(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication : **2 556 419**
(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) N° d'enregistrement national : **83 19940**

(51) Int Cl⁴ : F 04 C 2/063, 13/00; E 21 B 4/02, 43/16; F 03 C 2/00; F 16 B 4/00.

# (12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) **Date de dépôt :** 13 décembre 1983.

(30) **Priorité :**

(43) **Date de la mise à disposition du public de la demande :** BOPI « Brevets » n° 24 du 14 juin 1985.

(60) **Références à d'autres documents nationaux apparentés :**

(71) **Demandeur(s) :** *VSESOJUZNY NAUCHNO-ISSLEDOVATELSKY INSTITUT BUROVOI TEKHNIKI.* — SU.

(72) **Inventeur(s) :** D. F. Baldenko, J. V. Vadetsky, M. T. Gusman, A. M. Kochnev, S. S. Nikomarov, V. I. Semenets, J. K. Tolsky, J. V. Zakharov et V. P. Shumilov.

(73) **Titulaire(s) :**

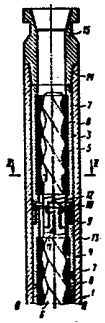
(74) **Mandataire(s) :** Cabinet Z. Weinstein.

## (54) Machine d'attaque à hélice pour le forage de puits.

(57) L'invention concerne la technique du forage.

La machine d'attaque faisant l'objet de l'invention est du type comportant des sections 1 disposées successivement dans la direction longitudinale de la machine et constituées chacune d'un rotor 5, 6 et d'un stator 3, 4 à surface hélicoïdale montés avec une certaine excentricité l'un par rapport à l'autre et formant entre eux des enceintes de volume variable pour le passage d'un fluide, les éléments homonymes 3, 4 ou 5, 6 desdites sections étant assemblés rigidement entre eux, et est caractérisée en ce que au moins l'un desdits assemblages rigides desdits éléments homonymes 3, 4 ou 5, 6 est démontable en étant exécuté sous forme d'un assemblage à friction d'une saillie 11, 9 en forme de corps de révolution réalisée dans la face en bout de l'un 6 ou 4 desdits éléments et d'une cavité de forme correspondante 12, 10 ménagée dans la face en bout de l'élément homonyme voisin 5 ou 3.

L'invention s'applique notamment au forage de puits de pétrole et de gaz.



FR 2 556 419 - A1

La présente invention concerne la technique du forage et a notamment pour objet une machine d'attaque à hélice notamment pour le forage de puits.

Il est particulièrement avantageux d'utiliser la machine d'attaque à hélice revendiquée pour l'entraînement d'un outil d'attaque pour le forage de puits, en particulier de puits de pétrole et de gaz.

La machine revendiquée peut fonctionner tant en régime de moteur (en cas de forage de puits, de nettoyage de tubes, de travaux de fraisage, c'est-à-dire quand on a besoin d'une commande à l'arbre de sortie duquel est fixé un outil), qu'en régime de pompe (dans la production de pétrole, pour le puisement d'eau ou pour le pompage de fluides, etc.)

On connaît des machines d'attaque à hélice, comprenant des sections disposées successivement suivant l'axe de la machine. Chaque section est formée d'un rotor et d'un stator montés avec une excentricité prédéterminée et coopérant entre eux pendant le fonctionnement.

Chaque stator individuel se présente sous forme d'un corps fabriqué en métal à la surface intérieure duquel est appliqué par vulcanisation un revêtement élastique. La surface du revêtement située en regard du rotor est exécutée sous forme d'une surface en hélice. Dans le stator est monté le rotor métallique à surface extérieure en hélice, le nombre de filets de l'hélice du rotor étant inférieure d'une unité à celui du stator.

Les filets mutuellement en regard du stator et du rotor disposés l'un dans l'autre forment des enceintes de volume variable pour le passage d'un fluide.

Le fluide (liquide moteur) arrivant entre le rotor et le stator remplit les enceintes closes et agit sur l'hélice du rotor en le faisant tourner.

Dans la conception décrite de la machine d'attaque à hélice, les stators disposés successivement sont assemblés rigidement l'un à l'autre. A leur tour, les rotors

logés à l'intérieur desdits stators sont eux aussi assemblés entre eux successivement et rigidement en formant un groupe unique de rotors, le dernier rotor étant accouplé par l'intermédiaire d'une articulation universelle à un arbre de sortie réalisé creux (cf., par exemple, le brevet n° 3999901 délivré aux Etats-Unis d'Amérique).

Quand les rotors et les stators sont disposés de cette manière, le fluide (liquide moteur) sortant de la première section arrive dans la suivante et ainsi de suite jusqu'à la dernière section, d'où le fluide (liquide moteur), après avoir passé par l'arbre creux et l'outil de forage, arrive au fond du puits.

