



⑫

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

④⑤ Date de publication du fascicule du brevet :
21.07.93 Bulletin 93/29

⑤① Int. Cl.⁵ : **E21B 43/38, E21B 43/12**

②① Numéro de dépôt : **90402660.6**

②② Date de dépôt : **27.09.90**

⑤④ **Procédé de pompage de mélange liquide gaz dans un puits d'extraction pétrolier et dispositif de mise en oeuvre du procédé.**

③⑩ Priorité : **29.09.89 FR 8912759**

⑦③ Titulaire : **ELF AQUITAINE PRODUCTION**
Tour Elf 2 Place de la Coupole La Défense 6
F-92400 Courbevoie (FR)

④③ Date de publication de la demande :
03.04.91 Bulletin 91/14

⑦② Inventeur : **Sango, Daniel**
35 rue du Luy de Béarn
F-64121 Serres Castet (FR)

④⑤ Mention de la délivrance du brevet :
21.07.93 Bulletin 93/29

⑦④ Mandataire : **Timoney, Ian Charles Craig**
Elf Aquitaine Production Département
Propriété Industrielle Tour Elf Cédex 45
F-92078 Paris La Défense (FR)

⑧④ Etats contractants désignés :
DE FR GB IT NL

⑤⑥ Documents cités :
US-A- 1 655 817
US-A- 2 311 963
US-A- 3 282 031
US-A- 4 074 763

EP 0 420 751 B1

Il est rappelé que : Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

La présente invention concerne un procédé de pompage de mélange liquide gaz dans un puits d'extraction pétrolier et le dispositif de mise en oeuvre du procédé.

La production d'hydrocarbures dans un puits pétrolier se fait, soit dans le cadre d'un puits naturellement éruptif, de manière naturelle, soit de manière artificielle, et dans ce cas le puits doit être activé. Dans le premier cas, la pression de fond est suffisante pour permettre au fluide de remonter en surface. Dans le second cas la pression est insuffisante pour permettre l'extraction et cela nécessite un mode d'assistance pour assurer la remontée du fluide en surface. Le puits est alors activé.

Par ailleurs les puits éruptifs, au bout d'un certain temps d'exploitation, ne sont plus éruptifs et il faut également les activer.

Par conséquent, pour effectuer l'exploitation des fluides constitués par les hydrocarbures, on utilise différentes techniques d'activation, telles que :

- gaz lift (injection de gaz au fond);
- pompage alternatif;
- pompage centrifuge;
- pompage à effet de jet etc.

Chacun de ces différents moyens d'activation sera utilisé en fonction des caractéristiques du puits et de la plage d'application du moyen. Ainsi on utilisera le gaz lift lorsque le fluide est déjà gazé ou inversement on n'utilisera pas le pompage si les quantités de gaz sont importantes.

Le pompage centrifuge électrique immergé est un des moyens classiques et largement répandu. L'assemblage classique se compose d'une pompe centrifuge multicellulaire, d'un moteur électrique et d'un protecteur situé entre le moteur et la pompe et dont le rôle est d'assurer l'étanchéité autour de l'arbre moteur de manière à ce que les fluides extérieurs ne pénètrent pas dans le moteur.

Toutefois, ce type de matériel comporte des limitations dues notamment à la proportion de gaz contenu dans le mélange à extraire du puits. Ainsi, lorsque la proportion dans le mélange produit atteint des valeurs de 10% en volume par rapport à l'effluent total, la pompe centrifuge ne peut plus fonctionner. Les pourcentages mentionnés dans le texte sont les pourcentages en volume aux conditions de fond de pression et de température. Cet inconvénient limite considérablement les utilisations du pompage centrifuge selon les caractéristiques du puits et pour faire face à ce problème, il a été conçu et utilisé un séparateur centrifuge qui, placé en amont de la pompe entre celle-ci et le moteur, permet de réaliser une séparation partielle du gaz (US-A-4074763 et US-A-2311963).

Un tel système permet, lorsque les débits sont relativement faibles, inférieurs à 300 à 400 m³ par jour, d'obtenir une élimination partielle du gaz qui permet-

tra le fonctionnement normal de la pompe. Ceci est possible à condition que le pourcentage de gaz libre dans le mélange initial soit inférieur à environ 40% en volume. Dans ce cas le séparateur ramène le pourcentage de gaz libre aux environs de 10%.

