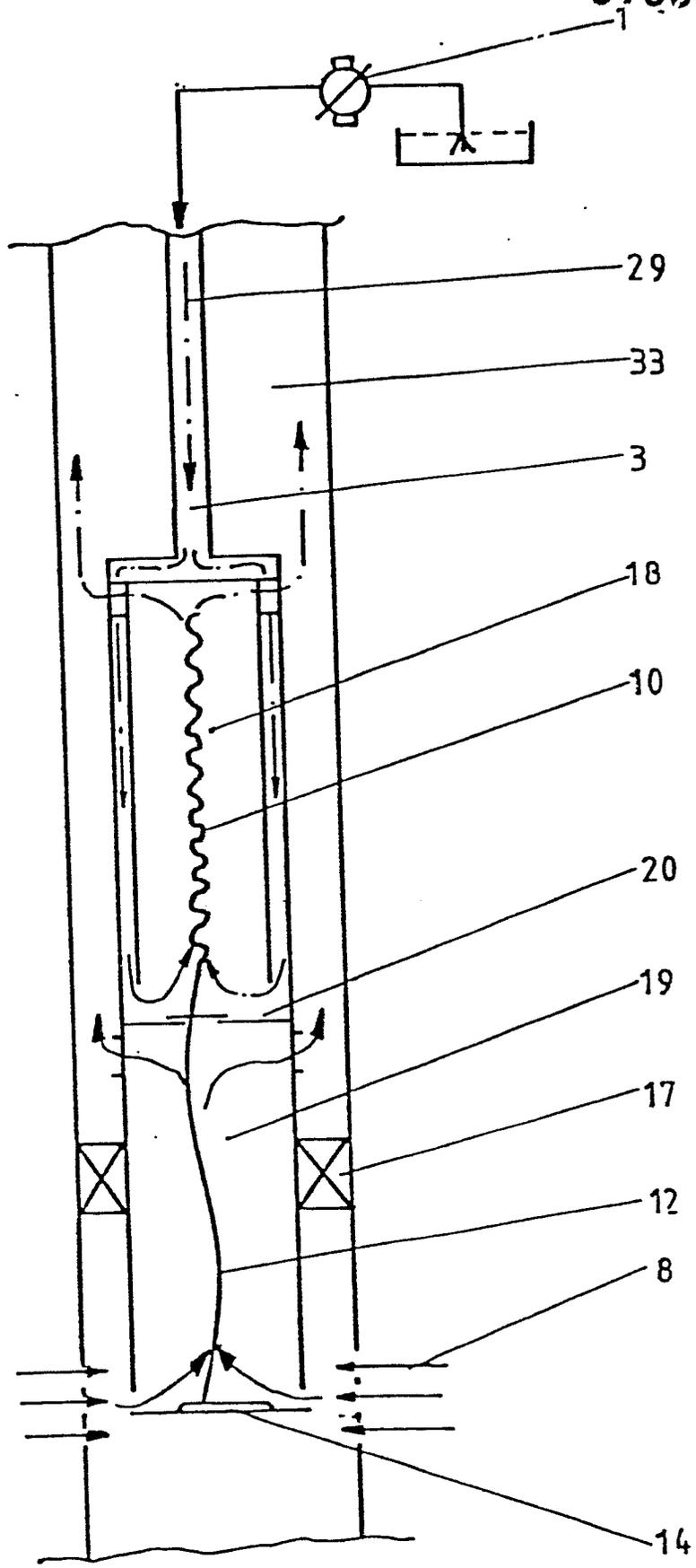


Fig. 2

