



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
12.04.2000 Patentblatt 2000/15

(51) Int Cl.7: **H05B 6/34**

(21) Anmeldenummer: **99118853.3**

(22) Anmeldetag: **24.09.1999**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: **28.09.1998 DE 19844345**

(71) Anmelder:
• **ECM Ingenieur-Unternehmen für Energie-und
Umwelttechnik GmbH
80339 München (DE)**

• **ING. RAUCH FERTIGUNGSTECHNIK
GESELLSCHAFT m.b.H.
A-4810 Gmunden (AT)**

(72) Erfinder:
• **Krödel, Matthias
85521 Ottobrunn (DE)**
• **Rosenlöcher, Jens
81371 München (DE)**

(54) **Vorrichtung zum Schmelzen, Temperieren und Fördern von Flüssigmetall**

(57) Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Schmelzen, Temperieren und Fördern von Flüssigmetall.

Aufgabe der Erfindung ist es,

- Heizleistung und Standzeit der elektrisch beheizten Heizstäbe sowie die Heizflächenbelastung der elektrisch oder mittels Heißgas beheizten Gefäßwand zu steigern,
- Oberfläche, Volumen, Masse, Isolieraufwand und Energieverluste des Heiz/Schmelzgefäßes zu minimieren und seine Festigkeit zu erhöhen,
- Bruch-, Verschleißfestigkeit, Laufgüte und Förderleistung der relativ zueinander bewegten vorzugsweise aus keramischen Werkstoffen bestehenden Teile der Schraubenpumpe zu gewährleisten.

Gemäß der vorliegenden Erfindung wird dies dadurch erzielt, daß

- die stab- oder schraubenförmigen Heizdrähte in U-förmig oder voll umschließenden Kanälen angeord-

net sind, die von der Gefäßwand und wärmeleitend miteinander verbundenen Wänden gebildet werden und die Heizdrähte durch elektrisch nichtleitende Halterungen gegen die Kanalwände distanziert sind,

- die Anschnitt- und die Abstreifkante der Schraubenspindel spiralförmig über den Umfang gestreckt sind,
- zwischen der Innenfläche des Tauchrohres und der Zylinderaußenfläche des Spindelzapfens sowie dem Kupplungszapfen der Förderspindel Wälzlager und oder Gleitlager angeordnet sind, und in den Gleiflächen von Tauchrohr und/oder Spindelzapfen mehrere Gleiflächen mit keilförmigem Querschnitt angeordnet sind und der Spindelzapfen mit mehreren zur Oberfläche radial geneigten Zulaufbohrungen, Verteilerkanälen und einer Zentralbohrung versehen ist.

Anwendungsgebiete der Erfindung sind Prozesse zum Schmelzen, Temperieren und Fördern von Flüssigmetallen und anderen heißen, aggressiven und schlecht benetzenden Flüssigkeiten.

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Schmelzen, Temperieren, Homogenisieren, Legieren, Entgasen, Desoxydieren, Feinen und sonstigen schmelzmetallurgischen Prozessen sowie zum Fördern, Umwälzen, Vermischen, Dosieren und sonstigen Transport- und Bewegungsprozessen im flüssigen Zustand, vorzugsweise von Metallen, Legierungen, heißen, aggressiven, korrosiv und abrasiv wirkenden Flüssigkeiten und fluidisierten Medien.

[0002] Zum Schmelzen, Temperieren, Durchführung von schmelzmetallurgischen und sonstigen verfahrenstechnischen Prozessen sowie Fördern, Bewegen, Dosieren und sonstigen Transport- und Bewegungsprozessen insbesondere von Metallen werden häufig Schmelzöfen, Schmelz- und Dosieröfen oder Dosieröfen verwendet, die mit einer gas- oder elektrisch betriebenen Wandbeheizung und einer Pump-, Umwälz-, Misch-, Förder- und Dosiereinrichtung ausgerüstet sind.