Dans le cas des mélanges supérieurs à environ 40%, outre le fait que le dispositif ci-dessus n'est plus opérant, la capacité calorifique des mélanges est insuffisante et le refroidissement du moteur électrique ne peut plus être assuré de façon satisfaisante.

Un premier but de l'invention est donc de proposer un procédé de pompage de mélange diphasique liquide gaz permettant d'effectuer l'exploitation de puits dont le pourcentage de gaz libre dans le mélange initial est supérieur à environ 40% en volume.

Ce but est atteint par le fait que le procédé de pompage de mélange diphasique liquide gaz dans un puits d'extraction dont le pourcentage de gaz initial est supérieur à environ 40% en volume, est caractérisé en ce qu'il consiste :

- à abaisser le pourcentage de gaz libre en dessous de 40% par l'utilisation d'au moins un premier module séparateur centrifuge;
- à refroidir le moteur d'entraînement par un écoulement annulaire du mélange issu du premier module séparateur autour du moteur, mélange dont la proportion de gaz a été diminuée pour augmenter sa capacité calorifique et sa vitesse de passage autour du moteur ;
- à abaisser en dessous d'environ 10% le pourcentage de gaz en volume par l'utilisation d'au moins un deuxième module séparateur centrifuge;
- à pomper le fluide ainsi obtenu par une pompe centrifuge entraînée par le moteur.

Un deuxième but de l'invention est de proposer un dispositif permettant la mise en oeuvre du procédé et capable de résoudre à la fois le problème de pompage des mélanges dont les quantités de gaz peuvent aller jusqu'à 99% en volume et le problème de refroidissement du moteur d'entraînement du dispositif.

Ce but est atteint par le fait que le dispositif comporte :

- un premier module, séparateur de gaz dans un mélange, centrifuge, à débit axial, disposé dans une enveloppe cylindrique et dont les gaz séparés sont évacués à l'extérieur de l'enveloppe ;
- un module de refroidissement comportant une enveloppe externe en liaison étanche avec l'enveloppe du premier module séparateur et comportant à l'intérieur une deuxième enveloppe cylindrique coaxiale contenant un moteur électrique entouré de part et d'autre dans le sens longitudinal de protecteurs assurant l'étanchéité vers l'amont et l'aval au niveau des axes d'entraînement du moteur ;
- des moyens à l'entrée du module de refroidis-

sement, de dévier le débit axial du premier module séparateur à l'extérieur de la deuxième enveloppe et

- des moyens à la sortie du module de refroidissement pour ramener le débit dans l'axe d'un module de pompe centrifuge relié à un train de tube d'évacuation du fluide en sortie du module de refroidissement, ledit module de pompe centrifuge et le module séparateur étant entraînés par l'axe du moteur.

Un autre but est d'adapter le système en fonction des caractéristiques du puits par l'utilisation, soit d'un système modulaire, soit d'un système fixe à commande d'entraînement variable.

Ce but est atteint par le fait que le dispositif comporte au moins un deuxième module séparateur centrifuge entre le module de refroidissement et le module de pompe centrifuge.

Selon une autre caractéristique, ce but est atteint par le fait que le premier module comporte au moins deux séparateurs centrifuges montés en série de façon que le débit axial de sortie de l'un constitue le débit d'entrée du second et des moyens de couplage en rotation du premier et second séparateur.

Selon une autre caractéristique, les moyens de couplage sont constitués d'un embrayage électromagnétique.

Selon une autre caractéristique, le dispositif comporte à chaque extrémité un dispositif centreur par rapport au puits d'extraction.

D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront plus clairement à la lecture de la description ci-après faite en référence aux dessins annexés dans lesquels :

- les figures 1A et 1B représentent la constitution du dispositif permettant la mise en oeuvre du procédé de l'invention ;
- la figure 2 représente une vue d'un dispositif de centrage utilisé dans l'invention.

La figure 1A représente la partie amont du dispositif de pompage permettant la mise en oeuvre du procédé selon l'invention. Ce dispositif comprend un élément centreur (1) étanche ou non dont le tube central (100) conduit le mélange de gaz et de fluide à un premier séparateur centrifuge (3) dont la sortie (30) d'évacuation des gaz évacue les gaz dans l'espace annulaire compris entre l'enveloppe cylindrique externe (32) du séparateur et le tube (11) constituant la paroi du puits d'extraction. Le mélange fluide gaz dont le pourcentage a été abaissé par le premier séparateur est évacué par un orifice axial (31) en direction d'un deuxième séparateur (4) en vue d'un nouvel abaissement du pourcentage.

