

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 0 673 466 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
28.08.1996 Patentblatt 1996/35

(21) Anmeldenummer: **94900140.8**

(22) Anmeldetag: **12.11.1993**

(51) Int Cl.⁶: **E21B 43/12**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP93/03178

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 94/15065 (07.07.1994 Gazette 1994/15)

(54) **TURBOPUMPE ZUR FÖRDERUNG HOCHVISKOSE STOFFE**

TURBO-PUMP FOR CONVEYING HIGHLY VISCOUS SUBSTANCES

TURBOPOMPE PERMETTANT DE REFOULER DES SUBSTANCES TRES VISQUEUSES

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE GB

(30) Priorität: **19.12.1992 DE 4243132**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
27.09.1995 Patentblatt 1995/39

(73) Patentinhaber: **KSB Aktiengesellschaft**
D-67227 Frankenthal (DE)

(72) Erfinder:
• **WARTH, Helmut**
D-67065 Ludwigshafen (DE)

- **JOSSERAND, Bernard**
F-74330 Sillingy (FR)
- **BARIATTI, Robert**
F-74000 Annecy (FR)
- **ROUGEAUX, Jean**
F-74600 Seynod (FR)
- **STIHLE, Sylvain**
F-74290 Bluffy (FR)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 402 567 EP-B- 0 246 943
US-A- 3 219 483 US-A- 4 019 720
US-A- 4 573 803 US-A- 5 033 545
US-A- 5 176 448

EP 0 673 466 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

Technisches Gebiet

Die Erfindung bezieht sich auf eine Turbopumpe zur Förderung hochviskoser Stoffe, insbesondere schwerer Kohlenwasserstoffe oder Erdöle, bei welcher ein Vermischen einer Flüssigkeit geringerer Viskosität mit dem zu fördernden Fluid höherer Viskosität zum Zweck der Verringerung der Viskosität des Fördermediums vor dem Eintritt in die Pumpe stattfindet. Dazu umfaßt die Turbopumpe eine Pumpe mit einem Eingang und einem Ausgang sowie eine Turbine, die einen Eingang und einen Ausgang, welche von denen der Pumpe verschieden sind, aufweist und die auf der gleichen Welle befestigt ist wie die Pumpe. Bei der Turbopumpe wird eine Antriebsflüssigkeit mit einer geringeren Viskosität als die des Fluids, die mit diesem mischbar ist, unter Druck dem Eingang der Turbine zugeführt. Ein Teil der aus der Turbine kommenden teilentspannten Antriebsflüssigkeit als Lösungsflüssigkeit wird in einer Kammer dem Fluid vor Eintritt in die Pumpe zugemischt und somit die Viskosität des Gemisches verringert. Das Gemisch aus Lösungsflüssigkeit und Fluid wird am Eingang von der Pumpe angesaugt.

Stand der Technik

Ein großer Anteil der Weltölvorräte besteht aus schwerem, zähem Erdöl. Mit zunehmender Ausbeutung des leichten Erdöls wächst der Bedarf an Technologien zur Förderung des schweren Erdöls.

Um dieses Erdöl zu gewinnen, wurden verschiedene Verfahren zur Verringerung der Viskosität des Erdöls entwickelt, so daß die Förderung mit einer an sich bekannten Pumpe erfolgen kann.

Ein Verfahren mit einer Wasserstrahlpumpe und verflüssigenden Zusätzen wird in der GB-A-2 166 472 beschrieben. Es wird aber auch auf die Gefahr von Kavitationsschäden bei der Anwendung dieses Förderprinzips hingewiesen. Diese Gefahr erhöht sich mit zunehmendem Druck der Pumpe und begrenzt somit deren Einsatzbereich.

Die Verwendung von elektrisch angetriebenen Pumpen in einem Bohrloch mit zusätzlicher Zuführung einer Lösungsflüssigkeit und einer Zumischung zum Fördermedium wird in den Schriften EP-A-0 322 958 und US-A-4 749 034 beschrieben. Elektrisch angetriebene Pumpen haben aber den Nachteil, daß sie zur Förderung hochviskoser Stoffe ungeeignet sind, da sie zu einer hohen Wärmeentwicklung neigen. Die in der EP-A-0 322 958 hierzu angegebene Lösung stößt aber dann an ihre Grenzen, wenn etwa Dampf zur Beheizung des Erdölfeldes eingesetzt wird. Zudem sind auch die Kabel für den Elektromotor temperaturempfindlich.

Auch der Einsatz von Gestängepumpen mit gleichzeitiger Zuführung einer Lösungsflüssigkeit, wie in der US-A-4 056 335 beschrieben, stellt eine Vorrichtung zur

Gewinnung schweren Erdöls dar, welche die Viskosität des Fluids verringert. Gestängepumpen sind aber nur in vertikalen Bohrlöchern zu betreiben und lassen keine horizontale Orientierung der Pumpe zu, welche insbesondere bei der Förderung hochviskosen Erdöls vorteilhaft ist.