[0003] Nachteilig bei den genannten Einrichtungen ist, daß insbesondere bei Flüssigmetall

- die Größe der Schmelz- und/oder Dosierbehälter durch die erforderliche äußere Heizfläche der Behälterwand
- und bei elektrischer Beheizung zusätzlich durch Größe und hohen Platzbedarf der elektrischen Heizelemente
- insbesondere bei in der Regel ebenen oder glatten äußeren Gefäßwänden bestimmt wird,
- was zu großem Einsatz von Heizdraht- und Wandmaterial, hohem Aufwand an direkt betrahltem und thermisch hoch belastetem Isoliermaterial,
- beträchtlichen Energieverlusten an die Umgebung
- hohem Schmelzbadvolumen mit großer Dichtungs-
länge und hohem Schutzgasverbrauch führt,
- und große Wanddicken des Gefäßes zur Erzielung ausreichender mechanischer Festigkeit gegenüber statischer und dynamischer Beanspruchung durch das Medium erforderlich sind

[0004] Durch Reflexion der Wärmestrahlung an der Isolierung und Strahlungseinfall benachbarter Heizelemente ist die Wärmeleistung bzw. die Standzeit der Heizelemente begrenzt und die Heizflächenbelastung ungleichmäßig über die Heizelementenoberfläche verteilt.

[0005] Die zur Förderung häufig verwendeten Schraubenpumpen haben aufgrund der

- aggressiven Korrosionseigenschaften
- unzureichenden Schmierfähigkeit des Mediums
- hohen Grenzflächenspannung und geringen Benetzungsfähigkeit
- Turbulenz- und Kavitationsneigung infolge geringer kinematischer Zähigkeit und hoher Dichte
- hohen Temperatur

der Schmelze im allgemeinen folgende Nachteile

- niedrige energetische Wirkungsgrade
- geringe Druckhöhe und Förderleistung
- unzureichende schmelzenseitige Lagerungsbedingungen der Förderspindel,
- hohen Verschleiß und unzureichende Lebensdauer
- ungenaue Führung und Spaltgeometrie des Fördergewindes
- hohe Wärmebelastung und geringe Lebensdauer von Motor und Getriebe

[0006] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Vorrichtung zum Schmelzen, Temperieren und Fördern von Flüssigmetall und anderen Flüssigkeiten zu entwickeln, die folgende Vorteile und Verbesserungen aufweist:

- erhöhte Heizflächenbelastung der Gefäßwand
- gesteigerte Wärmeleistung der Heizelemente
- verringerte Volumen, Masse und Abmessungen des Gefäßes,
- reduzierte Energieverluste und Isolieraufwand,
- verbesserte Führung und Lagerung der Förderspindel
- geringere mechanische Belastung durch das strömende Medium,
- ausreichende Schmierung der schmelzenseitigen Lagerung der Förderspindel,
- höhere Förderleistung, Druckhöhe und energetischer Wirkungsgrad der Pumpeneinrichtung,
- geringer Verschleiß, erhöhte Lebensdauer der Pumpeneinrichtung
- Wärmeabfuhr und ausreichende Kühlung von Motor und Getriebe
- Hohe mechanische Festigkeit der Gefäßwand bei geringem Materialeinsatz

[0007] Gemäß der vorliegenden Erfindung wird dies dadurch erreicht, daß

- die stab- oder schraubenförmigen elektrischen Heizdrähte in U-förmig oder vollumhüllenden Heizkanälen angeordnet sind, die von der Gefäßwand und gut wärmeleitend miteinander verbundenen Rippen und Deckwand gebildet werden,
- die Kanäle so ausgebildet sind, daß sie mit der Gefäßwand eine tragfähige Verbundkonstruktion bilden,
- die Heizdrähte mittels elektrisch nichtleitender Halterungen in den Heizkanälen geführt und distanziert sind,
- heiße Gase durch in die Wandung eingearbeitete Kanäle geführt werden,
- eine aus schmelzkorrosionsbeständiger Keramik ausgebildete Förderspindel schmelzenseitig und antriebsseitig in einem Tauchrohr aus schmelzkorrosionsbeständiger Keramik gelagert ist,

- die saug/schmelzenseitig angeordnete Anschnittkante der Förderspindel und die druck/antriebsseitig angeordnete Abstreifkante der Förderspindel spiralschraubenförmig radial geneigt und über den Spindelschraubengang gestreckt sind,
- tangential in der Wandung des Tauchrohres eingebrachte Zulaufbohrungen in einen zwischen schmelzenseitigem Spindelzapfen und Fördergewinde der Spindel angeordneten Strömungsraum führen,
- am schmelzenseitigen Ende der Förderspindel ein Spindelzapfen und das als Lagerschale ausgebildete schmelzenseitige Tauchrohrende ein Gleitlager bilden,
- auf der Zylinderoberfläche des Spindelzapfens mehrere keilförmige druckfeldbildende Vertiefungen angebracht sind, die durch mittels Zentrifugalkräften erzeugtem Flüssigkeitsdruck beaufschlagt werden,
- der Flüssigkeitsdruck durch radial geneigte und mit einer Zentralbohrung verbundene Schleuderbohrungen im schmelzenseitigen Spindelzapfen erzeugt und in die keilförmigen Vertiefungen übertragen wird,
- im schmelzenseitigen Zapfen mehrere axial geneigte Zulaufbohrungen angeordnet sind, die in den Strömungsraum führen,
- am antriebsseitigen Spindelende eine mit einer inneren Freidrehung und mehreren axialen Schlitten versehene elastische Klemmhülse mit konischer Außenfläche an das Spindelende durch zwei elastische Spannplatten radial angepreßt wird, die als Kühlflächen und als elastische Kupplungseinheit zur Antriebswelle des Motors dienen.