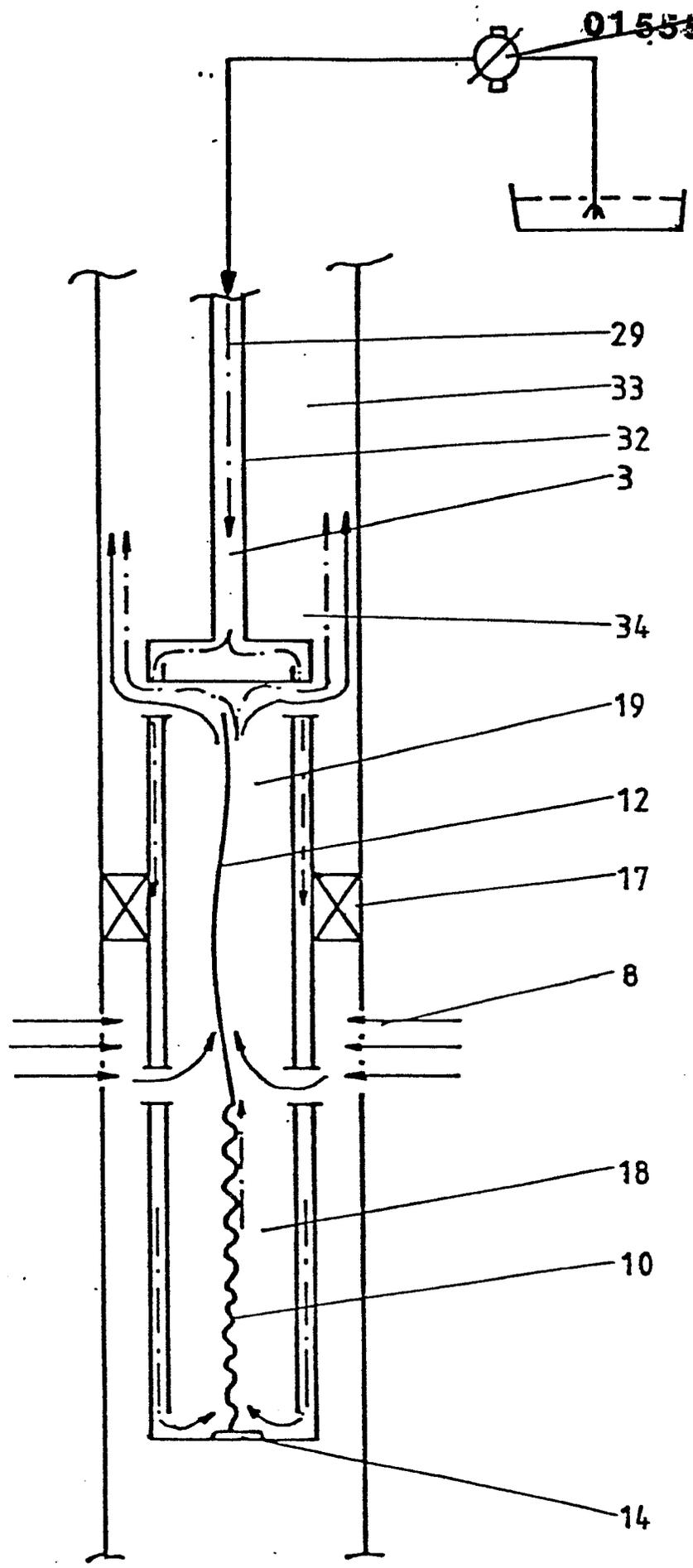


Fig. 3

