



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11)

**EP 0 702 155 B1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des  
Hinweises auf die Patenterteilung:  
**07.11.2001 Patentblatt 2001/45**

(51) Int Cl.7: **F04C 13/00**, F04C 15/00

(21) Anmeldenummer: **95113673.8**

(22) Anmeldetag: **31.08.1995**

### (54) **Pumpe zur Förderung heisser, korrosiver Medien**

Pump for hot and corrosive fluids

Pompe pour fluides chauds et corrosifs

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

(30) Priorität: **13.09.1994 DE 4432551**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**20.03.1996 Patentblatt 1996/12**

(73) Patentinhaber: **BAYER AG**  
**51368 Leverkusen (DE)**

(72) Erfinder:  
• **Dummersdorf, Hans-Ulrich, Dr.**  
**D-51399 Burscheid (DE)**  
• **Waldmann, Helmut, Dr.**  
**D-51373 Leverkusen (DE)**

- **Härle, Helmut, Dr.**  
**D-51375 Leverkusen (DE)**
- **Minz, Franz-Rudolf, Dr.**  
**D-41542 Dormagen (DE)**
- **Gestermann, Fritz, Dr.**  
**D-51377 Levekusen (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A- 0 499 504 EP-A- 0 590 777**  
**DE-A- 3 536 092 DE-A- 3 922 279**  
**DE-A- 4 212 982 DE-B- 1 286 825**  
**DE-U- 8 909 636 DE-U- 9 307 447**  
**US-A- 4 792 244 US-A- 4 958 988**  
**US-A- 5 263 825**

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).

**EP 0 702 155 B1**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Pumpe zur Förderung korrosiver Medien von hoher Temperatur und ein Verfahren zum Betrieb dieser Pumpe. Pumpen zur Förderung gefährlicher Medien sind bekannt. Meist werden dazu magnetgekoppelte Pumpen eingesetzt, um Dichtheitsprobleme an sonst unvermeidlichen Antriebswellendurchführungen zu vermeiden. Dabei wird das Fördermedium selbst zur Schmierung des Lagers, welches sich in der Regel in der Nähe der innenlaufenden Magneten befindet, benutzt, füllt also den gesamten Pumpeninnenraum aus. Für korrosive Medien können verschiedene Werkstoffe für den gesamten Pumpeninnenraum eingesetzt werden. Es ist auch bekannt, den Pumpenraum durch z.B. Gleitringdichtungen gegen den Pumpeninnenraum abzudichten und die in der Nähe der Innenmagnete liegenden Wellenlager separat zu schmieren, z.B. durch einen Seitenstrom des Fördermediums. Diese Pumpen haben den Nachteil, daß hochkorrosive Medien nicht gefördert werden können. Tritt zu diesem Problem nunmehr auch noch der Umstand hinzu, daß die zu fördernden hochkorrosiven Medien eine hohe Temperatur ( $> 300^{\circ}\text{C}$ ) besitzen, wie dies z.B. bei Salzschnmelzen der Fall ist, existiert kein Dichtungsmaterial, was diesen beiden Anforderungen an Temperaturbeständigkeit und Korrosionsbeständigkeit genügt. Darüber hinaus verlieren die innenliegenden Pumpenmagnete zunehmend bei höheren Temperaturen ihren Magnetismus, der bei Temperaturen oberhalb von  $400^{\circ}\text{C}$  für die heute bekannten magnetischen Materialien allmählich verschwindet, was dazu führt, daß die Pumpe unbrauchbar wird.