[0008] Die Erfindung wird unter Bezug auf die dazugehörigen Zeichnungen näher erläutert.

[0009] Es zeigen:

Fig. 1: Gefäß mit Pumpeneinrichtung sowie Gefäßwand mit Heizkanälen

Fig. 2: U-förmiger Kanal mit Heizdraht und elektrisch isolierender Halterung

Fig. 3: Spindel mit Lagerungen und Spannvorrichtung im Tauchrohr

Fig. 4: Spindelzapfen mit Keilflächen, Verteilerkanälen und Schleuderbohrungen

[0010] Die Gefäßwand 1 aus gut wärmeleitendem Material mit Rippen 2 und einer oder mehreren lösbar oder unlösbar verbundenen Deckwänden 3 bilden Heizkanäle 4, in denen elektrische Heizdrähte 5 angeordnet sind, die mittels elektrisch nichtleitender Halterungen gegenüber den Wänden des Heizkanals 4 distanziert und in Bohrungen gleitend gelagert sind. Gefäßwand 1,

Rippen 2 und Deckwand 3 bilden eine materialsparende, wärmespannungsunempfindliche und hochfeste Verbundkonstruktion.

[0011] Durch den gut wärmeleitenden Kontakt zwischen der Gefäßwand 1, den Rippen 2 und der Deckwand 3 können die Heizdrähte 5 ihre Strahlungswärme allseitig ohne Gefahr der Überhitzung an die Wände des Heizkanals 4 abgeben, von wo die Wärmeenergie durch die Gefäßwand 1 in das Schmelzbad 7 fließt. Die Isolierung 8 kommt dadurch lediglich mit der Deckwand 3 in konduktiven bzw. Strahlungswärmeaustausch und nicht mit dem wesentlich heißeren Heizdraht 5, was zu geringeren Energieverlusten an die Umgebung führt.

[0012] Die an geeigneter Stelle in das Schmelzbad 7 eintauchende Pumpeneinheit 9 besteht im wesentlichen aus der Spindel 10 mit Fördergewinde 11 und Tauchrohr 12. Die Spindel 10 ist im Bereich des Fördergewindes 11 mit geringem Spiel im Tauchrohr 12 geführt durch ein Wälzlager 13, das zwischen Tauchrohr 12 und antriebsseitigem Spindelende 14 angeordnet ist und einer Gleitlagerung, die vom schmelzenseitigen Spindelzapfen 15 und der Lagerschale 16 des Tauchrohres 12 gebildet wird.

[0013] Der Außendurchmesser des im Pumpenschacht 17 mit geringem radialen Spiel drehenden Fördergewindes 11 verringert sich am schmelzenseitigen und am antriebsseitigen Ende stetig bis auf den Durchmesser des Spindelkerns 18, so daß die Anschnittkante 19 und die Abstreifkante 20 des Fördergewindes 11 über den Umfang längs einer keglichen Schraubenlinie gestreckt sind, wodurch starke örtlich konzentrierte Verwirbelungen und Kavitationen des aus dem Schmelzbad 7 aufsteigenden Mediums vermieden werden.

[0014] Auf der Saugseite der Pumpeneinrichtung 9 werden plötzliche Beschleunigungen des Mediums weiterhin dadurch vermieden, daß es durch die tangential in der Wandung des Tauchrohres 12 angeordnete Zulaufbohrungen 21 in den Strömungsraum 22 tritt und beim Auftreffen auf die Anschnittkante 19 des Fördergewindes 11 der Spindel 10 bereits eine erhöhte Rotationsgeschwindigkeit hat.

[0015] In einer weiteren Ausbildung werden die Zulaufbohrungen 21 axial geneigt im Spindelzapfen 15 angeordnet, wodurch ein Ansaugen des Mediums bei geringeren Füllhöhen des Schmelzbades 7 möglich ist.