Ce séparateur (4) évacue le gaz par un orifice (40) dans l'espace annulaire et le mélange fluide gaz par un orifice axial (41) en direction d'un module de refroidissement (10) constitué par un élément (6) déviant le débit axial du séparateur (4) par des orifices

latéraux (60) vers un espace annulaire formé entre un tube externe (10 A) et les tubes externes successifs (80,90,120) respectivement des modules protecteurs (8), moteur (9) et protecteur (12) montés à l'intérieur et coaxialement au tube (10 A) formant ainsi le module de refroidissement (10).

Les modules protecteurs (8,12) permettent d'assurer l'étanchéité au niveau des arbres de sortie du moteur (9) vers l'amont et vers l'aval. De cette façon l'élément moteur (9) est protégé du contact avec les fluides qui circulent dans le dispositif. Par contre le fluide s'écoulant dans l'espace annulaire formé entre le tube (10) et les enveloppes externes (80,90,120) formant respectivement le premier protecteur, le moteur et le second protecteur permettent d'assurer un refroidissement d'autant plus efficace du moteur, que le pourcentage de gaz du mélange a été ramené à un niveau le plus faible possible en dessous de 40%. A l'extrémité aval du module de refroidissement, un module déviateur (13) permet, grâce aux orifices (130) d'amener le débit axialement dans l'élément séparateur (14) qui suit le module de refroidissement.

Ce séparateur (14) de constitution analogue aux autres séparateurs évacue le gaz par l'orifice (140) vers l'espace annulaire compris entre l'extérieur de l'enveloppe (142) du dispositif séparateur et les tubes (11) constituant la paroi du puits d'extraction. Ce séparateur (14) évacue le débit axial du mélange vers une pompe centrifuge (16) par l'orifice axial (141). La sortie de la pompe centrifuge (16) est reliée à un ensemble de tubes (18) qui permet de remonter le liquide pratiquement séparé de son gaz vers la surface.

En sortie du dispositif on peut également utiliser un dispositif centreur (17).

Le moteur (9) entraîne par des arbres d'entraînement qui se prolongent à l'intérieur du dispositif, à la fois vers les séparateurs situés en amont et en aval et vers la pompe centrifuge.

En fonctionnement, le mélange diphasique (2) pénètre dans le système et une partie du gaz est séparée et évacuée par l'espace annulaire au niveau du premier séparateur centrifuge (3) à débit axial.

Le mélange restant pénètre dans le deuxième séparateur (4) où s'effectue la même opération. Pour un débit de l'ordre de 200 m3 par jour, avec un séparateur ayant un diamètre de 125 mm entraîné à 3000 tours/minute, le pourcentage de gaz libre à l'aspiration (2) étant de 99%, on pourra ramener le pourcentage à la sortie du premier séparateur (3) à environ 60%. Le deuxième séparateur amènera le pourcentage de gaz à environ 30%.

Le fluide est ainsi suffisamment dégazé pour avoir une capacité calorifique suffisante pour assurer un refroidissement efficace du moteur. Le fluide en sortie du second séparateur (4) passe dans le module de refroidissement du moteur et pénètre ensuite dans le troisième séparateur (14) pour terminer son parcours dans la pompe centrifuge et être ensuite éva-

cué jusqu'en surface à l'intérieur du train de tube (18). Le gaz de son côté rejoint la surface par l'espace annulaire formé entre le train de tube (18) et les tubes (11) constituant la paroi du puits d'extraction. Le troisième séparateur amènera le pourcentage de gaz de 30% à l'entrée à un pourcentage compatible avec le bon fonctionnement de la pompe (16) généralement inférieur à 8%.

Il est bien évident que le troisième séparateur (14) est optionnel et dépend du pourcentage de gaz contenu dans le liquide diphasique initial. Ainsi, dans le cas d'un mélange diphasique initial dont le pourcentage de gaz est légèrement supérieur à 70%, on utilisera les deux séparateurs (3,4) mais on pourra éventuellement se passer du dernier séparateur (14). Par contre, dans le cas d'un mélange diphasique compris entre 70 et 40%, on utilisera qu'un seul séparateur (3) en amont du moteur et un deuxième séparateur (14) en aval du moteur.