**[0002]** Im Gebrauchsmuster 8711555.7 wird ein Pumpenaggregat zum Fördern heißer Medien beschrieben, welches eine Kühlstromführung dergestalt besitzt, daß der Kühlluftstrom des die Pumpe antreibenden Elektromotors in Richtung auf die Lagerträger und Magnetkupplung gelenkt wird. Dadurch wird in konstruktionsvereinfachender Weise die Betriebstemperatur der Magnete und der Lager auch bei Förderung heißer Medien abgesenkt und die Pumpe bleibt betriebsfähig. Eine solche Pumpe eignet sich aber nicht zur Förderung heißer und hochkorrosiver Medien, wie Salzschnmelzen, da eine große Zahl medienberührter Teile im Innenraum existiert, die durch die Salzschnmelze in kürzester Zeit korrodiert würden.

**[0003]** In der DE-A 4 212 982 wird eine magnetgekoppelte Pumpe zur Förderung heißer Fördermedien vorgeschlagen. Diese Erfindung setzt sich ebenfalls zum Ziel, Lager und Magnete bei Förderung heißer Fördermedien so zu kühlen, daß die Lager- und Magnettemperaturen begrenzt werden. Gelöst wird diese Aufgabe dadurch, daß in der Antriebswelle für den Außenmagnetträger ein Kühlmittel-Zuströmkanal vorgesehen ist, der mit einem Kühlmittelspalt in Verbindung steht, der wiederum mit dem Außenmagnetträger und der Innenseite einer vorhandenen Außenkapsel der Pumpe in

Verbindung steht, wobei die Kühlflüssigkeit aus der Außenkapsel wieder abgeführt wird. Mit einer dieser Lösungen gemäßen Pumpe können Fördermedien zwischen  $200$  bis  $300^{\circ}\text{C}$  gefördert werden, wobei die Lagertemperaturen max.  $50$  bis  $60^{\circ}\text{C}$  betragen sollen. Die vorgeschlagene Pumpe kann allerdings die Forderung nicht erfüllen, unmittelbar in ihrer dem Pumpengehäuse am nächsten liegenden Lager eine sichere Abdichtung gegen ein zu förderndes hochkorrosives Medium zu gewährleisten, was mit bekannten, in der vorgestellten Konstruktion notwendigen Dichtmaterialien nicht zu verwirklichen ist. Darüber hinaus würde die vorgesehene Kühlung der inneren Lager zur Auskristallisation der Salzschnmelze im Lager führen, was dessen Zerstörung nicht nur durch Korrosion, sondern auch durch Erosion unmittelbar zur Folge hätte. Ein Durchtritt von Salzschnmelze aus dem Pumpengehäuse durch die innenliegenden Lager in das Pumpeninnere kann mit der vorgeschlagenen Lösung nicht verhindert werden, da keine geeigneten Dichtmaterialien zur Verfügung stehen. Ein solcher Vorgang jedoch zerstört die Pumpe binnen kürzester Frist.

**[0004]** Es stellte sich daher die Aufgabe, eine Pumpe und ein Verfahren zum Betrieb dieser Pumpe zu finden, welche es gestatten, hochkorrosive und hochtemperierte Medien, wie z.B. Chlorid oder Cu-Salzschnmelzen mit Temperaturen über  $400^{\circ}\text{C}$ , zu fördern, wobei die Pumpe einen einfachen Aufbau hat, sowie betriebssicher und kostengünstig zu betreiben ist.

**[0005]** Diese Aufgabe wird bei einer Pumpe mit einem Antriebsteil und einem Pumpenkörper, bei dem die Antriebswelle über eine Wellendichtung gegenüber dem zu fördernden Medium abgedichtet ist, erfindungsgemäß dadurch gelöst,

daß die Wellendichtung aus einem in den Pumpenkörper und/oder in den Antriebsteil eingepaßten Statorring besteht, durch den die Antriebswelle unter Freilassung eines Dichtungsspalts hindurchgeführt ist,

daß der Pumpenkörper und der Statorring einschließlich aller medienberührenden Teile im Pumpenkörper aus einem korrosions- und hochtemperaturfesten Material gefertigt sind,

daß im Antriebsteil ein oder mehrere trocken laufende Lager zur Lagerung der Antriebswelle angeordnet sind und

daß der Antriebsteil einen Gasströmungskanal mit einem Zuführungs- und einem Ableitungsstutzen aufweist, der strömungstechnisch mit dem Dichtungsspalt in Verbindung steht.