[0016] In der Zylinderoberfläche 23 des Spindelzapfens 15 sind auf dem Umfang mehrere Keiltaschen 24 eingearbeitet, die an der Stelle der größten Weite des Keilspaltes 25 zwischen der Keiltasche 24 in der Zylinderoberfläche 23 des Spindelzapfens 15 und der Lagerschale 16 des Tauchrohres 12 direkt oder über Verteilerkanäle 26 mit radial geneigten Schleuderbohrungen 27 verbunden sind, die in eine Zentralbohrung 28 des Spindelzapfens 15 führen. Durch die in den Schleuderbohrungen 27 wirkenden Zentrifugalbeschleunigungen tritt das Medium aus dem Schmelzbad 7 bereits mit einem gewissen Überdruck in die Drucksenke des Keilspaltes 25 ein, wodurch bei schlechter Benetzung (ins-

besondere bei der Paarung Flüssigmetall/Keramik) die Neigung des Mediums zur Bildung konvexer Oberflächen und mangelhafter Spaltfüllung überwunden wird, so daß es zur Bildung von Flüssigkeitsdruckpolstern in den sich gegen die Bewegungsrichtung der Zylinderoberfläche 23 des Spindelzapfens 15 verengenden Keilspalten 25 zwischen Keiltaschen 24 und Lagerschale 16 des Tauchrohres 12 kommt, wodurch ein stabiler zentrischer Lauf des Spindelzapfens 16 in der Lagerschale 16 des Tauchrohres 12 ohne ständige Festkörperreibung zwischen Lagerschale 16 des Tauchrohres 12 und Zylinderoberfläche 23 des Spindelzapfens 15 der Spindel 10 gewährleistet wird.

[0017] Die axiale Fixierung des Wälzlagers 13 auf dem Spindelende 14 erfolgt mittels einer konischen Klemmhülse 29, die mit einer inneren Ausdrehung 30 und mehreren Axialschlitzen 31 versehen ist und mittels zweier elastischer axial verspannter Spannplatten 32 radial gegen das Spindelende 14 gepreßt wird. Durch das Federvermögen der Klemmhülse 29 und der Spannplatten 32 werden Vorspannungsverluste bzw. -überhöhungen durch Kriech- und Setzvorgänge bzw. thermische Dehnungsunterschiede zwischen der vorzugsweise aus Keramik hergestellten Spindel 10 und vorzugsweise aus Metall bestehenden Klemmhülse 29 ohne Lockern der Verbindung oder Zerstörung des Spindelendes 14 der Spindel 10 durch unzulässige Pressungen vermieden.

[0018] Die im Spindelende 29 aus dem Schmelzbad 7 im wesentlichen durch Wärmeleitung aufsteigende Wärme wird durch eine Luftkühlung der großflächigen Spannplatten 32 abgeführt, wobei die antriebsseitige Spannplatte 32 mit Mitnehmern 33 versehen ist und als ein Teil der elastischen Kupplung zum temperaturempfindlichen Antriebsmotor 34 ausgebildet ist.

Verwendete Bezugszeichen

[0019]

- | | | |
|----|---------------|--|
| 1 | Gefäßwand | |
| 2 | Rippe | |
| 3 | Deckwand | |
| 4 | Heizkanal | |
| 5 | Heizdraht | |
| 6 | Halterung | |
| 7 | Schmelzbad | |
| 8 | Isolierung | |
| 9 | Pumpeneinheit | |
| 10 | Spindel | |
| 11 | Fördergewinde | |
| 12 | Tauchrohr | |
| 13 | Wälzlager | |
| 14 | Spindelende | |
| 15 | Spindelzapfen | |
| 16 | Lagerschale | |
| 17 | Pumpenschacht | |
| 18 | Spindelkern | |

- | | | |
|----|----|--------------------|
| | 19 | Anschnittkante |
| | 20 | Abstreifkante |
| | 21 | Zulaufbohrung |
| | 22 | Strömungsraum |
| 5 | 23 | Zylinderoberfläche |
| | 24 | Keiltasche |
| | 25 | Keilspalt |
| | 26 | Verteilerkanal |
| | 27 | Schleuderbohrung |
| 10 | 28 | Zentralbohrung |
| | 29 | Klemmhülse |
| | 30 | Innere Ausdrehung |
| | 31 | Axialschlitz |
| | 32 | Spannplatte |
| 15 | 33 | Mitnehmer |
| | 34 | Antriebsmotor |