Dans la machine décrite ci-dessus, les stators sont assemblés l'un à l'autre par deux raccords de réduction, dont chacun est fixé au stator correspondant par vissage, et les raccords de réduction sont rendus solidaires l'un de l'autre par assemblage non démontable, par exemple par soudage. Plusieurs rotors logés dans les stators correspondants sont rendus solidaires les uns des autres par assemblage non démontable (soudage) et constituent un rotor monolithe présentant une surface en hélice continue qui, sur chacun des rotors successifs, constitue le prolongement de l'hélice réalisée sur le rotor précédent. De cette manière, on peut assembler n'importe quel nombre nécessaire de sections.

Dans la machine d'attaque à hélice qu'on vient de décrire, il faut, pendant l'assemblage rigide des stators et des rotors en groupes monolithes correspondants, assurer non seulement la coaxialité des éléments, mais aussi la continuité des surfaces hélicoïdales des éléments de chaque groupe. Cece est obtenu en faisant appel à des dispositifs de montage (dispositifs de guidage) en respectant strictement la succession des opérations prévue par la technologie d'assemblage. On apporte alors un soin particulier à la fixation de la position des éléments (rotors et stators)

pendant les opérations de traçage réalisées avant le soudage desdits éléments en groupes correspondants.

Le procédé d'assemblage des stators en un groupe unique consiste en ce qui suit.

1. On visse des raccords de réduction dans les corps métalliques des stators à assembler. Les extrémités libres des raccords de réduction présentent des surfaces d'assemblage suivant lesquelles on effectue leur assemblage et leur soudage ultérieurs.

2. Sur un dispositif de montage (dispositif de guidage) ayant une surface hélicoïdale continue qui répète la géométrie du revêtement élastique du stator, on assemble les stators à associer au moyen des raccords de réduction vissés dans lesdits stators, jusqu'au contact des faces en bout des surfaces à conjuguer.

3. Pour marquer la position obtenue, on porte des traits sur les corps métalliques des stators et des raccords de réduction à l'endroit de la jonction des faces en bout.

4. Après avoir tracé les traits, on enlève le dispositif de montage (dispositif de guidage). Ceci fait, on disjoint les raccords de réduction de chacun des stators et on les assemble de nouveau séparément, suivant les surfaces à conjuguer conformément aux traits marqués précédemment. Ensuite on assemble rigidement lesdits raccords de réduction par soudage.

5. On visse des stators sur chaque extrémité libre filetée des raccords de réduction assemblés de la façon exposée ci-dessus, en s'assurant que les traits marqués précédemment aux endroits de la jonction viennent en coïncidence.

Les rotors sont assemblés en un groupe unique monolithe d'une manière analogue.

Il en résulte que l'assemblage des éléments homonymes (des stators ou des rotors) en un groupe monolithe unique

par assemblage rigide non démontable, dont la technologie est décrite ci-dessus, nécessite le recours à des dispositifs de montage et à des opérations complémentaires. Toutefois, il convient de noter que la fiabilité et la durée de vie de la machine dépendent, en général, de la qualité du traçage des traits de marquage et de leur mise en coïncidence pendant l'assemblage.

En outre, le changement de la caractéristique de la machine pendant son utilisation, lorsqu'il faut remplacer les stators et les rotors, prend un temps considérable par suite du sectionnement compliqué des éléments homonymes et de leur assemblage non démontable.

Les mêmes difficultés surgissent en cas de remplacement du stator ou du rotor mis hors d'usage ou endommagé. A cet effet, il faut répéter toutes les opérations d'assemblage à partir du début. OUtre cela, on est obligé de fabriquer à nouveau les surfaces de jonction sur les raccords de réduction à assembler.

Le processus technologique d'assemblage n'est aucunement simplifié même quand, pour l'opération préalable de traçage des raccords de réduction accouplant les stators, on utilise un rotor monolithe en tant que dispositif de montage. Dans ce cas, toutes les opérations successives de même que l'assemblage des rotors eux-mêmes, se font selon le procédé exposé ci-dessus.

On s'est donc proposé de mettre au point une machine d'attaque à hélice dans laquelle les rotors et les stators des sections voisines seraient assemblés l'un à l'autre de manière à simplifier la technologie de fabrication et à élever la fiabilité de fonctionnement et augmenter la durée de vie de la machine.