**[0006]** Eine bevorzugte Ausführungsform besteht darin, daß die Drehbewegung im Antriebsteil durch eine Magnetkupplung auf die Auftriebswelle übertragen wird.

**[0007]** Vorteilhaft besteht das trockenlaufende Lager im Antriebsteil aus einem keramischen Wälzlager. Zur Verminderung der Gleitreibung können die Laufflächen des trockenlaufenden Lagers mit einem anorganischen Film, z.B. mit Kohlenstoff, beschichtet werden.

**[0008]** Weiterhin kann es zweckmäßig sein, wenn zwischen dem Statorring und dem Antriebsteil eine weitere konventionelle Wellenabdichtung, z.B. eine Gleitringdichtung angeordnet ist.

**[0009]** Die gestellte Aufgabe wird weiterhin durch ein Verfahren zum Betrieb der Pumpe gelöst, bei dem erfindungsgemäß der Gasströmungskanal über den Zuführungsstutzen mit einem Heißgas beaufschlagt wird, das den Antriebsteil durch den Ableitungsstutzen wieder verläßt, wobei der Vordruck so eingestellt wird, daß der statische Druck des Gases im Gasströmungskanal oberhalb des Statorringes über dem Druck des Fördermediums liegt, welches den Pumpenkörper partiell oder vollständig ausfüllt.

**[0010]** Gemäß einer bevorzugten Ausführung wird die Temperatur des Heißgases auf einen Wert oberhalb 120°C und der statische Druck des Heißgases im Strömungskanal auf einen Wert oberhalb von 1,5 bar eingestellt.

**[0011]** Als Heißgas wird vorteilhaft Heißdampf eingesetzt.

**[0012]** Weiterhin wird der Heißgasdruck durch einen Regelkreis zweckmäßig auf einen Sollwert eingeregelt, der oberhalb des Förderdrucks des durch die Pumpe geförderten Mediums liegt.

**[0013]** Es kann im Einzelfall zweckmäßig sein, daß statt Heißdampf ein anderes heißes gasförmiges Medium, wie Luft, Stickstoff, Sauerstoff, Kohlendioxid zur Beaufschlagung des Gasströmungskanals im Antriebsteil verwendet wird.

**[0014]** Im folgenden wird die Erfindung anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels näher beschrieben. Die Figur zeigt den prinzipiellen Aufbau einer hochtemperatur- und korrosionsfesten Pumpe auf der Basis einer magnetgekoppelten Zahnradpumpe. Die Pumpe ist in Pumpenkörper 1 und Antriebsteil 2 aufgeteilt, wobei der Pumpenkörper 1 und der Antriebsteil 2 durch einen in den Pumpenkörper 1 eingepaßten keramischen Statorring 3 getrennt sind, durch den die Antriebswelle 4 (Pumpenwelle) hindurchgeführt ist. Die Öffnung im Statorring 3 zur Durchführung der Pumpenwelle 4 hat dabei einen geringfügig größeren Durchmesser als die Pumpenwelle, so daß zwischen der Pumpenwelle 4 und der Innenfläche an der Öffnung des Statorrings ein Dichtungsspalt 5 verbleibt.