Patentansprüche

- | | | |
|----|----|---|
| | 1. | Vorrichtung zum Schmelzen, Temperieren und Fördern von fluiden Medien, vorzugsweise Flüssigmetall <i>dadurch gekennzeichnet</i> , daß die gut wärmeleitenden miteinander verbundenen Gefäßwand (1), Rippen (2) und Deckwand (3) Heizkanäle (4) bilden. |
| | 2. | Vorrichtung nach Anspruch 1 <i>dadurch gekennzeichnet</i> , daß in den Heizkanälen (4) elektrische Heizdrähte (5) mittels elektrisch isolierender Halterungen (6) geführt sind. |
| | 3. | Vorrichtung nach Anspruch 1 <i>dadurch gekennzeichnet</i> , daß in das Schmelzbad (7) eine Pumpeneinheit (9) mit vorzugsweise aus keramischem Werkstoff bestehenden Spindel (10) mit Fördergewinde (11) und Tauchrohr (12) eintaucht, und die Spindel (10) im Tauchrohr (12) mittels eines antriebsseitigen Wälzlagers (13) und den Spindelzapfen (15) in einer Lagerschale (16) des Tauchrohres (12) gelagert ist. |
| 40 | 4. | Vorrichtung nach Anspruch 1 und 3 <i>dadurch gekennzeichnet</i> , daß das Fördergewinde (11) der Spindel (10) an beiden Enden sich konisch spiralig entlang einer schmelzenseitigen Anschnittkante (19) und einer antriebsseitigen Abstreifkante (20) vom Durchmesser des Pumpenschachtes (17) auf den Durchmesser des Spindelkerns (18) stetig verringert. |
| 45 | 5. | Vorrichtung nach Anspruch 1 und 3 <i>dadurch gekennzeichnet</i> , daß das Tauchrohr (12) zwischen Lagerschale (16) und Pumpenschacht (17) mit radial geneigten Zulaufbohrungen (21) versehen ist. |
| 50 | 6. | Vorrichtung nach Anspruch 1 und 3 <i>dadurch gekennzeichnet</i> , daß der Spindelzapfen (15) auf seiner Zylinderoberfläche (23) mit mehreren Keilt- |
| 55 | | |

aschen (24) versehen ist, die entgegen der Drehrichtung des Spindelzapfens (15) flacher werden und mit der Lagerschale (16) des Tauchrohres (12) einen Keilspalt (25) bilden, und daß die Keiltaschen (24) über Verteilerkanäle (26) und Schleuderbohrungen (27) mit einer Zentralbohrung (28) verbunden sind. 5

7. Vorrichtung nach Anspruch 1 und 3 *dadurch gekennzeichnet*, daß in dem Spindelzapfen (15) axial geneigte Zulaufbohrungen (21) angeordnet sind. 10

8. Vorrichtung nach Anspruch 1 und 3 *dadurch gekennzeichnet*, daß auf dem Spindelende (14) eine vorzugsweise metallische konische mit einer inneren Ausdrehung (30) und mehreren Axialschlitzten (31)versehene Klemmhülse (29) angeordnet ist, und mittels elastischer Spannplatten (32) radial gegen das Spindelende (14) gespannt wird, und daß die antriebsseitige Spannplatte (32) mit Mitnehmern (33) versehen ist. 15 20