Le problème ainsi posé est résolu à l'aide d'une machine d'attaque à hélice, du type dans lequel des sections constituées chacune d'un rotor et d'un stator hélicoïdaux

montés avec une excentricité donnée l'une par rapport à l'autre formant des enceintes de volume variable pour le passage d'un fluide sont disposées successivement dans la direction longitudinale de la machine et leurs éléments homonymes sont assemblés rigidement l'un à l'autre, caractérisée,selon l'invention, en ce que l'assemblage rigide au moins de certains desdits éléments homonymes est conçu démontable et réalisé par assemblage à friction d'une saillie, réalisée sous forme d'un corps de révolution sur la face en bout de l'un des éléments, et d'une cavité de forme correspondant à celle de ladite saillie et ménagée dans la face en bout de l'élément voisin, et qui, lors de l'utilisation de la machine, est maintenu de force sous l'action d'un effort extérieur prévenant les déplacements relatifs angulaires et axiaux.

Il est avantageux que ladite saillie et ladite cavité soient exécutées dans les faces en bout de rotors voisins.

Dans ce cas, l'effort extérieur précité sera créé, pendant l'utilisation, sous l'action des efforts engendrés par la différence des pressions qui agit aussi sur les rotors.

Cette solution constructive est recommandée pour les machines qu'on doit utiliser dans des conditions d'encombrement diamétral limité.

Lorsqu'une telle limitation n'est pas imposée, il est avantageux d'exécuter ladite saillie et ladite cavité dans les faces en bout de stators voisins. Dans ce cas, pour supprimer les déplacements relatifs angulaires et axiaux des stators pendant l'utilisation, on les dispose dans un corps commun dont les extrémités sont pourvues de butoirs qui coopèrent avec les faces en bout libres des stators, au moins l'un desdits butoirs étant mobile dans la direction longitudinale de la machine,ce qui contribue à la création de l'effort extérieur empêchant

les déplacements axiaux et angulaires des stators assemblés.

Il est avantageux que ladite saillie et ladite cavité des éléments homonymes à assembler soient de forme cylindrique.

Ce mode de réalisation des surfaces conjuguées est le plus simple au point de vue de la fabrication.

Il n'est pas moins avantageux que la saillie et la cavité des stators ou des rotors à conjuguer soient de forme tronconique.

La réalisation des surfaces à conjuguer sous forme de cône tronqué améliore la fiabilité de l'assemblage.

Il est plus rationnel de donner à ladite saillie et à ladite cavité une forme cylindrique se transformant en cône tronqué.

Un tel joint assure un assemblage fiable des pièces et améliore sensiblement la capacité de travail lors de la transmission du couple moteur d'une section à l'autre.

Selon le mode de réalisation optimal, les surfaces à conjuguer, c'est-à-dire la saillie et la cavité, sont de forme cylindrique se transformant en cône tronqué, la différence des diamètres de la grande base et de la petite base dudit cône tronqué n'étant pas inférieure à quatre fois la valeur de l'excentricité.

Ce mode de réalisation assure, outre une fiabilité garantie de l'assemblage des éléments homonymes, un raccordement assez simple desdites pièces. Dans ce cas, lors de l'assemblage, la saillie ayant la plus petite base s'engage immédiatement dans la cavité.

Dans la machine d'attaque à hélice exécutée selon la présente invention, les éléments coopérant l'un avec l'autre se placent automatiquement en position de travail l'un par rapport à l'autre.

Le fait que les assemblages soient réalisés démontables permet d'assembler en un temps relativement court le nombre nécessaire, au point de vue de la technologie,

de sections, ainsi que de désassembler les sections et de remplacer, au besoin, un élément mis hors d'usage sans avoir à utiliser pour cela un dispositif de montage ou une opération technologique complémentaire quelconque.

L'invention sera mieux comprise et d'autres buts, détails et avantages de celle-ci apaparaîtront mieux à la lumière de la description explicative qui va suivre de différents modes de réalisation donnés à titre d'exemples non limitatifs avec références aux dessins non limitatifs annexés dans lesquels:

- la figure 1 représente la machine d'attaque à hélice conforme à l'invention, en coupe longitudinale;
- la figure 1a' est la suite de la figure 1;
- la figure 1a" est la suite de la figure 1a';
- la figure 2 est une coupe suivant II-II de la figure 1, à échelle agrandie;
- la figure 3 montre une machine d'attaque à hélice, dans laquelle une saillie et une cavité de forme tronconique sont réalisées dans les faces en bout des stators voisins (coupe longitudinale);
- la figure 3a' est la suite de la figure 3;
- la figure 4 représente une machine d'attaque à hélice dans laquelle la saillie et la cavité exécutées dans les faces en bout des rotors sont de forme cylindrique qui se transforme ensuite en cône tronqué (coupe longitudinale);
- la figure 4a' est la suite de la figure 4;
- la figure 5 montre un assemblage des rotors constitué d'une saillie et d'une cavité de forme cylindrique se transformant en cône tronqué, dans lequel la différence des diamètres de la grande base et de la petite base n'est pas inférieure à quatre fois la valeur de l'excentricité (coupe longitudinale);
- les figures 6 à 10 sont des vues schématiques illustrant l'assemblage successif des éléments homonymes, dont la liaison rigide est effectuée à l'aide d'une saillie et

d'une cavité exécutées de forme cylindrique se transformant en cône tronqué.