**[0015]** Der Pumpenkörper 1 besteht einschließlich aller medienberührenden Teile aus einem hochtemperatur- und korrosionsfestem Material, wie Keramik, Steinzeug etc.. Die eigentliche Pumpe besteht aus einer Zahnradpumpe 6, die im Pumpenkörper 1 angeordnet ist und ebenfalls einschließlich der Pumpenwelle aus einem keramischen Material gefertigt ist. Das zu fördernde heiße korrosive Medium strömt durch den Ansaug-

stutzen 7 der Zahnradpumpe 6 senkrecht in Richtung der Zahnräder, wird zwischen den Zähnen verdichtet und verläßt die Pumpe durch einen entsprechenden Druckstutzen an der gegenüberliegenden Seite der Zahnradpumpe 6. Die Pumpenwelle bzw. Antriebswelle 4 ist im Antriebsteil 2 mit einem zylindrischen Käfiganker 9 fest verbunden, der sich in einer entsprechend großen Gehäuseöffnung 10 im Antriebsteil 2 frei drehen kann. Der Käfiganker 9 ist mittels keramischer Wälzlager 11 gelagert, die zwischen dem Käfiganker 9 und einer fest mit dem Pumpenteil 1 verbundenen, sich in axialer Richtung erstreckenden zylindrischen Lagerschale 12 angeordnet sind.

**[0016]** Konzentrisch um den Käfiganker 9 herum ist im Antriebsteil 2 ein topfförmiger Rotor 13 angeordnet, der über eine Antriebswelle 14 mit einem Elektromotor in Verbindung steht. Auf der Innenseite des Rotors 13 ist ein Magnetpolkranz 15 angeordnet, der zusammen mit einem Gegenmagnetpolkranz 16 auf dem Käfiganker 9 eine Magnetkupplung bildet, die zur Übertragung der Drehbewegung von der Motorwelle 14 auf die Antriebs-/Pumpenwelle 4 dient. Die Motorwelle 14 könnte aber auch direkt mit der Antriebswelle 4 in Verbindung stehen. Zur Verbesserung der Abdichtung zwischen dem Pumpenteil 1 und dem Antriebsteil 2 kann zusätzlich zum Statorring 3 eine weitere konventionelle Dichtung, z.B. eine Gleitringdichtung 17 vorgesehen werden.

**[0017]** Ein wichtiges konstruktives Merkmal besteht darin, daß der Antriebsteil 2 und insbesondere der Käfiganker 9 mit einem Gasströmungskanal 18 versehen ist. Der Gasströmungskanal 18 wird über einen Zuführungsstutzen 19 mit Heißgas bzw. Heißdampf beaufschlagt. Das Heißgas strömt zunächst durch einen radialen, ringförmigen Abschnitt, anschließend durch einen axialen Spalt parallel zur Lagerschale 12, wobei die keramischen Wälzlager 11 umströmt werden und verläßt das Antriebsteil 2 schließlich durch einen Ableitungsstutzen 20. Der Gasströmungskanal 18 steht ferner über einem ringförmigen Verbindungskanal 21 parallel zur Antriebswelle 4 mit dem Dichtungsspalt 5 zwischen Statorring 3 und Antriebswelle 4 in Verbindung. Der Vordruck für das Heißgas am Zuführungsstutzen 19 wird so hoch gewählt, daß der statische Druck des Heißdampfes im Verbindungsspalt 21 über dem Druck des Fördermediums in der Zahnradpumpe 6 liegt. Dadurch kann mit Sicherheit vermieden werden, daß das heiße, aggressive Fördermedium, z.B. eine Salzschmelze, durch den Dichtungsspalt 5 und die Gleitringdichtung 17 in das Antriebsteil 2 gelangt.

**[0018]** Während der Pumpenkörper 1 einschließlich der Zahnradpumpe 6 und der Antriebswelle 4 aus Keramik gefertigt sind, kann der Antriebsteil bis auf die keramischen Wälzlager 11 aus Metall bestehen, was ein entscheidender Vorteil der Erfindung ist. Die Laufflächen des Wälzlagers 11 sind vorteilhaft zur Verminderung der Gleitreibung mit einem Kohlenstofffilm beschichtet.