25

30

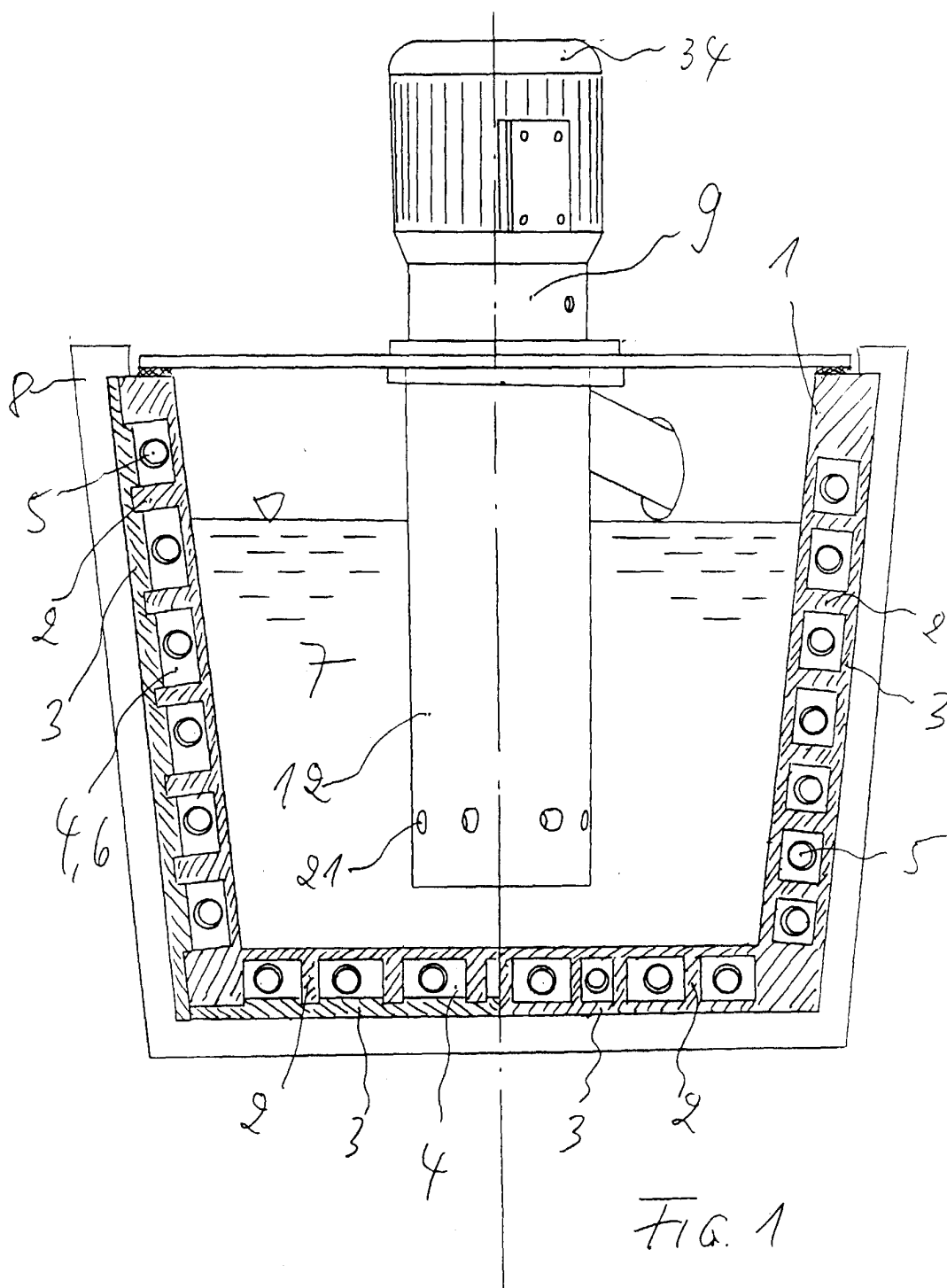
35

40

45

50

55