Dans la variante représentée, les arbres d'entraînement des premier et second séparateurs (3,4) sont reliés mécaniquement en rotation par un manchon (33).

Dans une variante de réalisation de l'invention, on pourra relier mécaniquement ces arbres par un embrayage électromagnétique commandé de la surface pour mettre en oeuvre, selon les besoins, un ou deux modules séparateurs en amont du moteur.

La figure 2 représente un élément de centrage (1) étanche utilisé en amont du dispositif. Cet élément de centrage est constitué de coins d'ancrage (101) reliés, d'une part au tube externe (11) du puits d'extraction par des joints d'étanchéité (103), et d'autre part au tube interne (100) d'aspiration du liquide diphasique (2) par des garnitures d'étanchéité (102), de façon à canaliser le mélange diphasique vers l'intérieur du tube (100).

Le dispositif de centrage (17) non étanche situé en aval du dispositif de pompage comportera uniquement des entretoises de maintien des tubes (18) pour permettre l'écoulement du gaz à l'extérieur du tube (18).

Il est bien évident que selon le cas on peut utiliser un centreur (1) non étanche. De même pour le centreur de sortie (17) on pourra éventuellement utiliser un centreur étanche.

Revendications

1. Procédé de pompage de mélange diphasique liquide gaz dans un puits d'extraction (11) dont le pourcentage de gaz initial est supérieur à environ 40% en volume caractérisé en ce qu'il consiste :
 - à abaisser le pourcentage de gaz libre en dessous de 40% par l'utilisation d'au moins un premier module séparateur centrifuge (3,4) ;

- à refroidir le moteur d'entraînement par un écoulement annulaire du mélange issu du premier module séparateur (3,4) autour du moteur (9), mélange dont la proportion de gaz a été ramenée en dessous de 40% pour augmenter sa capacité calorifique et sa vitesse de passage autour du moteur ;
- à abaisser en dessous d'environ 10% le pourcentage de gaz en volume par l'utilisation d'au moins un deuxième module séparateur centrifuge (14) ;
- à pomper le fluide ainsi obtenu par une pompe centrifuge (16) entraînée par le moteur (9).

2. Dispositif de mise en oeuvre du procédé selon la revendication (1) caractérisé en ce qu'il comporte :

- un premier module, séparateur (3) de gaz dans un mélange, centrifuge, à débit axial disposé dans une enveloppe cylindrique (32) dont les gaz séparés sont évacués à l'extérieur de l'enveloppe et un module de refroidissement (6,10,13) comportant une enveloppe externe (10) en liaison étanche avec l'enveloppe du premier module séparateur et comportant à l'intérieur une deuxième enveloppe cylindrique coaxiale (80,90,120) contenant un moteur électrique (9) entouré de part et d'autre dans le sens longitudinal de protecteurs (8,12) assurant l'étanchéité vers l'amont et l'aval au niveau des axes d'entraînement du moteur ;
- des moyens (6) de dévier le débit axial à l'extérieur de la deuxième enveloppe (80,90,120) à l'entrée du module de refroidissement (10) ; et
- des moyens (13) en sortie du module de refroidissement (10) pour ramener le débit dans l'axe d'un module de pompage centrifuge (16) relié à un train de tube d'évacuation du fluide (18), lesdits modules de pompage et séparateur (3) étant entraînés par l'axe du moteur (9).

3. Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce qu'il comporte au moins un deuxième module séparateur centrifuge (14) entre le module de refroidissement (10) et le module de pompe centrifuge (16).

4. Dispositif selon les revendications 2 ou 3, caractérisé en ce que le premier module comporte au moins deux séparateurs centrifuges (3,4) montés en série de façon que le débit axial de sortie de l'un constitue le débit d'entrée du second et des moyens (33) de couplage en rotation des arbres d'entraînement de l'un et de l'autre.

5. Dispositif selon la revendication 4, caractérisé en ce que les moyens de couplage sont constitués d'un embrayage électromagnétique commandé depuis la surface.
6. Dispositif selon une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comporte à chaque extrémité un dispositif centreur (1,17) par rapport au puits d'extraction (11).