**[0019]** Nach dem erfindungsgemäßen Verfahren liegt der erfindungsgemäßen Pumpe folgendes Wirkprinzip zugrunde:

**[0020]** Das Fördermedium, z.B. eine Salzschnmelze mit einer Temperatur von 500°C wird über den Ansaugstutzen 7 der Zahnradpumpe 6 angesaugt, zwischen den keramisch ausgeführten Zahnrädern verdichtet und verläßt den Pumpenkörper 1 mit einem Druck von 5 bar. Durch den Statorring 3 ist die Pumpenwelle 4 mit kleinem Spiel (Dichtungsspalt 5) geführt. Der Statorring 3 trennt den Pumpenkörper 1 und den Antriebsteil 2 der Pumpe voneinander bis auf den geringfügigen Spalt gegenüber der Pumpenwelle 4 bzw. dem Pumpenkörper 1. Über den Gaszuführungsstutzen 19 wird nun dem Antriebsteil 2 Dampf mit einem Druck von 5,1 bar und einer Temperatur von 180°C druckgeregelt zugeführt, der den Antriebsteil 2 über den Gasabführungsstutzen 20 wieder verläßt. Durch den Überdruck des Dampfes im Antriebsteil 2 wird ein Durchtreten der flüssigen Salzschnmelze durch den Dichtungsspalt 5 zwischen Statorring 3 und Pumpenwelle 4, sowie Statorring 3 und Pumpenkörper 1 verhindert. Dabei strömt eine geringe Dampfmenge vom Antriebsteil 2 in die Salzschnmelze, die sich im Pumpenkörper 1 befindet, über. Die geringe, in die Salzschnmelze strömende Dampfmenge kann toleriert werden, insofern, als die Salzschnmelze weder chemisch beeinflusst wird, als auch die Zahnradpumpe durch in der Salzschnmelze enthaltene Dampfblasen in ihrer Förderfähigkeit nicht negativ beeinflusst wird. Eine weitere Minimierung dieses Dampfstromes ist möglich durch die konventionelle Gleitringdichtung 17 zwischen Statorring 3 und dem vorderen Teil des Wälzlagers 11. Der Heißdampf, der den Antriebsteil 2 durchströmt, hat noch eine wichtige zweite Funktion: Er garantiert die wichtige direkte Kühlung der Pumpenmagnete 16 und der trocken laufenden Lager 11 auf Temperaturen unterhalb von 350°C. Durch die Dampfsperrung des Antriebsteiles 2 wird das Eindringen von 500°C heißer Salzschnmelze in den Antriebsteil 2 wirksam verhindert und die Pumpenmagnete 16 zur Abführung von aus dem Pumpenkörper 1 in den Antriebsteil 2 einströmender Wärme so gekühlt, daß keine Beeinträchtigung ihrer Funktion auftritt. Gleichfalls werden die Lager 11 intensiv mit Heißdampf gekühlt. Alle im Antriebsteil 2 vorhandenen Bauteile haben keinen Kontakt zum Fördermedium und können mit Ausnahme des keramisch ausgeführten und trocken laufenden Lagers 11 z.B. aus gewöhnlichem Edelstahl ausgeführt werden. Der im Antriebsteil 2 der Pumpe benutzte Dampf, der sich in der Pumpe aufheizt, kann anschließend weiterverwendet werden. Die Pumpe sollte vorzugsweise aufrecht stehend betrieben werden, so daß sich der Pumpenkörper 1 unten und der Antriebsteil 2 über ihm angeordnet ist. Der gesamte Pumpenkörper 1 wird von außen elektrisch beheizt, um die Pumpe auf Arbeitstemperatur zu halten und Thermospannungen in den keramischen Bauteilen zu verhindern.