Die hier aufgeführten Nachteile können beim Einsatz einer Turbopumpe vermieden werden. Diese Pumpen zeichnen sich dadurch aus, daß der Antrieb der Pumpe über eine Turbine erfolgt, welche auf einer Welle mit der Pumpe sitzt. Die Antriebsflüssigkeit in der Turbine wird ganz oder teilweise dem Fluid beigemischt.

Die Schrift US-A-4 086 030 betrifft eine Turbopumpe und zeigt eine Vermischung der aus der Turbine austretenden Antriebsflüssigkeit mit dem aus der Pumpe austretenden Fluid. Die Vermischung erfolgt in einer Venturi-Düse, wobei das Fluid die aus einer Düse austretende Antriebsflüssigkeit umhüllt. Nachteilig ist hier, daß die Vermischung erst nach Austritt aus der Pumpe erfolgt. Die Verringerung der Viskosität des Gemisches vor Eintritt in die Pumpe wird nicht erreicht.

Bei der GB-A-2 057 058 findet zwar auch eine Zumischung des Fluids um einen zentralen Strahl von teilentspanntem Antriebsmedium einer Turbine statt, die Vermischung der beiden Ströme findet aber vor Eintritt in die Pumpe statt. Diese Konstruktion eignet sich allerdings besonders zur Förderung gashaltiger, niedrigviskoser Medien und lehrt insofern die Erhöhung der Viskosität des Fördergemisches durch die Antriebsflüssigkeit. Für die Verwendung als Turbopumpe zur Förderung hochviskoser Medien ist sie daher ungeeignet.

Eine Turbopumpe zur Förderung hochviskoser Stoffe wird dagegen in der EP-B-0 246 943 offenbart. Hier wird ein Teilstrom der Antriebsflüssigkeit dem Fördermedium vor Eintritt in die Pumpenkammer zugeführt mit dem Ziel, die Viskosität des zu pumpenden Gemisches zu verringern. Die Vermischung der Antriebsflüssigkeit mit dem Fluid ist aber wegen der ringförmigen Einleitung unvollständig.

Auch die FR-A-2 656 035 macht von der Einleitung der Antriebsflüssigkeit in das Fluid Gebrauch, ist aber besonders dazu geeignet, auch in horizontaler Lage den Pumpenbetrieb auszuführen. Ein Nachteil ist jedoch, daß das hochviskose Fluid erst im Gehäuse um die Pumpe herum geführt wird, bevor die Antriebsflüssigkeit zugemischt und damit die Viskosität verringert wird.

Alle bislang bekannten Pumpen weisen daher bedeutende Nachteile auf, welche für eine Förderung von zähem Erdöl aus tiefen Bohrlöchern, die auch in horizontaler Lage enden können, unerwünscht sind.

Darstellung der Erfindung

Diese Erfindung betrifft das Einleiten einer als Antriebsflüssigkeit für eine Turbopumpe dienende Lösungsflüssigkeit niedriger Viskosität zu einem zu fördernden Fluid hoher Viskosität mit dem Ziel, die hohe

Viskosität des Fluids zu verringern, die Pumpbarkeit des Fluids zu verbessern und die Ausbeute an gefördertem Fluid zu erhöhen. Die Lösungsflüssigkeit dient dabei zuerst dem Antrieb der Pumpe durch die auf derselben Welle montierte Turbine, bevor sie teilentspannt ganz oder als Teilstrom dem Fluid vor Eintritt in die Pumpe zugeführt wird.

Ausgehend von der in der EP-B-0 246 943 beschriebenen Turbopumpe der oben geschilderten Bauart wird eine Verbesserung der Fördereigenschaften dadurch erlangt, daß in der Kammer Einspritzkanäle sind, durch welche die Lösungsflüssigkeit zur Erzeugung eines Dralls sowohl mit einer radialen als auch mit einer tangentialen Komponente eingeleitet wird.

Durch gerichtetes Einleiten der Lösungsflüssigkeit wird ein Drall erzeugt und eine durch Verwirbelung verursachte Vermischung hervorgerufen. Damit wird im Einlaufteil der Pumpe die Viskosität des Fluids wirksam verringert und die Förderleistung gesteigert. Bei gleicher Antriebsleistung wird eine höhere Fördermenge erzielt oder dieselbe Fördermenge kann bei kleinerer Antriebsleistung erreicht werden. Neben Einsparungen an der Turbopumpe an sich kann auf diese Weise mit dem Verfahren eine Verringerung des Bohrlochdurchmessers einhergehen. Dies ist um so beachtlicher, je tiefer das Bohrloch ist, da das Verhältnis von Bohrlochkosten zu Maschinenkosten mit der Tiefe des Bohrloches stark anwächst.

Die Weiterbildung nach Anspruch 2 erhöht die Verwirbelung des Kammerinhalts durch eine Gegenströmung und fördert die Vermischung.

Mit der Weiterbildung nach Anspruch 3 wird das Gemisch durch die Einleitung zusätzlich beschleunigt und die Antriebsleistung kann verringert werden. Dabei wird eine geringere Vermischung als nach der in Anspruch 2 beschriebenen Lehre in Kauf genommen.