5

10

Patentansprüche

1. Verfahren zum Pumpen einer zweiphasigen Mischung aus Flüssigkeit und Gas in einem Förderschacht (11), deren Prozentsatz des Ausgangsgases mehr als etwa 40 Volumenprozent beträgt, dadurch gekennzeichnet, daß es darin besteht:
- den Prozentsatz des freien Gases unter 40 Prozent durch Verwendung wenigstens eines ersten Trennschleudermoduls (3, 4) abzusenken,
 - den Antriebsmotor durch eine Ringströmung der Mischung, die von dem ersten Trennmodul (3, 4) abgeleitet wird, um den Motor (9) herum abzukühlen, wobei der Gasanteil der Mischung unter 40 Prozent gehalten wurde, um seine Wärmekapazität und seine Durchgangsgeschwindigkeit um den Motor herum zu steigern,
 - den Prozentsatz des Gases unter etwa 10 Volumenprozent durch Verwendung wenigstens eines zweiten Trennschleudermoduls (14) abzusenken,
 - das so erhaltene Fluid durch eine von dem Motor (9) angetriebene Zentrifugalpumpe (16) zu pumpen.
2. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß sie aufweist:
- ein erstes Trennschleudermodul (3) für Gas in einer Mischung mit axialem Durchsatz, das in einem zylindrischen Mantel (32) angeordnet ist, wobei die abgetrennten Gase nach außen aus dem Mantel abgeführt werden, und ein Abkühlmodul (6, 10, 13), das einen externen Mantel (10) in abdichtender Verbindung mit dem Mantel des ersten Trennmoduls und im Inneren einen zweiten zylindrischen coaxialen Mantel (80, 90, 120) aufweist, der einen Elektromotor (9) enthält, welcher auf beiden Seiten in der Längsrichtung von Schutzeinrichtungen (8, 12) umgeben ist, welche die Abdichtungen stromauf und stromab auf der Höhe der Antriebsachsen des Motors gewährleisten,
 - Einrichtungen (6) zum Umlenken des axia-

15

20

25

30

35

40

45

50

55

5

len Durchsatzes außerhalb des zweiten Mantels (80, 90, 120) beim Eintritt des Kühlmoduls (10) und

- Einrichtungen (13) beim Austritt des Kühlmoduls (10), um den Durchsatz in der Achse eines Zentrifugalpumpmoduls (16) zu halten, das mit einem Fluidabführungsrohrstrang (18) verbunden ist, wobei die Pump- und Trennmodule (3) von der Achse des Motors (9) angetrieben werden.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß sie wenigstens ein zweites Trennschleudermodul (14) zwischen dem Kühlmodul (10) und dem Zentrifugalpumpenmodul (16) aufweist.
4. Vorrichtung nach den Ansprüchen 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß das erste Modul wenigstens zwei Trennschleudern (3, 4), die in Reihe so angeordnet sind, daß der axiale Ausgangsdurchsatz des einen den Durchsatz am Eintritt des zweiten bildet, und Einrichtungen (33) für eine Drehkupplung der Antriebswellen der einen und der anderen Trennschleuder aufweist.
5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Kupplungseinrichtungen von einer elektromagnetischen Kupplung gebildet werden, die von der Oberfläche aus gesteuert wird.
6. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß sie an jedem Ende eine Zentriereinrichtung (1, 17) bezüglich des Förderschachtes (11) hat.

Claims

1. Method for pumping a liquid gas diphas mixture into an extraction shaft (11) of which the initial gas percentage is greater than approximately 40% by volume, characterised in that it consists in:
- decreasing the percentage of free gas to less than 40% by using at least a first centrifugal separation module (3, 4);
 - cooling the drive motor by means of an annular flow around the motor (9) of the mixture obtained from the first separation module (3, 4), in which mixture the proportion of gas has been reduced to less than 40% in order to increase its calorific capacity and velocity at which it passes around the motor;
 - decreasing to less than approximately 10% the percentage by volume of gas by using at least a second centrifugal separation module (14);