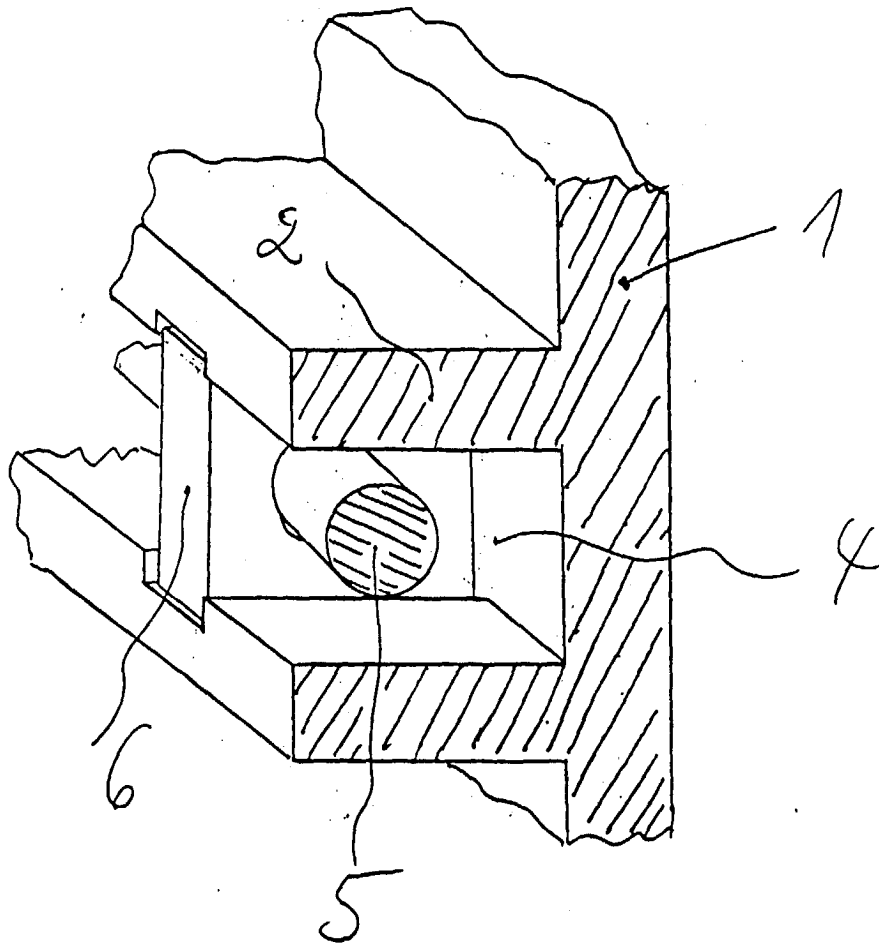
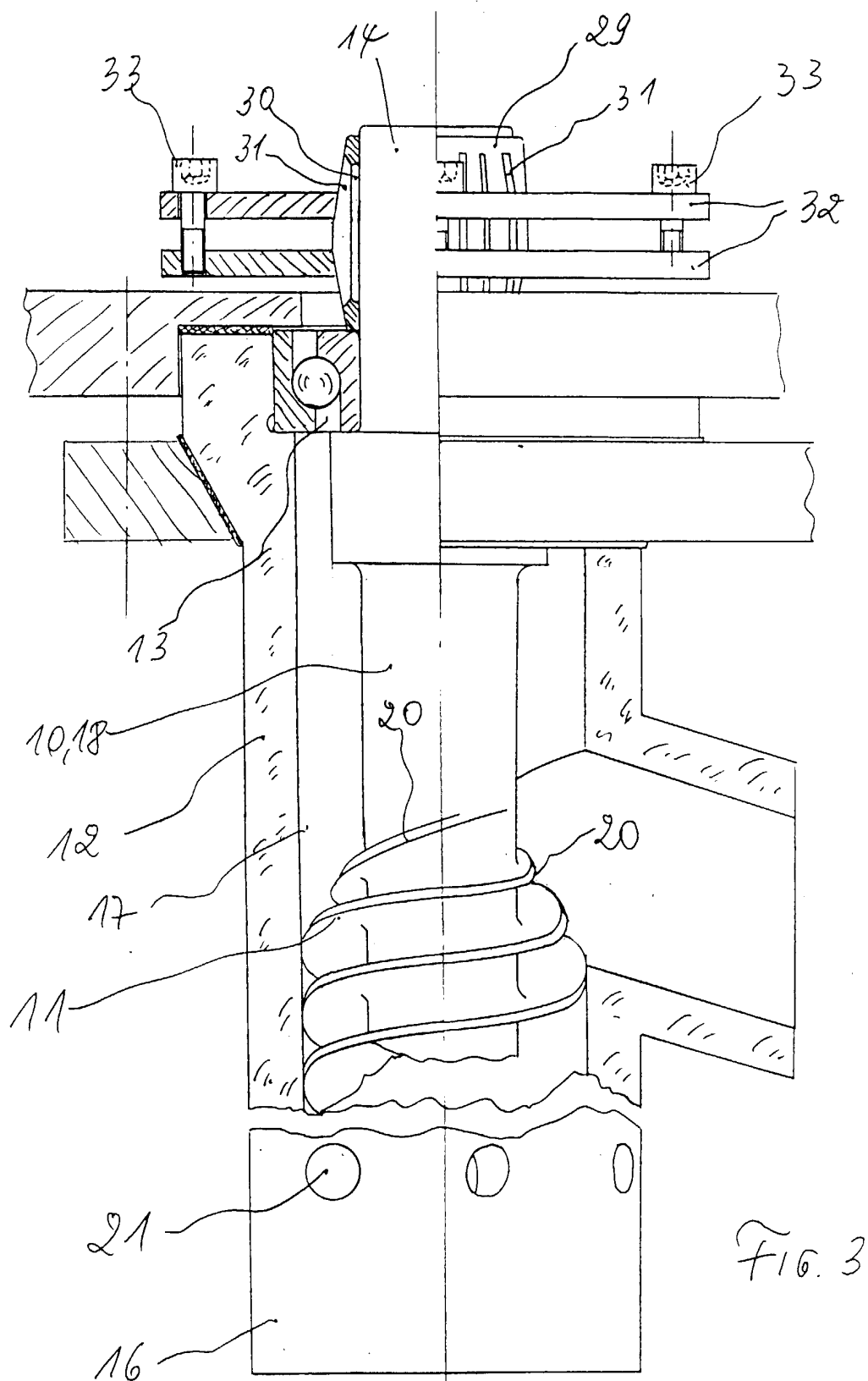