La machine d'attaque à hélice, notamment pour le forage de puits, est composée de deux sections 1 (figure 1) et d'un sous-ensemble à cartouche 2, disposés successivement suivant l'axe de la machine. Chaque section 1 est formée d'un stator 3 (4) et d'un rotor 5 (6), montés avec une excentricité prédéterminée "e" l'un par rapport à l'autre. Les stators 3, 4 et les rotors 5, 6 sont liés rigidement l'un à l'autre. Chacun des stators 3 et 4 est pourvu d'un corps métallique 7, à la surface intérieure duquel est fixé par vulcanisation un revêtement profilé élastique 8. La surface extérieure des rotors métalliques 5 et 6 est elle aussi profilée en hélice, le nombre de filets de celle-ci étant inférieure d'une unité à celui de l'hélice de la surface active à conjuguer du revêtement élastique 8 du stator.

L'assemblage rigide des stators 3 et 4 est réalisé démontable. Dans ce but, on a prévu sur les faces en bout mutuellement en regard des stators 3 et 4 une saillie 9 sous forme d'un corps de révolution, en particulier d'un cylindre, sur le stator 4, et une cavité 10, dont la forme correspond à celle de ladite saillie, sur le stator 3,

L'assemblage rigide des rotors 5 et 6 est réalisé d'une manière analogue, à l'aide d'une saillie 11 sous forme d'un cylindre sur un rotor 6, et d'une cavité 12, dont la forme correspont à celle de la saillie 11, sur la face en bout del'autre rotor 5.

Pendant la rotation, les rotors 5 et 6 sont maintenus de force sous l'effet de l'effort axial engendré par la différence des pressions. Pour maintenir de force les stators 3 et 4 contre les déplacements angulaires et axiaux, on les a disposés dans le corps 13 dans lequel ils sont bloqués par l'effort axial forcé créé par les butoirs 14 axialement mobiles, réalisés sur les raccords de réduction

15 et 16. Les raccords 15 et 16 sont liés au corps 13 par vissage, ce qui permet de les déplacer dans la direction axiale et de créer un effort de serrage correspondant sur les butoirs 14.

Le raccord de réduction 16 est lié d'en bas au raccord de réduction 17 du sous-ensemble à cartouche 2. Le raccord de réduction 16 abrite un joint à double articulation 18 reliant le rotor inférieur 6 au manchon 19 de l'arbre de sortie 20 du sous-ensemble à cartouche 2.

Les douilles 21 des paliers d'appui 22 et le palier de butée 23 sont bloqués par le manchon 19 sur l'arbre 20. Les paliers d'appui 22, de même que le palier de butée 23, sont fixés suivant leur surface extérieure dans le corps 24 entre le raccord de réduction 17 et le mamelon 25. La partie inférieure de l'arbre 20 se termine par un raccord de réduction 26 pour le raccordement de l'outil de forage (non représenté).

La figure 2 représente une coupe transversale de la section 1. Le stator 3 est en prise avec le rotor 5. Le mouvement planétaire du rotor 5 à l'intérieur du revêtement élastique 8 du stator 3 peut être décrit comme un roulement sans glissement du cercle primitif du rotor 5, de rayon b=ez, suivant le cercle primitif du stator 3 de rayon a = e(z+1), où "e" est l'excentricité, égale à la moitié de la hauteur radiale de l'hélice du rotor 5 ou du stator 3; "z" est le nombre de filets de l'hélice du rotor 5. Le centre du cercle primitif du rotor 5 se trouve au point $O_1$ tandis que le centre du cercle primitif du stator 3 se situe au point $O_2$.

Dans la machine d'attaque à hélice qu'on vient de décrire, l'assemblage des éléments homonymes des sections 1 (stators 3 et 4 et rotors 5 et 6) est réalisé à l'aide d'un assemblage à friction démontable constitué par une cavité 10(12) prévue dans l'un des éléments, et

une saillie 9 (11) de l'élément voisin, exécutées sous forme de cylindres.