- pumping the fluid thus obtained by means of a centrifugal pump (16) driven by the motor (9).
2. Device for performing the method according to Claim 1, characterised in that it comprises:
- a first centrifugal axial flow module (3) for separating gas from a mixture, disposed in a cylindrical envelope (32), from which the separated gases are discharged outside the envelope and a cooling module (6, 10, 13) comprising an outer envelope (10) connected in a sealed manner with the envelope of the first separation module and including in its interior a second, coaxial cylindrical envelope (80, 90, 120) which contains an electric motor (9) surrounded on both sides longitudinally by protection devices (8, 12) which ensure sealing of the motor drive shafts in both upstream and downstream directions;
 - means (6) for diverting the axial flow outside the second envelope (80, 90, 120) at the inlet of the cooling module (10); and
 - means (13) at the outlet of the cooling module (10) for drawing the flow into the shaft of a centrifugal pumping module (16) associated with a discharge tube line (18) for the fluid, the said pumping and separation modules (3) being driven by the shaft of the motor (9).
3. Device according to Claim 2, characterised in that it comprises at least a second centrifugal separator module (14) between the cooling module (10) and the centrifugal pump module (16).
4. Device according to either of Claims 2 or 3, characterised in that the first module comprises at least two centrifugal separators (3, 4) mounted in series such that the axial outlet flow of the first constitutes the intake flow of the second, and coupling means (33) for rotating the drive shafts of both devices.
5. Device according to Claim 4, characterised in that the coupling means consist of an electromagnetic clutch controlled from the surface.
6. Device according to any one of the preceding Claims, characterised in that at both ends it comprises a device (1, 17) for centring relative to the extraction shaft (11).