Die Ausführung nach Anspruch 4 lehrt die Einleitung der teilentspannten Flüssigkeit von den Kammerwänden her.

Die Weiterbildung nach Anspruch 5 lehrt die Einleitung der Lösungsflüssigkeit von der Mitte der Kammer gegen den Förderstrom. Dies hat den Vorteil, daß das Lagergehäuse für die Pumpen- und Turbinenwelle als Einleitungsstelle genutzt werden kann. Die Welle wird in der Regel in einem flüssigkeitsgeschmierten Radialgleitlager gelagert. Daher ist die Zuführung von Flüssigkeit durch das Lagergehäuse an das Lager schon vorhanden und kann zur Einspritzung in die Kammer herangezogen werden.

Die Weiterbildung nach Anspruch 6 lehrt eine Einleitung des Gemisches direkt in die das Lagergehäuse der Pumpen- und Turbinenwelle durchbrechenden Durchlaßöffnungen. Da an diesen Stellen eine Querschnittsverringerung vorliegt, kann eine höhere Durchmischung erreicht werden. Ebenso kann bei mehreren Lagern eine zusätzliche Einleitung bei weiteren Lagern erfolgen. Die Lager unterteilen die mehrstufige Pumpe in verschiedene Abschnitte, die je nach der Menge der

Einleitung der Lösungsflüssigkeit auszulegen sind. Zu erwähnen ist ebenfalls die Zumischung von Flüssigkeit bei der Verwendung flüssigkeitsgeschmierter Gleitlager. Der Leckagestrom kann hier einen nicht zu vernachlässigenden Anteil an der Fördermenge einer Turbopumpe annehmen.

Die Weiterbildung nach Anspruch 7 sieht die Einleitung der Lösungsflüssigkeit über eine Querboreung in der Welle vor. Da sich die Welle dreht, findet eine dynamische Einleitung statt. Den Richtungskomponenten der Geschwindigkeit des austretenden Strahls wird so die Winkelgeschwindigkeit der Welle an der Stelle des Austritts überlagert. Die Lösungsflüssigkeit strömt über die teilweise hohlgebohrte Welle von der Stirnseite der Welle her zu der Bohrung.

Bei einer Weiterbildung nach Anspruch 8 kann der ersten Vermischung durch gerichtete Einleitung eine zweite, mechanische Vermischung mit einem statischen oder mit einem auf der Welle montierten dynamischen Mischer folgen, bevor das Gemisch endlich in die Pumpe eintritt. Der mechanische Mischer stellt aufgrund seiner Ausführung ein Strömungshindernis in Hauptströmrichtung dar. Bei der Umströmung der Hindernisse wird die Strömung verwirbelt und es findet eine weitere Vermischung statt.

Kurze Beschreibung der Zeichnung

Diese und andere Eigenschaften, Aufgaben und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden, zumindest teilweise, ausführlich dargestellt und aus der Beschreibung und in Verbindung mit der zugehörigen Zeichnung offensichtlich.

Es zeigen die

- Fig. 1 einen Schnitt durch eine herkömmliche Turbopumpe, die
- Fig. 2 eine erfindungsgemäße Ausgestaltung zur Einspritzung der Lösungsflüssigkeit in die Mischkammer, die
- Fig. 3 die Anordnung der Einspritzdüsen zur Erzeugung eines Dralls, die
- Fig. 4 den mechanischen Mischer als Modul der Turbopumpe.

Wege zur Ausführung der Erfindung

Fluid hoher Viskosität tritt über einen Zulauf (2) aus einer Quelle (1) aus. In den Zulauf (2) mündet eine Leitung (3) ein, welche von dem Ausgang (4) der Turbine (5) einer Turbopumpe stammt. Diese Maschine umfaßt im wesentlichen die Turbine (5), welche einen Ausgang (4) und einen Eingang (6) aufweist, sowie eine Pumpe (7), mit einem Eingang (8) und einem Ausgang (9), die auf der gleichen Welle (10) wie die Turbine (5) befestigt

ist. Eine nähere Beschreibung dieser Turbopumpe ist in der Patentschrift EP-B-0 246 943 zu finden.

Die Turbine (5) wird von einer Flüssigkeit niedriger Viskosität angetrieben, welche mit dem zu fördernden Fluid mischbar ist. Die Antriebsflüssigkeit wird dem Eingang (6) der Turbine (5) über die Leitung (14) zugeführt. Der aus dem Ausgang (4) der Turbine (5) austretende Teilstrom, der nicht zum Eingang (8) der Pumpe (7) fließt, wird über die Leitung (17) zurückgeführt. Der andere Teilstrom, der im weiteren als Lösungsflüssigkeit bezeichnet wird, wird über die Leitung (3) vor den Eingang (8) der Pumpe (7) geführt und, dargestellt in Fig. 2 und 3, über Düsen (20) und Einspritzkanäle (21) gerichtet in den Zulauf (2) eingespritzt. Das Gemisch aus hochviskosem Fluid und weniger viskoser Lösungsflüssigkeit tritt über eine Zuführung (11) in den Eingang (8) der Pumpe (7) ein. In der Zuführung (11) kann ein mechanischer Mischer das Gemisch zusätzlich vor Eintritt in die Pumpe (7) vermischen. Über eine mit dem Ausgang (9) verbundene Leitung (12) fördert die Pumpe (7) das Gemisch aus dem Bohrloch.