## Patentansprüche

1. Pumpe zur Förderung heißer korrosiver Medien mit einem Antriebsteil (2) und einem Pumpenkörper (1), bei dem die Antriebswelle (4) über eine Wellendichtung gegenüber dem Medium abgedichtet ist, **dadurch gekennzeichnet, dass**
  - a) die Wellendichtung aus einem in den Pumpenkörper (1) und/ oder in den Antriebsteil (2) eingepassten Statorring (3) besteht, durch den die Antriebswelle (4) unter Freilassung eines Dichtungsspalts (5) hindurchgeführt ist,
  - b) dass der Pumpenkörper (1) und der Statorring (3) einschließlich aller medienberührenden Teile im Pumpenkörper (1) aus einem korrosions- und hochtemperaturfesten Material gefertigt sind,
  - c) dass im Antriebsteil (2) ein oder mehrere trocken laufende Lager (11) zur Lagerung der Antriebswelle (4) angeordnet sind und
  - d) dass der Antriebsteil (2) einen Gasströmungskanal (18) mit einem Zuführungs- (19) und einem Ableitungsstutzen (20) aufweist, der strömungstechnisch mit dem Dichtungsspalt (5) in Verbindung steht und dass das trocken laufende Lager (11) ein keramisches Wälzlager ist.
2. Pumpe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Antriebsteil (2) eine Magnetkupplung (15, 16) zur Übertragung der Drehbewegung auf die Antriebswelle (4) vorgesehen ist.
3. Pumpe nach Anspruch 1 bis 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das trocken laufende Lager (11) auf den Laufflächen Beschichtungen zur Minderung des Gleitreibungskoeffizienten besitzt.
4. Pumpe nach Anspruch 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen dem Statorring (3) und dem Antriebsteil (2) eine weitere Wellendichtung (17) vorgesehen ist.
5. Verfahren zum Betrieb der Pumpe nach Anspruch 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Gasströmungskanal (18) über den Zuführungsstutzen (19) mit einem Heißgas beaufschlagt wird, das den Antriebsteil (2) durch den Ableitungsstutzen (20) wieder verläßt und dass dabei der Vordruck so eingestellt wird, dass der statische Druck des Gases im Gasströmungskanal (18) oberhalb des Statorringes (3) über dem Druck des Fördermediums liegt, welches den Pumpenkörper (1) partiell oder vollständig ausfüllt.

6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Temperatur des Heißgases oberhalb 120°C und der statische Druck des Heißgases im Gasströmungskanal (18) oberhalb 1,5 bar liegt.
7. Verfahren nach Anspruch 5 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Heißgas Heißdampf zugeführt wird.
8. Verfahren nach Anspruch 5 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Heißgasdruck auf einen Sollwert geregelt wird, der oberhalb des Förderdrucks des durch die Pumpe geförderten Mediums liegt.

### Claims

1. Pump for delivering hot corrosive media, comprising a drive section (2) and a pump body (1) where the drive shaft (4) is sealed off from the medium by a shaft seal, **characterized in that**
- a) the shaft seal consists of a stator ring (3) which is fitted into the pump body (1) and/or into the drive section (2) and through which the drive shaft (4) passes while leaving a seal gap (5),
- b) **in that** the pump body (1) and the stator ring (3) including all portions in the pump body (1) which are in contact with the media are manufactured from a material which is resistant to corrosion and high temperatures,
- c) **in that** one or more dry-running bearings (11) are arranged in the drive section (2) to mount the drive shaft (4) and
- d) **in that** the drive section (2) comprises a gas flow channel (18) which comprises a feed stub (19) and a discharge stub (20) and which is in flow communication with the seal gap (5) and **in that** the dry-running bearing (11) is a ceramic rolling contact bearing.
2. Pump according to Claim 1, **characterized in that** a magnetic coupling (15, 16) is provided in the drive section (2) to transmit rotational movement to the drive shaft (4).
3. Pump according to Claim 1 or 2, **characterized in that** the dry-running bearing (11) has coatings on the running surfaces to reduce the coefficient of sliding friction.
4. Pump according to Claims 1 to 3, **characterized in**