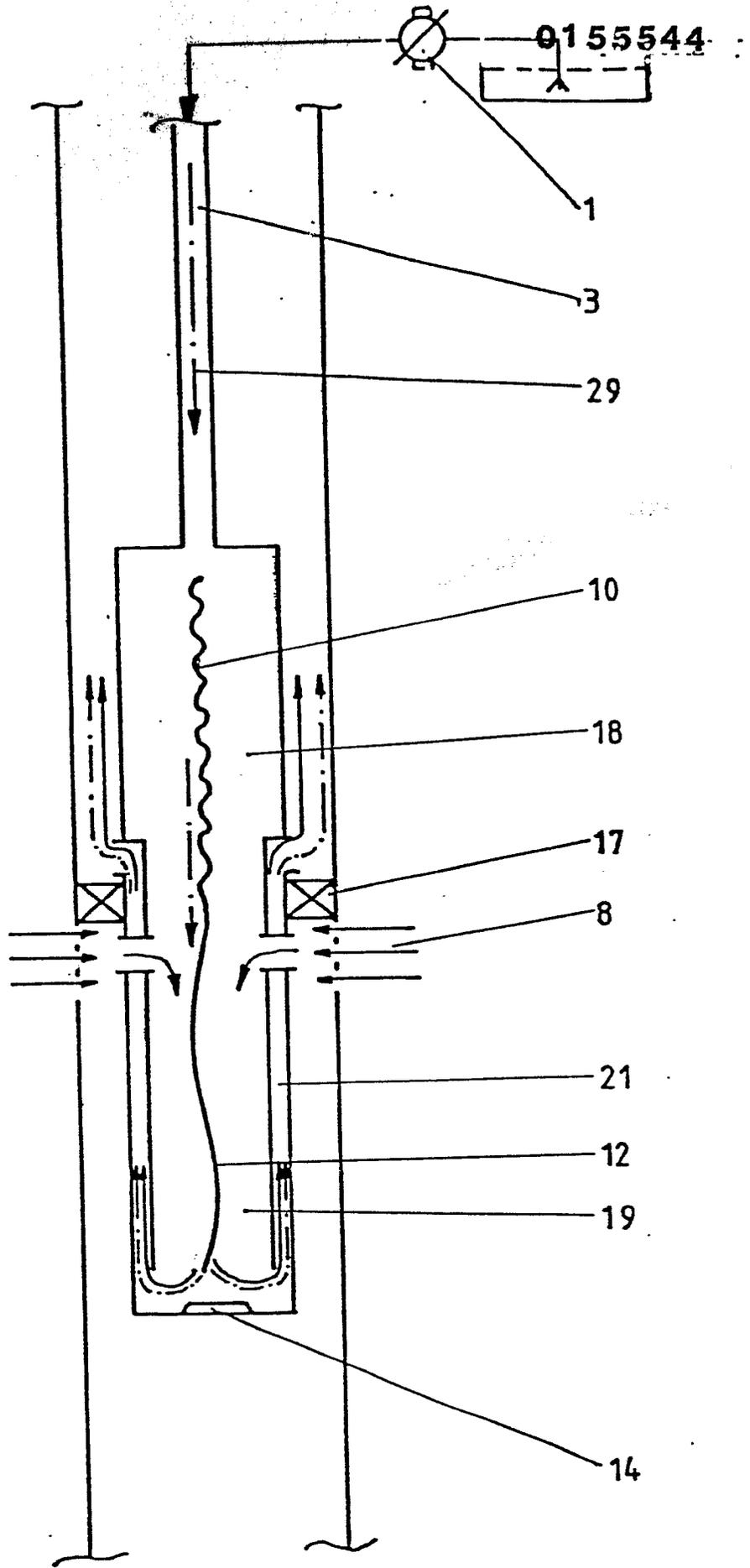


Fig. 4

5/7

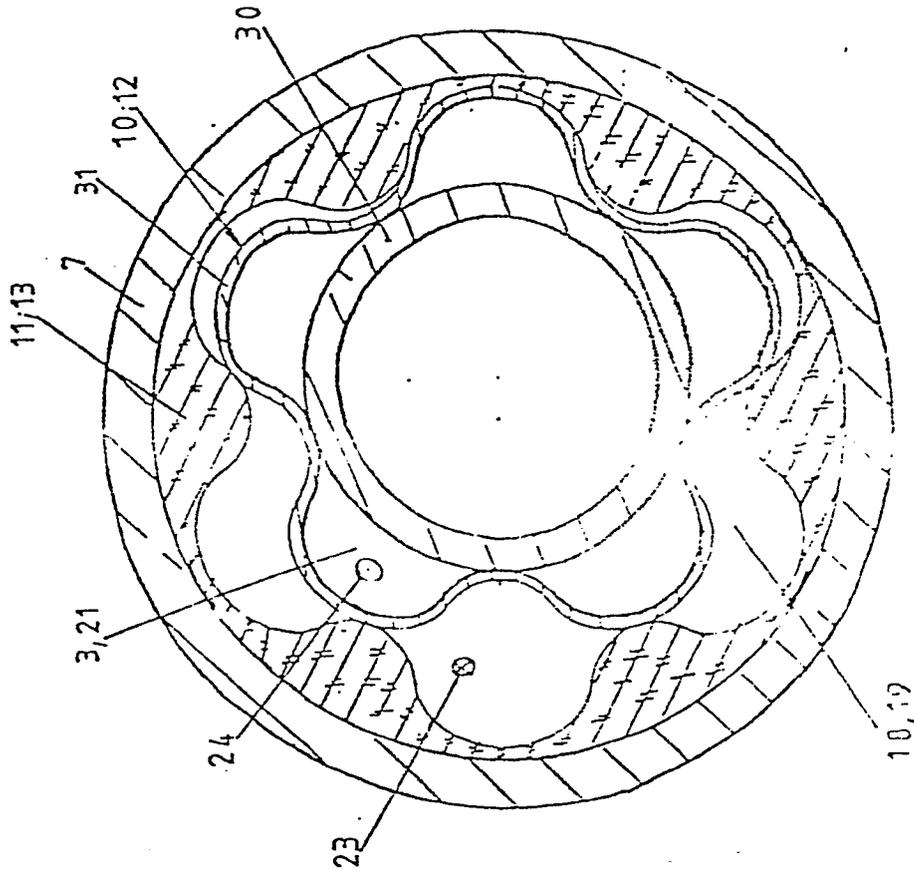