Die Fig. 2 zeigt eine beispielhafte Anordnung der Einspritzkanäle (21) im Bereich des Zulaufs (2). Die Einspritzrichtung weist eine der Förderrichtung entgegengesetzte Komponente auf. Ein umlaufender Ringkanal (22), der über die elastische Dichtungen (23, 24) abgedichtet ist, ermöglicht das Anbringen mehrerer, über dem Umfang verteilter Düsen (20). Die Düsen (20) sind aus einem gebohrten Kanal (21) geringen Querschnitts gebildet und durch den umlaufenden Ringkanal (22) in den die teilentspannte Lösungsflüssigkeit einströmt, gespeist.

Deutlich läßt sich der modulare Aufbau der Turbopumpe erkennen. In das Gehäuse (25), welches am unteren Ende mit der Bohrung (3) versehen ist, wird der Zulauf (2) eingebracht, an welchen sich das Lagergehäuse (15) mit dem Lager (13) für die Pumpen- und Turbinenwelle (16) anschließt. In dem Lagergehäuse (15) sind Nuten (22) oder (26) eingearbeitet und gegen das Gehäuse (25) abgedichtet. Vor dem Lagergehäuse (15) bildet sich eine Kammer (11), an der Stelle der Lagerung der Welle (16) befinden sich Stege (27) und Durchlaßöffnungen (28), dahinter befindet sich eine weitere Kammer (29), in welcher ein mechanischer Mischer untergebracht werden könnte, oder an welche sich direkt der Eingang (8) der Pumpe (7) anschließt.

In Fig. 3 wird die Lage der Düsen dargestellt. An dieser Darstellung läßt sich zudem noch eine Richtungskomponente der Einspritzung in tangentialer Richtung ablesen. Durch diese Anordnung wird eine Rotationsströmung erzeugt, welche unter Berücksichtigung der Axialkomponente einen dreidimensionalen schraubenförmigen Verlauf hat.

Die Fig. 4 verdeutlicht den modularen Aufbau der Turbopumpe und deutet einen nach der Stelle der Einleitung der Antriebsflüssigkeit angeordneten und dem Eingang (8) der Pumpe (7) vorgeschalteten Mischer (30) an. Die durch den Mischer hervorgerufenen Scher-

spannungen erhöhen die Durchmischung des Gemisches.

Die Einleitung der Antriebsflüssigkeit erfolgt über eine Bohrung (33) in der Welle (10). Die Welle (10) ist mit einem Sackloch (34) versehen und wird über den Hohlraum (36) mit Lösungsflüssigkeit beaufschlagt. Das Einstromen der Antriebsflüssigkeit in den Hohlraum (36) kann zwischen dem durch eine Bohrung (35) im Lagergehäuse (15) versorgten Lager (13) und der Welle (10) oder durch zusätzliche Bohrungen geschehen.

Gewerbliche Anwendbarkeit

Die Erfindung soll die Erschließung von Erdöllagerstätten mit zähem Erdöl wirtschaftlicher als die bislang verwendeten Verfahren und Vorrichtungen ermöglichen.

Patentansprüche

1. Turbopumpe zum Pumpen eines Fluids hoher Viskosität, insbesondere schwerer Kohlenwasserstoffe oder Erdöle, die eine Pumpe (7) umfaßt mit einem Eingang (8) und einem Ausgang (9) sowie eine Turbine (5), die einen Eingang (6) und einen Ausgang (4), welche von denen der Pumpe verschieden sind, aufweist und die auf der gleichen Welle (10) befestigt ist wie die Pumpe, bei welcher eine Antriebsflüssigkeit mit einer geringeren Viskosität als die des Fluids, die mit diesem mischbar ist, unter Druck dem Eingang (6) der Turbine (5) zugeführt wird, wobei ein Teil der aus der Turbine (5) kommenden teilentspannten Antriebsflüssigkeit als Lösungsflüssigkeit in einer Kammer (11) dem Fluid vor Eintritt in die Pumpe zugemischt wird und somit die Viskosität des Gemisches verringert wird, und wobei das Gemisch aus Lösungsflüssigkeit und Fluid vom Eingang (8) der Pumpe (7) angesaugt wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß in der Kammer (11) Einspritzkanäle (21) sind, durch welche die Lösungsflüssigkeit zur Erzeugung eines Dralls sowohl mit einer radialen als auch mit einer tangentialen Komponente eingeleitet wird.
2. Turbopumpe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Richtung der Einspritzkanäle (21) eine Komponente gegen die Förderrichtung enthält.
3. Turbopumpe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Richtung der Einspritzkanäle (21) eine Komponente mit der Förderrichtung enthält.
4. Turbopumpe nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die dem Eingang der Pumpe vorgeschaltete Kammer (11) Düsen (20) in der Kammerwand (25) aufweist,

durch welche die Lösungsflüssigkeit als gerichteter Strahl eingespritzt wird.