La figure 3 illustre un assemblage des stators 27 et 28 dans lesquels la saillie 29 et la cavité 30 sont en forme de cône tronqué, ce qui permet d'améliorer la fiabilité de l'assemblage à friction démontable. Le maintien des stators 27 et 28 contre leurs déplacements angulaires et axiaux s'effectue d'une façon analogue au cas précédent. Les rotors 31 desdites sections 1 sont assemblés par l'intermédiaire d'un sous-ensemble 32 qui assure leur assemblage rigide et prévient leur déplacement angulaire mutuel (par exemple par l'intermédiaire d'un manchon cannelé).

L'assemblage des éléments homonymes (rotors 33 et 34, figure 4) est réalisé à l'aide d'un accouplement à friction démontable, constitué par une saillie 35 réalisée sur le rotor 33 sous forme d'un cylindre 35a se transformant en cône tronqué 35b, et par une cavité 36 dont la forme correspond à celle de la saillie 35 ménagée dans le rotor 34. Les stators 37 réalisés selon cette version sont liés l'un à l'autre à l'aide d'un raccord de réduction 38. Pour le reste, la machine d'attaque à hélice est analogue à celle décrite ci-dessus.

Pour obtenir un assemblage plus fiable des rotors 39 (figure 5) et 40, ayant des saillies 41 et des cavités 42 sous forme de cylindres se transformant en cônes tronqués, il est souhaitable que le diamètre $\underline{d}$ de la petite base du cône tronqué soit plus petit que le diamètre D de la grande base du même cône d'une valeur égale à quatre fois l'excentricités "e", c'est-à-dire,

$$D - d \leqslant 4e$$

Les figures 6 à 10 montrent une succession d'opérations qui illustrent la position des rotors et des stators pendant le processus d'assemblage, la liaison rigide entre lesquels est effectuée à l'aide d'un assemblage à

friction démontable d'une saillie et d'une cavité.

Avant de procéder à l'explication du fonctionnement de la machine d'attaque à hélice, il convient d'expliquer le mécanisme d'assemblage des éléments homonymes en un groupe unique à l'aide d'un assemblage à friction rigide démontable de la cavité et de la saillie.

Tout d'abord , on procède à l'assemblage successif des rotors 43 (figure 6) et 44 en un groupe unique à l'aide d'un assemblage rigide démontable quelconque décrit ci-dessus. Dans l'exemple concret considéré, on assemble les rotors 43, 44 en les orientant suivant un axe commun $O_1O_1$ à l'aide d'un manchon conique cannelé 45. Ensuite on monte les stators 46 (figure 7), 47 sur le groupe de rotors du côté des extrémités opposées.

Après que l'un des stators 46 ait occupé sa position de travail, on fait déplacer le stator 47 en le faisant tourner suivant la surface hélicoïdale du rotor 44 jusqu'à ce qu'il vienne en contact avec le stator 46. Sur la figure 8, les stators sont venus en contact suivant leurs surfaces en bout. Sur l'une desdites surfaces de l'un (46) des stators est exécutée une cavité 48, et sur l'autre (47), une saillie 49. La saillie 49 et la cavité 48 ont la forme d'un cylindre se transformant en cône tronqué.

On va examiner la position (figure 6) qui illustre le cas d'une non-coïncidence totale des surfaces à conjuguer des éléments de l'assemblage rigide, cette position étant la plus probable. AUtrement dit, les axes $O_2O_2$ et $O_3O_3$ des stators 46, 47 sont disposés de part et d'autre de l'axe commun $O_1O_1$ du groupe de rotors 43, 44. Dans ce cas, l'un des stators 47, en tournant autour de l'axe $O_1O_1$ du rotor 44 faisant partie du groupe unique de rotors, se déplace dans la position dans laquelle son axe coïncide avec l'axe $O_2O_2$ du stator voisin 46, c'est-à-dire que les deux stators 46, 47 possèdent un axe commun $O_2O_3$ (voir la figure 9), mais dans cette position les surfaces à con-

juguer ne sont pas encore venues en coïncidence définitive.

Dans ce cas, il faut tourner le stator 47 suivant l'hélice du rotor 44 dans le sens assurant la création de l'effort axial contribuant au déplacement du stator à tourner 47 vers le stator 46 monté sur le rotor 43 d'une manière immobile, c'est-à-dire dans le sens de l'hélice, jusqu'à ce qu'ils viennent en contact de la manière représentée sur la figure 10.

La machine d'attaque à hélice fonctionne de la manière suivante.