Fig. 6

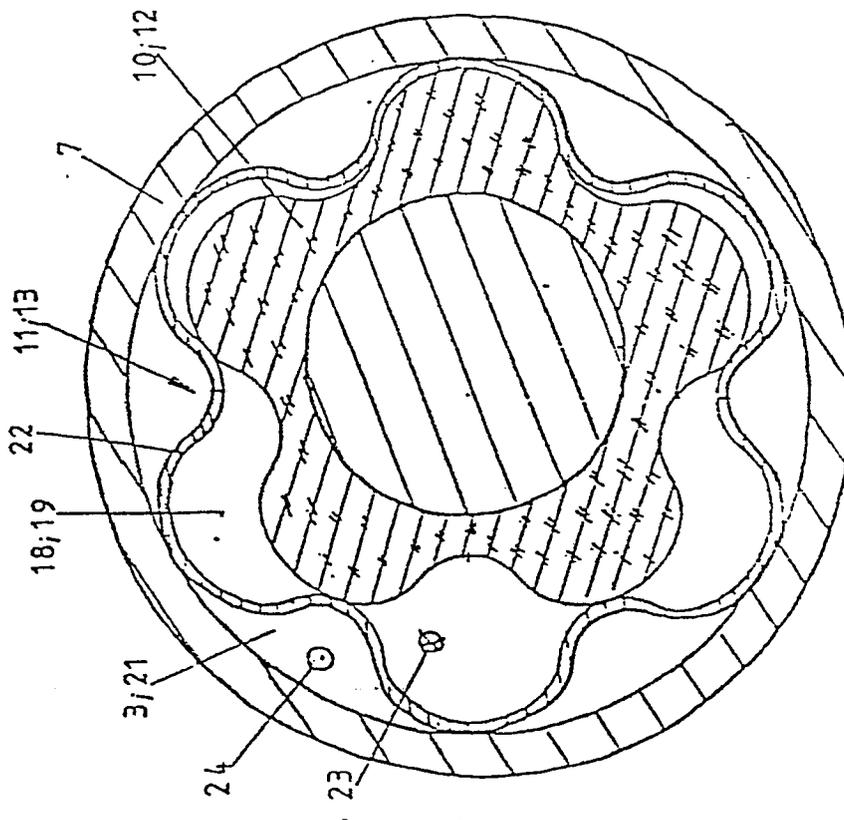