5. Turbopumpe nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Einspritzkanäle (21) in der Nähe der Mittelachse angeordnet sind und daß sie eine Richtungskomponente gegen die Förderrichtung aufweisen.
6. Turbopumpe nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß in den Durchlaßöffnungen (28) eines Lagergehäuses (15) Einspritzkanäle (21) vorgesehen sind, über welche die Einleitung der Lösungsflüssigkeit in das Fluid stattfindet.
7. Turbopumpe nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Welle (10) teilweise hohlgebohrt ist und eine Bohrung (33) aufweist, durch die die Einleitung der Lösungsflüssigkeit in das Fluid stattfindet.
8. Turbopumpe nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß dem Einlauf in die Pumpe (7) ein mechanischer Mischer (30) vorgeschaltet ist, den das Gemisch vor Einlauf in die Pumpe (7) durchströmt.

Claims

1. Turbopump for pumping a high-viscosity fluid, particularly heavy hydrocarbons or crude oils, which comprises a pump (7), having an inlet (8) and an outlet (9), as well as a turbine (5) which has an inlet (6) and an outlet (4), different from those of the pump and which is fastened on the same shaft (10) as the pump, in which a propulsive liquid having a lower viscosity than that of the fluid and capable of being mixed with the latter is supplied under pressure to the inlet (6) of the turbine (5), some of the partially depressurized propulsive liquid which comes from the turbine (5) being admixed as solution liquid with the fluid in a chamber (11) before entry into the pump and the viscosity of the mixture thereby being reduced, and the mixture of solution liquid and fluid being sucked in by the inlet (8) of the pump (7), characterized in that in the chamber (11) there are injection ducts (21), through which the solution liquid is introduced in order to generate a swirl having both a radial and a tangential component.
2. Turbopump according to Claim 1, characterized in that the direction of the injection ducts (21) contains a component opposite to the conveying direction.
3. Turbopump according to Claim 1, characterized in that the direction of the injection ducts (21) contains

a component having the conveying direction.

4. Turbopump according to one or more of Claims 1 to 3, characterized in that the chamber (11) preceding the inlet of the pump has, in the chamber wall (25), nozzles (20), through which the solution liquid is injected as a directed jet.
5. Turbopump according to one or more of Claims 1 to 3, characterized in that the injection ducts (21) are arranged in the vicinity of the mid-axis, and in that they have a direction component opposite to the conveying direction.
6. Turbopump according to one or more of Claims 1 to 3, characterized in that injection ducts (21), via which the introduction of the solution liquid into the fluid takes place, are provided in the passage orifices (28) of a bearing housing (15).
7. Turbopump according to one or more of Claims 1 to 3, characterized in that the shaft (10) is partially hollow-drilled and has a bore (33), through which the introduction of the solution liquid into the fluid takes place.
8. Turbopump according to one or more of Claims 1 to 7, characterized in that the inlet into the pump (7) is preceded by a mechanical mixture (30), through which the mixture flows before inlet into the pump (7).

Revendications

1. Turbopompe pour pomper un fluide à viscosité élevée, en particulier des hydrocarbures lourds ou des pétroles bruts, qui comprend une pompe (7) avec une entrée (8) et une sortie (9) ainsi qu'une turbine (5), qui présente une entrée (6) et une sortie (4), qui sont différentes de celles de la pompe, et qui est fixée sur le même arbre (10) que la pompe, dans laquelle un liquide propulseur avec une viscosité plus faible que celle du fluide, qui est miscible avec celui-ci, est fourni sous pression à l'entrée (6) de la turbine (5), une partie du liquide propulseur partiellement détendu sortant de la turbine (5) étant mélangée au fluide en qualité de solvant liquide dans une chambre (11) avant l'entrée dans la pompe et la viscosité du mélange étant ainsi abaissée, et le mélange du solvant liquide et du fluide étant aspiré à l'entrée (8) de la pompe (7), caractérisée en ce qu'il est prévu dans la chambre (11) des canaux d'injection (21), à travers lesquels le solvant liquide est introduit avec une composante radiale ainsi qu'avec une composante tangentielle pour produire un moment angulaire cinétique.