FIG. 1A

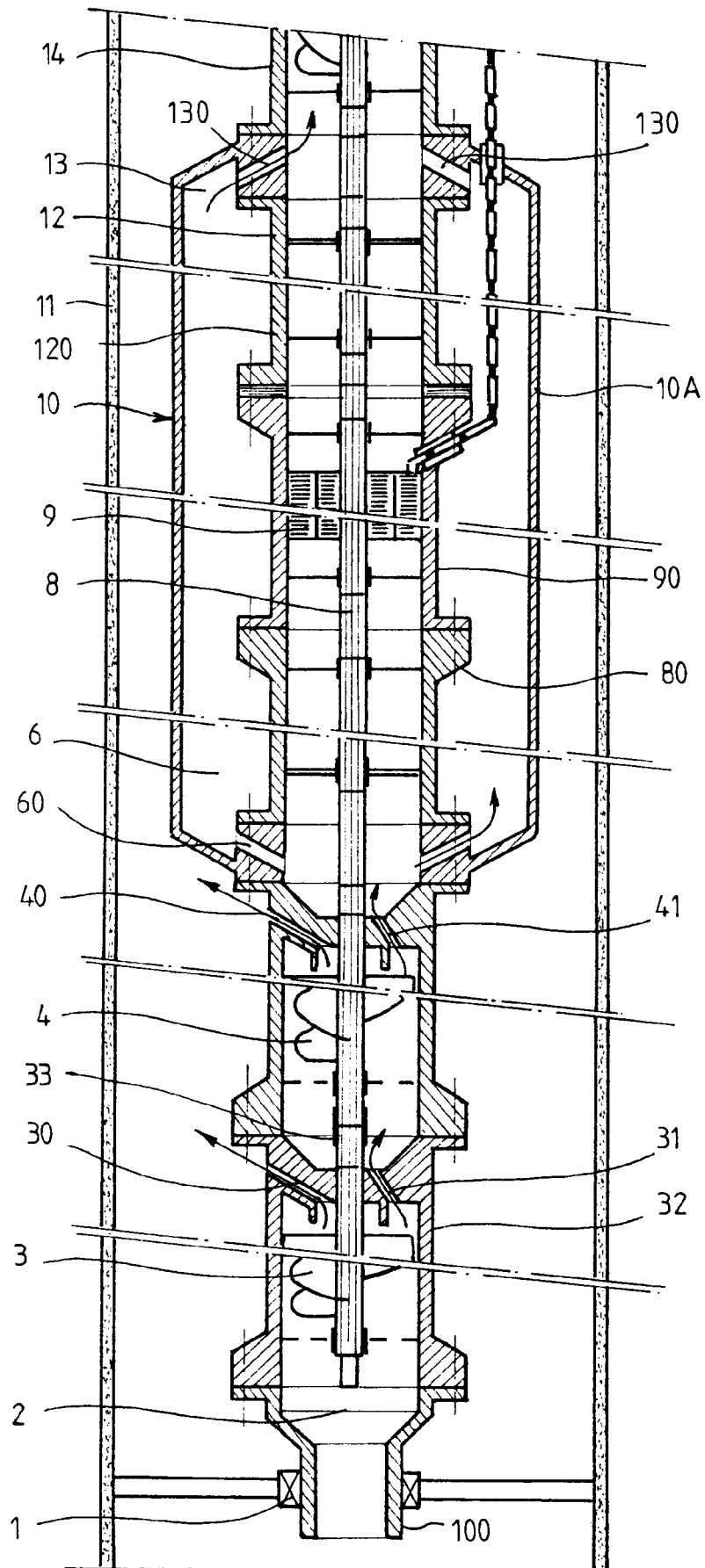


FIG. 1B

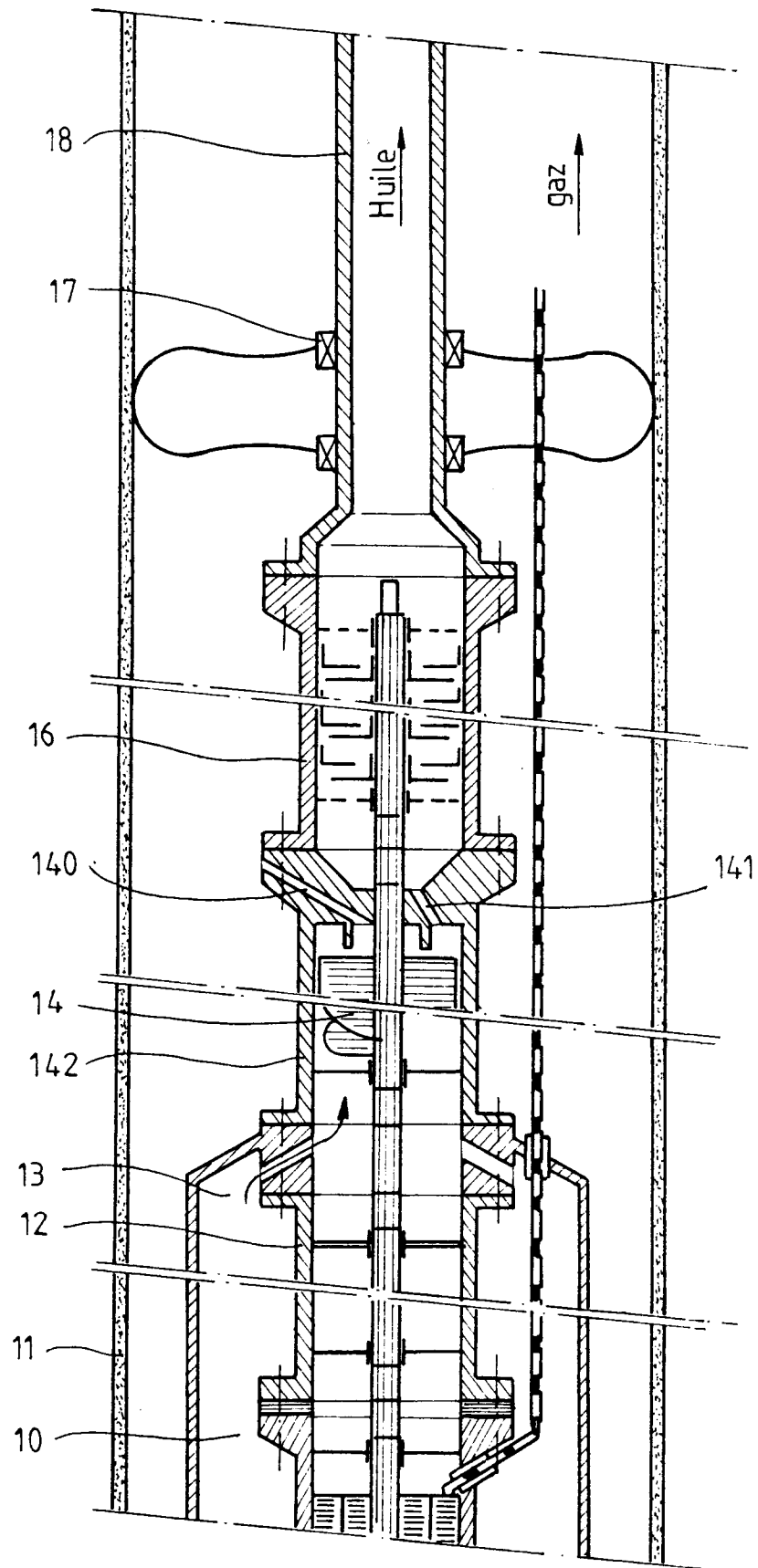


FIG. 2