Fig. 5

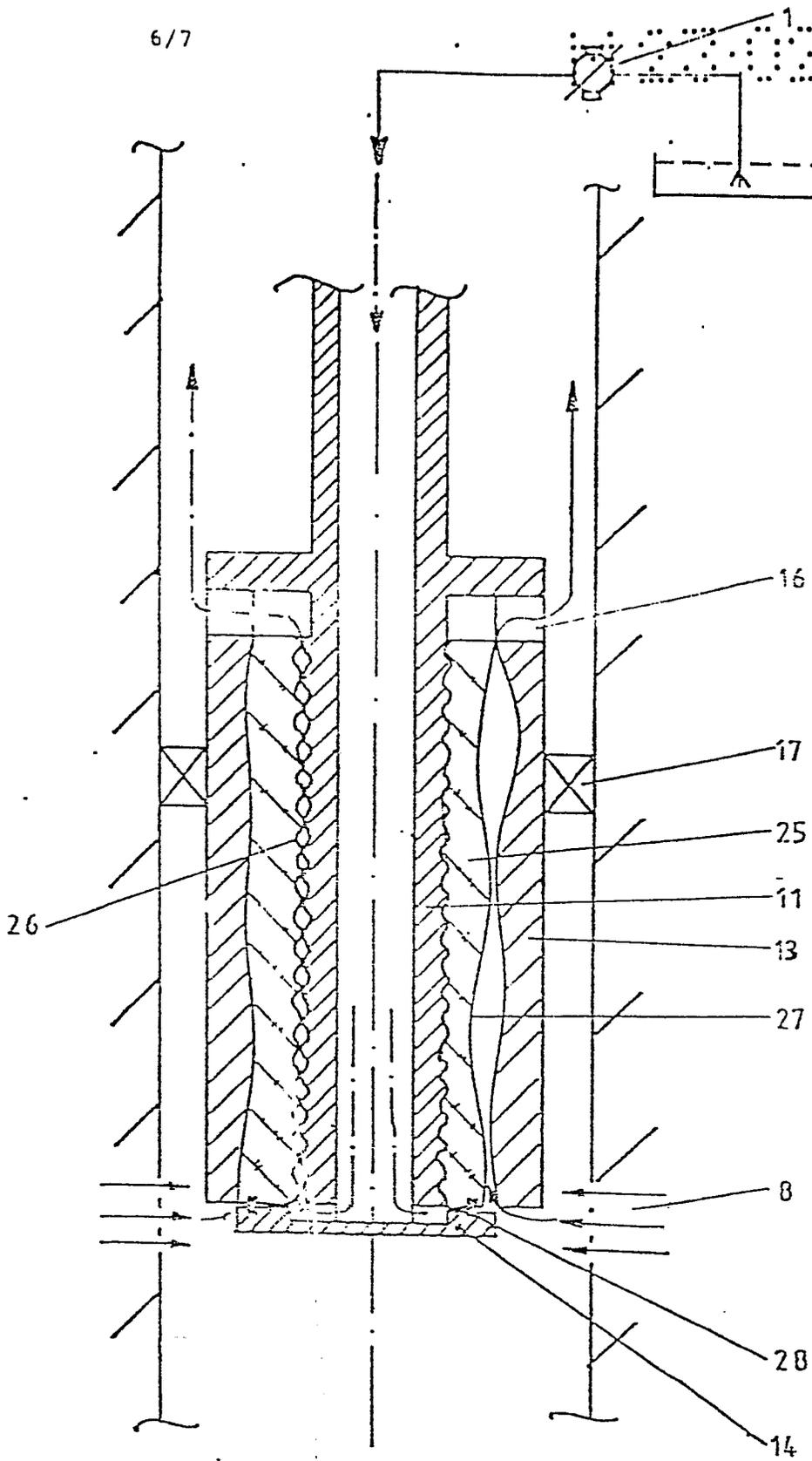