2. Turbopompe suivant la revendication 1, caractérisée en ce que la direction des canaux d'injection (21) comporte une composante opposée à la direction de refoulement.
5
3. Turbopompe suivant la revendication 1, caractérisée en ce que la direction des canaux d'injection (21) comporte une composante ayant la direction de refoulement.
10
4. Turbopompe suivant une ou plusieurs des revendications 1 à 3, caractérisée en ce que la chambre (11) précédant l'entrée de la pompe présente, dans la paroi (25) de la chambre, des gicleurs (20) à travers lesquels le solvant liquide est injecté sous forme de jet orienté.
15
5. Turbopompe suivant une ou plusieurs des revendications 1 à 3, caractérisée en ce que les canaux d'injection (21) sont disposés à proximité de l'axe central et en ce qu'ils présentent une composante directionnelle opposée à la direction de refoulement.
20
6. Turbopompe suivant une ou plusieurs des revendications 1 à 3, caractérisée en ce qu'il est prévu dans les ouvertures de passage (28) d'un corps de palier (15), des canaux d'injection (21) par lesquels a lieu l'introduction du solvant liquide dans le fluide.
25
30
7. Turbopompe suivant une ou plusieurs des revendications 1 à 3, caractérisée en ce que l'arbre (10) est partiellement évidé et présente un alésage (33), à travers lequel a lieu l'introduction du solvant liquide dans le fluide.
35
8. Turbopompe suivant une ou plusieurs des revendications 1 à 7, caractérisée en ce qu'un mélangeur mécanique (30), que le mélange traverse avant d'entrer dans la pompe (7), est placé avant l'entrée dans la pompe (7).
40