Quand le liquide de lavage arrive dans la machine d'attaque fonctionnant en régime de moteur, les rotors 5 et 6 effectuent à l'intérieur des revêtements élastiques des stators 3 et 4 un mouvement planétaire qui, comme montré sur la figure 2, peut être décrit cinématiquement comme étant un roulement sans glissement du cercle primitif du rotor 5, de rayon b = ez, suivant le cercle primitif du stator 3, de rayon a = e (z + 1). Le centre $O_1$ de la section du rotor 5 effectue une rotation d'entraînement par rapport au centre $O_2$ de la section du stator 3 en se déplaçant suivant une circonférence de rayon "e" dans le sens antihoraire avec une fréquence de rotation $\omega_1$, tandis que le rotor 3 lui-même tourne autour de son propre axe dans le sens horaire avec une fréquence de rotation $\omega_2$ (rotation absolue), $\omega_1$ étant égal à $z \cdot \omega_2$.

Les couples moteurs agissant sur le rotor 5 pendant le mouvement d'entraînement ($M_1$) et pendant le mouvement absolu ($M_2$) par rapport au stator 3 sont inversement proportionnels aux fréquences de rotation de ces mouvements, autrement dit: $M_1 = \frac{1}{z} M_2$.

Etant donné que les surfaces coopérantes de l'assemblage à friction des rotors 5 et 6, ainsi que la cavité 12 et la saillie 11, sont coaxiales aux surfaces hélicoïdales des rotors 5 et 6, elles transmettent le couple moteur du rotor supérieur 5 au rotor inférieur 6 pendant leur mouvement d'entraînement (c'est-à-dire le couple $M_1$)

La transmission de ce couple moteur s'effectue sous forme d'un effort radial $P = \frac{M_1}{2e}$ agissant du côté de la surface cylindrique enveloppante de la cavité 12 du rotor supérieur 5 sur la surface cylindrique enveloppée de la saillie 11 du rotor inférieur 6. Si les jeux dans la jonction de l'assemblage à friction sont minimaux, ces surfaces ne sont pratiquement pas susceptibles de déplacements angulaires et, de ce fait, le couple moteur est transmis sans pertes par frottement des surfaces conjuguées.

Le couple moteur $M_1$ total de tous les rotors est transmis pendant leur mouvement d'entraînement au rotor inférieur 6. A l'aide de l'assemblage 18 à double articulation, ce couple moteur est prélevé sur le rotor inférieur 6 et transformé en couple moteur absolu $M_2$ à l'arbre de sortie 20 du sous-ensemble à cartouche 2. La charge axiale est transmise du rotor supérieur 5 au rotor inférieur 6 par l'intermédiaire des surfaces en bout de la saillie 11 et de la cavité 12. Les surfaces cylindriques de la saillie 11 et de la cavité 12 sont aussi soumises à des efforts radiaux dus à l'action des couples hydrauliques de gauchissement agissant sur les rotors 5 et 6 dans le plan passant par les axes du stator 3 (4) et du rotor 5 (6). A l'extrémité inférieure du rotor supérieur 5 cet effort tend à diminuer l'excentricité, tandis qu'à l'extrémité supérieure du rotor 6 il tend à augmenter l'excentricité du fait que les efforts sont orientés dans des sens opposés. L'interaction de la saillie 11 et de la cavité 12 supprime l'action nuisible des moments de gauchissement, ce qui contribue à la stabilisation du mouvement des rotors. Les stators 3 et 4, liés l'un à l'autre par l'intermédiaire de la cavité 9 et de la saillie 10 et bloqués dans le corps 13 entre les deux butoirs mobiles 14 prévus sur les raccords de réduction 15 et 16, sont soumis à l'action du couple moteur réactif transmis par l'intémédiaire du raccord de réduction 15 au train de tiges de forage.

Dans le cas d'un assemblage à friction à l'aide d'une saillie 29 et d'une cavité 30 de forme tronconique, la réception et la transmission du couple moteur du stator inférieur 28 (figure 3) au stator supérieur 27 s'effectuent d'une manière plus fiable. L'assemblage à friction dans lequel la saillie 35 et la cavité 36 sont exécutées sous forme d'un cylindre 35a se transformant en cône tronqué 35b présente des avantages encore plus importants. Ce mode de réalisation améliore l'emboîtage des rotors 33 et 34 et rend l'assemblage plus monolithe. La charge axiale est transmise, dans ce cas, par l'intermédiaire des surfaces coniques de la saillie 35 et de la cavité 36, et le couple moteur est transmis par les surfaces cylindriques et coniques.

Pour simplifier le désassemblage du moteur, il faut que la valeur de l'angle de conicité des surfaces conjuguées soit supérieure à l'angle de frottement des matériaux de la saillie et de la cavité.

Dans lo moteur considéré, la mise automatique des rotors en position de travail est assurée et le désassemblage du moteur est simplifié.