Fig. 2



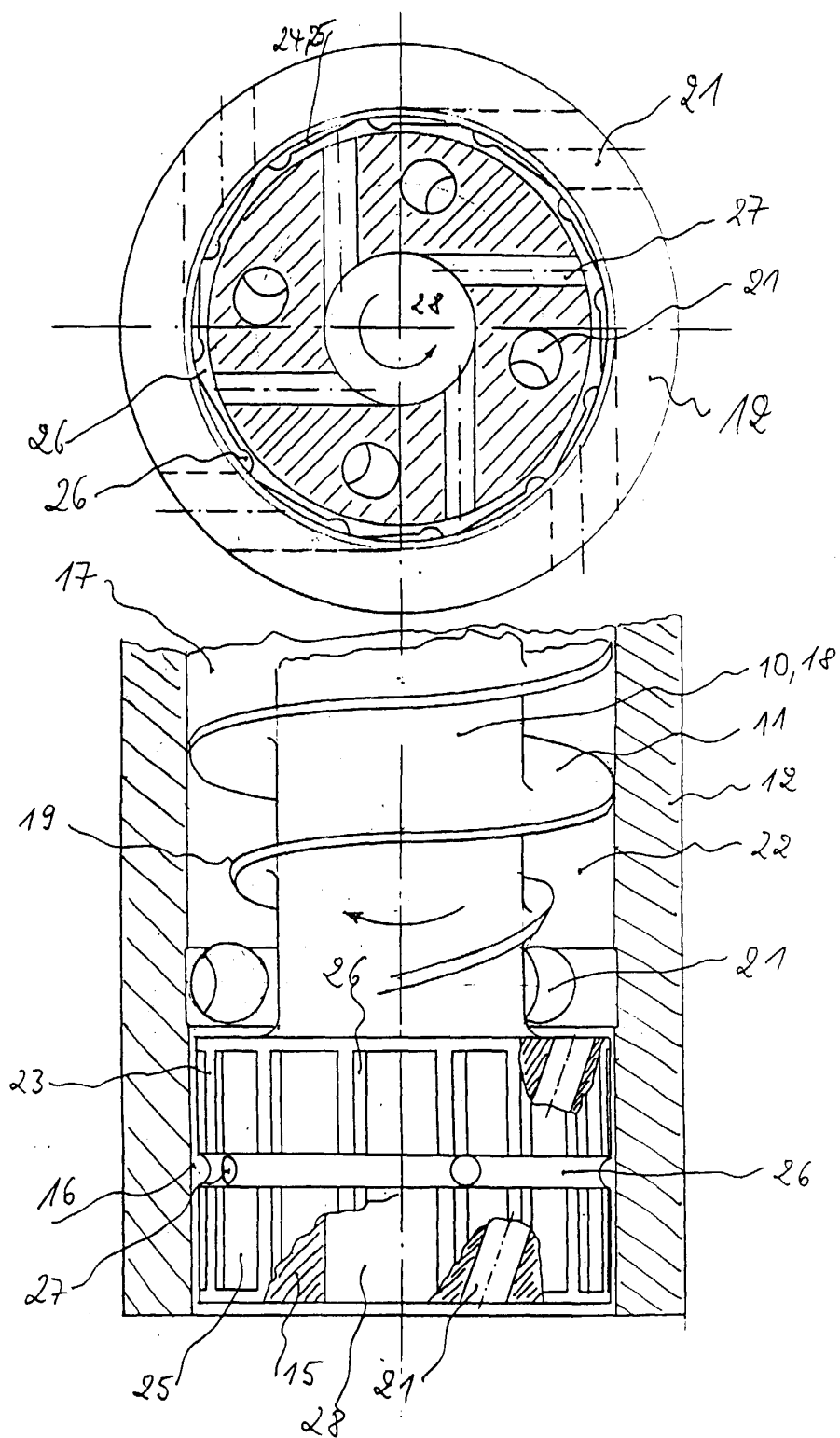


FIG. 4