45

50

55

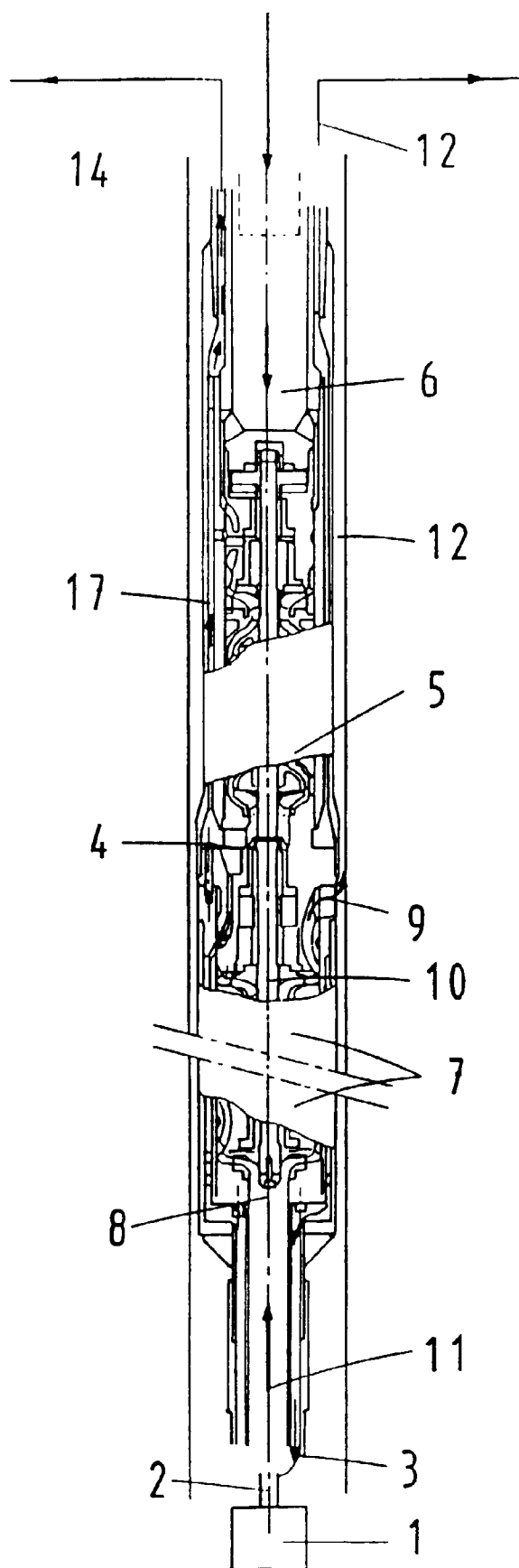


Fig. 1

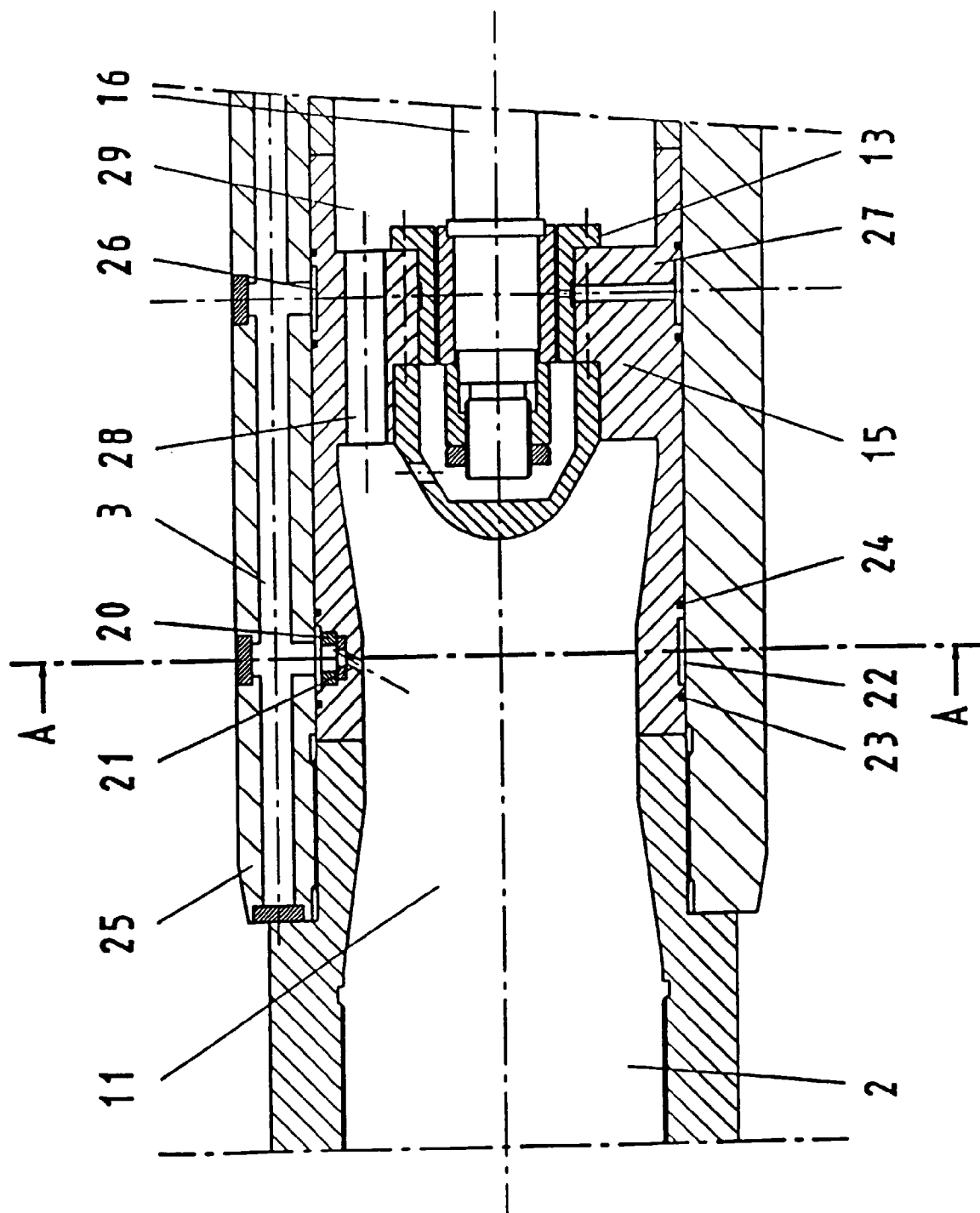
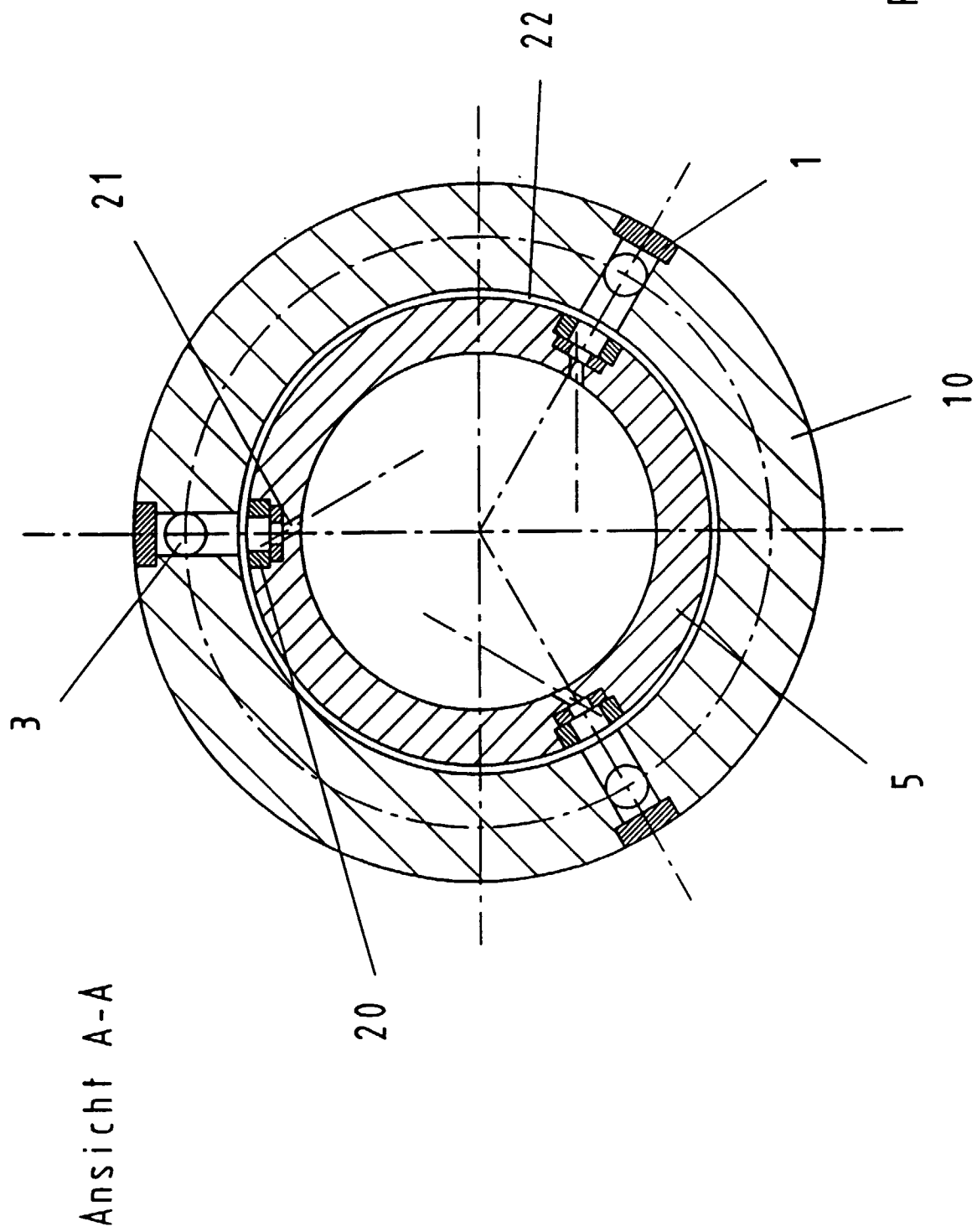