De plus, les conditions de fonctionnement des stators et des rotors sont améliorées grâce au fait,d'une part, que les efforts radiaux à partir des arbres intermédiaires sont supprimés et que, d'autre part, la conception de l'assemblage à friction, en particulier des rotors, assure une compensation mutuelle des efforts radiaux orientés en sens contraires et résultant de l'action des moments de gauchissement hydrauliques sur les rotors. Tout ceci permet d'élever la fiabilité et la durée de vie de la machine.

# REVENDICATIONS

1. Machine d'attaque à hélice, notamment pour le forage de puits, du type comportant des sections (1) disposées successivement dans la direction longitudinale de la machine, constituées chacune d'un rotor (5,6) et d'un stator (3,4) à surface hélicoïdale montés avec une certaine excentricité (e) l'un par rapport à l'autre et formant entre eux des enceintes de volume variable pour le passage d'un fluide, les éléments homonymes (3,4 ou 5,6) desdites sections étant assemblés rigidement entre eux, caractérisée en ce que au moins l'un desdits assemblages rigides desdits éléments homonymes (3,4) ou (5,6) est démontable en étant exécuté sous forme d'un assemblage à friction d'une saillie (11,9) en forme de corps de révolution réalisée dans la face en bout de l'un (6 ou 4) desdits éléments et d'une cavité de forme correspondante (12, 10) ménagée dans la face en bout de l'élément homonyme voisin (5 ou 3), cet assemblage à friction étant maintenu de force pour prévenir les déplacements relatifs angulaires et axiaux des éléments ainsi assemblés.

2. Machine d'attaque à hélice selon la revendication 1, caractérisée en ce que la saillie (11) et la cavité (12) sont exécutées dans les faces en bout des rotors voisins (6,5) et que ledit maintien forcé est assuré pendant la rotation par la différence des pressions.

3. Machine d'attaque à hélice selon la revendication 1, caractérisée en ce que la saillie (9) et la cavité (10) sont exécutées dans les faces en bout des stators voisins (4,3) et en ce que, pour prévenir lesdits déplacements relatifs angulaires et axiaux, ces derniers sont disposés dans un corps commun (13) aux extrémités duquel sont prévus des butoirs (14) coopérant avec les faces en bout libres des stators (3, 4), au moins l'un desdits butoirs (14) étant monté avec possibilité de dépla-

cement longitudinal.

4. Machine d'attaque à hélice selon l'une des revendications 1, 2 et 3, caractérisée en ce que la saillie (9 ou 11) et la cavité (10 ou 12) sont de forme cylindrique.

5. Machine d'attaque à hélice selon l'une des revendications 1 et 3, caractérisée en ce que la saillie (29) et la cavité (30) sont de forme tronconique.

6. Machine d'attaque à hélice selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisée en ce que la saillie (35) et la cavité (36 sont de forme cylindrique (35a) se transformant en cône tronqué (35b).

7. Machine d'attaque à hélice selon l'une des revendications 5 et 6, caractérisée en ce que la différence du diamètre (D) de la grande base et du diamètre (d) de la petite base dudit cône tronqué n'est pas inférieure à quatre fois l'excentricité (e).