**that** a further shaft seal 17 is provided between the stator ring (3) and the drive section (2).

5. Method for operating the pump of Claims 1 to 4, **characterized in that** the gas flow channel (18) is supplied via the feed stub (19) with a hot gas which exits the drive section (2) again through the discharge stub (20) and **in that** the pre-pressure is set in such a way that the static pressure of the gas in the gas flow channel (18) above the stator ring (3) is above the pressure of the conveying medium which partially or completely fills the pump body (1).
6. Method according to Claim 5, **characterized in that** the temperature of the hot gas is above 120°C and the static pressure of the hot gas in the gas flow channel (18) is above 1.5 bar.
7. Method according to Claim 5 or 6, **characterized in that** the hot gas is superheated steam.
8. Method according to Claims 5 to 7, **characterized in that** the hot gas pressure is controlled to a target value which is above the conveying pressure of the medium conveyed through the pump.

### Revendications

1. Pompe pour transporter des milieux corrosifs chauds comportant une partie d'entraînement (2) et un corps de pompe (1), où l'arbre d'entraînement (4) est étanchéifié par rapport au milieu par le biais d'une garniture d'étanchéité d'arbre, **caractérisée en ce que**
- a) la garniture d'étanchéité d'arbre consiste en une bague de stator (3) montée dans le corps de pompe (1) et/ou dans la partie d'entraînement (2) et que traverse l'arbre d'entraînement (4) en ménageant un interstice d'étanchéité (5),
- b) le corps de pompe (1) et la bague de stator (3) y compris toutes les parties en contact avec les milieux dans le corps de pompe (1) sont en un matériau résistant à la corrosion et aux hautes températures,
- c) un ou plusieurs paliers fonctionnant à sec (11) sont disposés dans la partie d'entraînement (2) pour le logement de l'arbre d'entraînement (4) et
- d) la partie d'entraînement (2) comporte un canal à courant de gaz (18) avec une tubulure d'amenée (19) et une tubulure d'évacuation (20), qui est en liaison par la technologie d'écoulement avec l'interstice d'étanchéité (5), et le palier fonctionnant à sec (11) est un palier à roulement céramique.

2. Pompe selon la revendication 1, **caractérisée en ce qu'un** couplage magnétique (15, 16) pour la transmission du mouvement de rotation à l'arbre d'entraînement (4) est prévu dans la partie d'entraînement (2). 5
  
3. Pompe selon les revendications 1 et 2, **caractérisée en ce que** le palier fonctionnant à sec (11) possède sur les surfaces de roulement des revêtements pour réduire le coefficient de frottement par glissement. 10
  
4. Pompe selon les revendications 1 à 3, **caractérisée en ce qu'une** autre garniture d'étanchéité d'arbre (17) est prévue entre la bague de stator (3) et la partie d'entraînement (2). 15
  
5. Procédé pour exploiter la pompe selon les revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** le canal à écoulement de gaz (18) est alimenté par la tubulure d'amenée (19) avec un gaz chaud qui quitte la partie d'entraînement (2) par la tubulure d'évacuation (20) et **en ce que**, la pression d'alimentation est ajustée alors de telle manière que la pression statique du gaz dans le canal à écoulement de gaz (18) est située, au-dessus de la bague de stator (3), au-delà de la pression du milieu transporté qui remplit partiellement ou totalement le corps de pompe (1). 20  
25
  
6. Procédé selon la revendication 5, **caractérisé en ce que** la température du gaz chaud est supérieure à 120°C et la pression statique du gaz chaud dans le canal à écoulement de gaz (18) est supérieure à 1,5 bar. 30  
35
  
7. Procédé selon les revendications 5 et 6, **caractérisé en ce que** de la vapeur chaude est introduite comme gaz chaud.
  
8. Procédé selon les revendications 5 à 7, **caractérisé en ce que** la pression du gaz chaud est régulée à une valeur de consigne qui est supérieure à la pression de transport du milieu transporté par la pompe. 40  
45  
50  
55

Fig. 1