Fig. 7

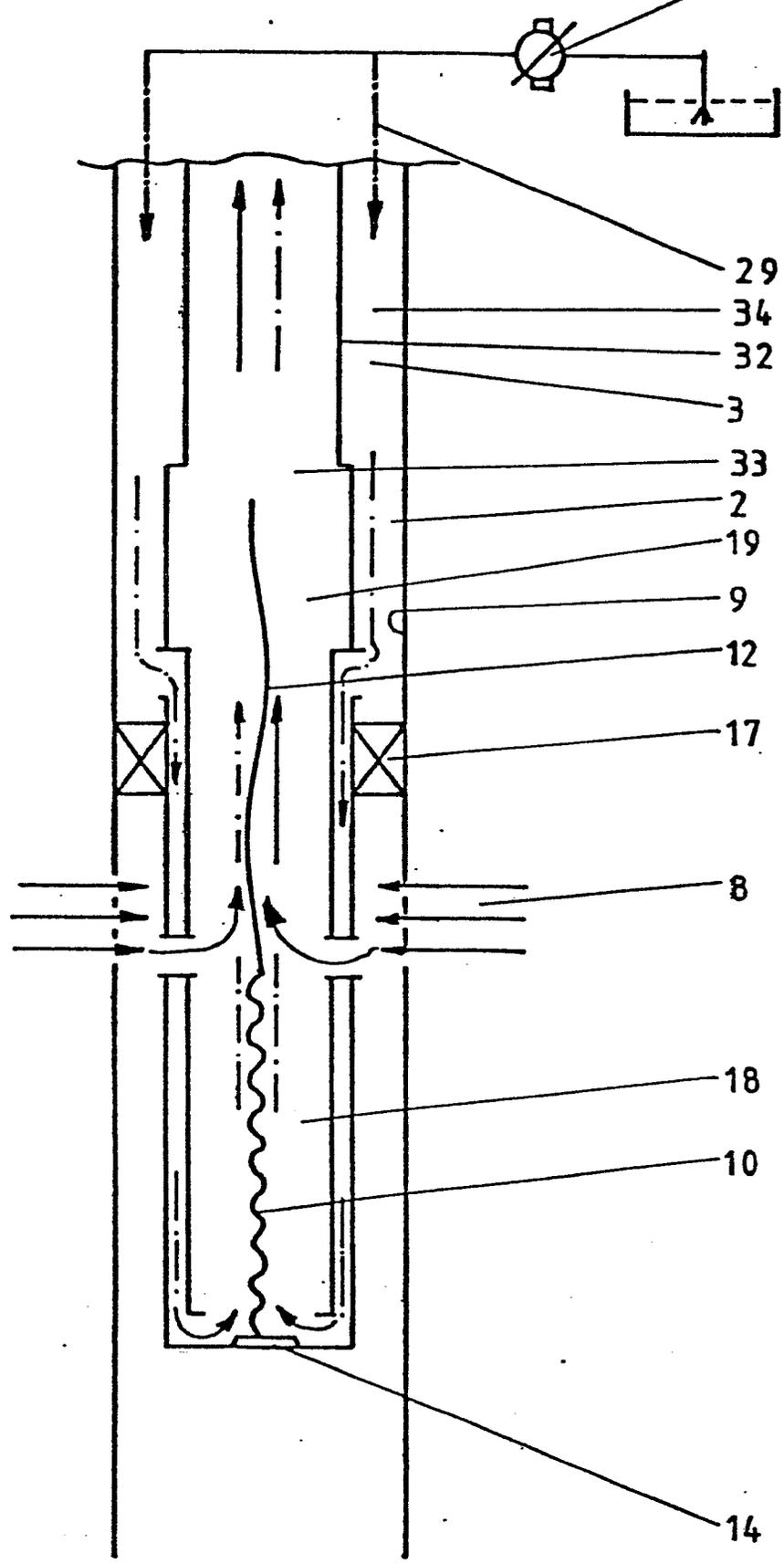


Fig. 8