Fig. 2



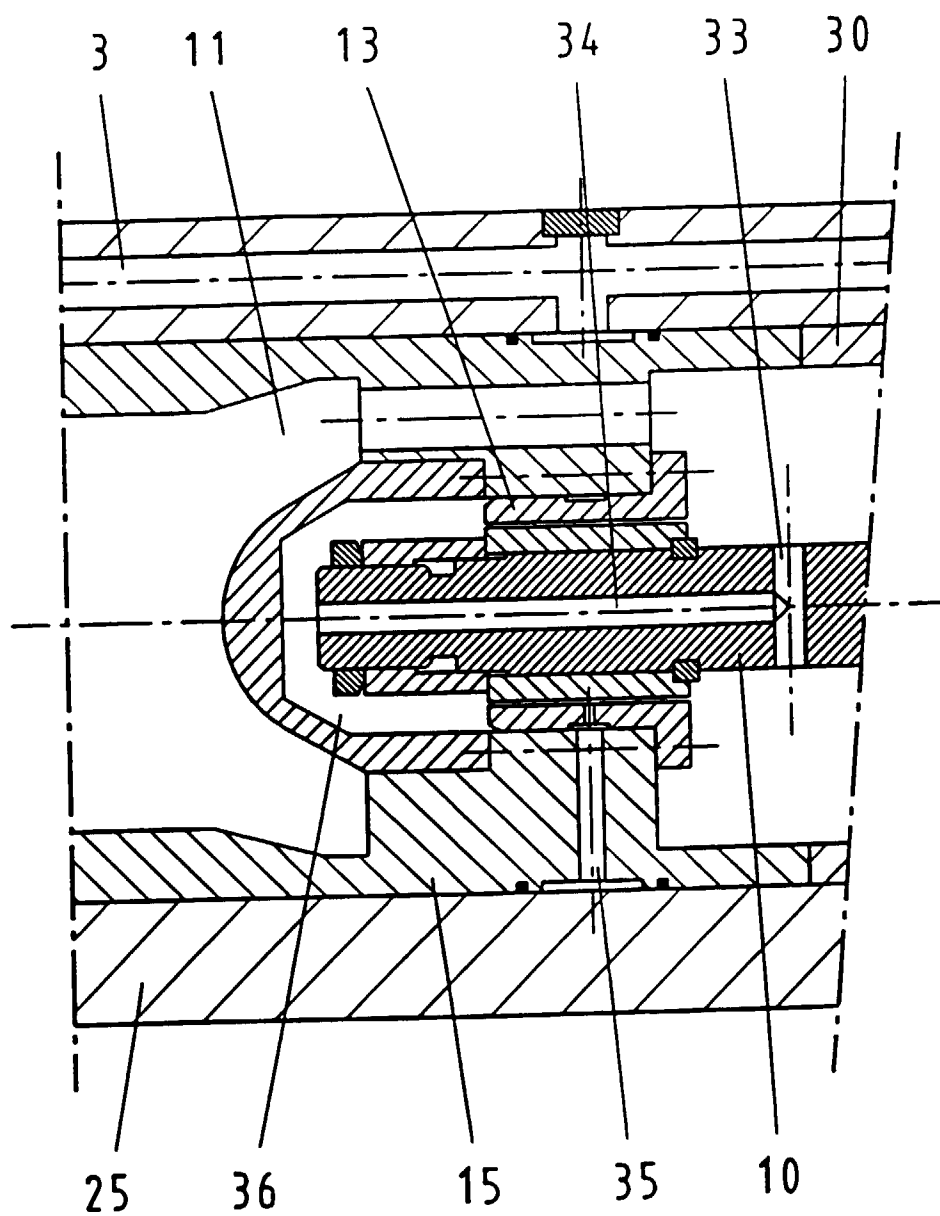


Fig. 4