2556419

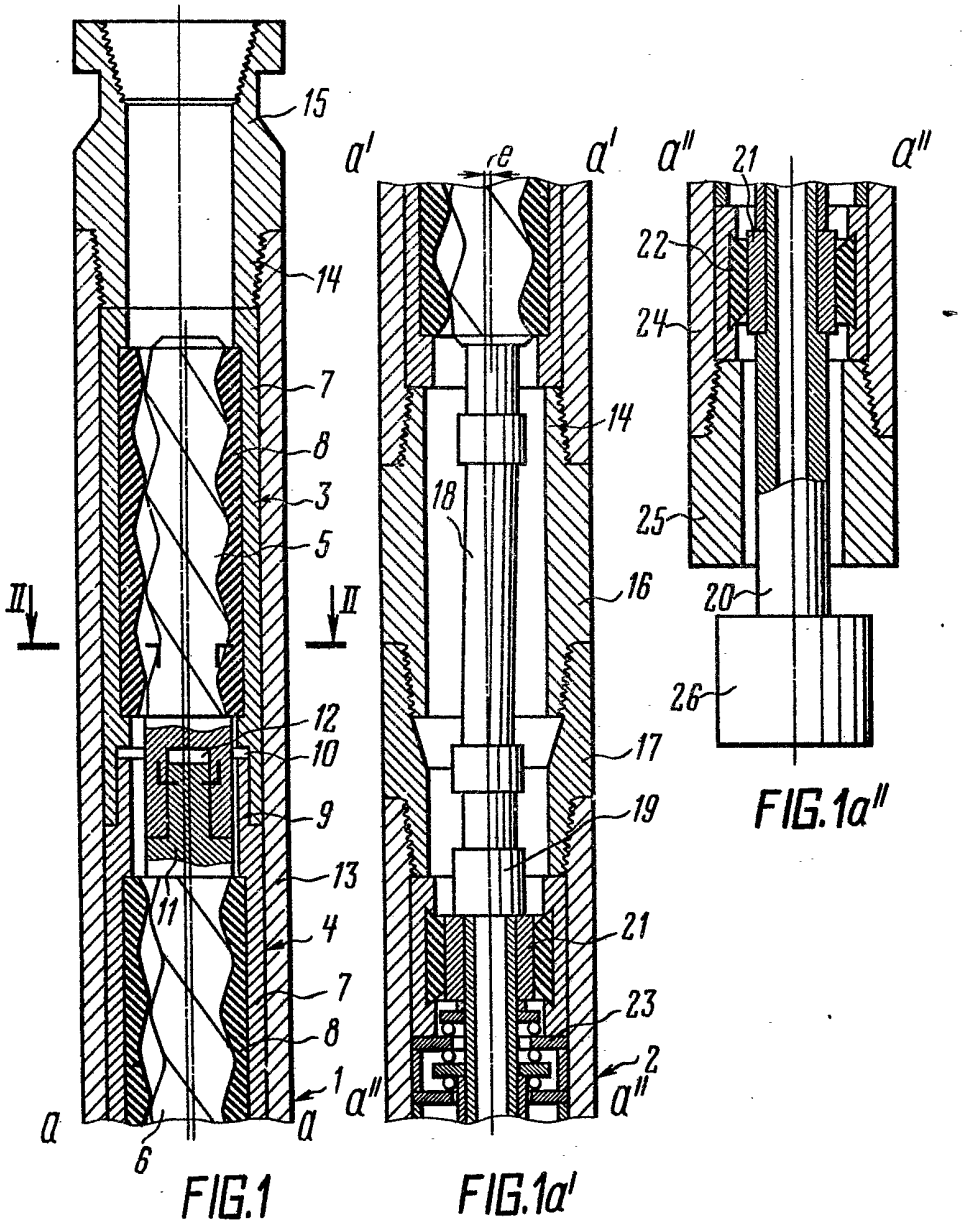



FIG.1

FIG.1a'

FIG.1a''

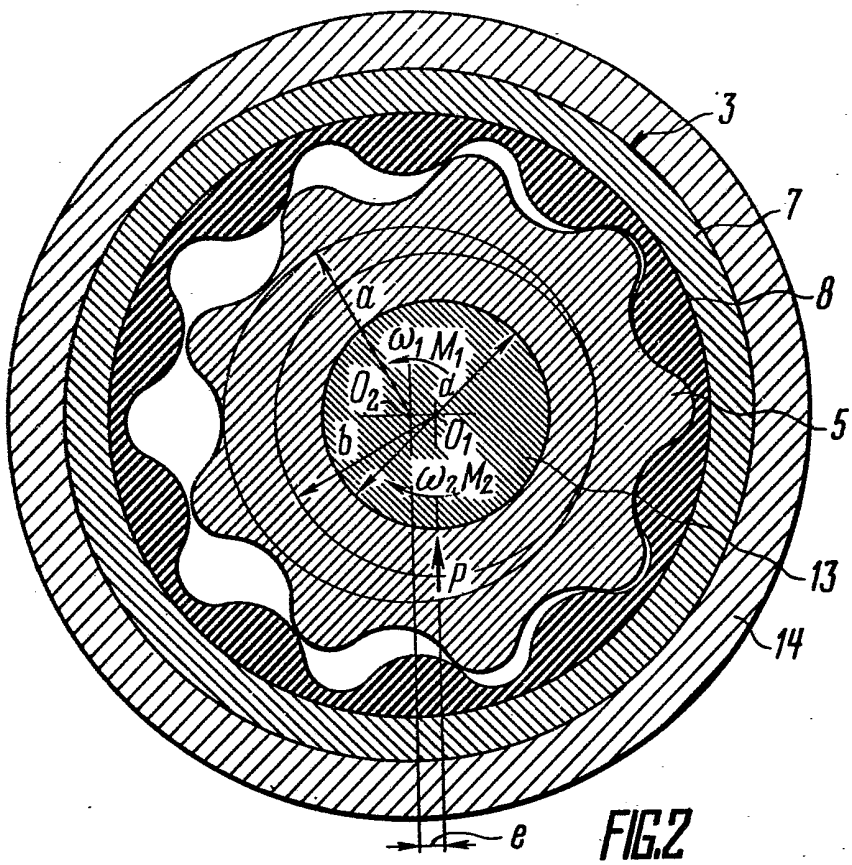



FIG.2

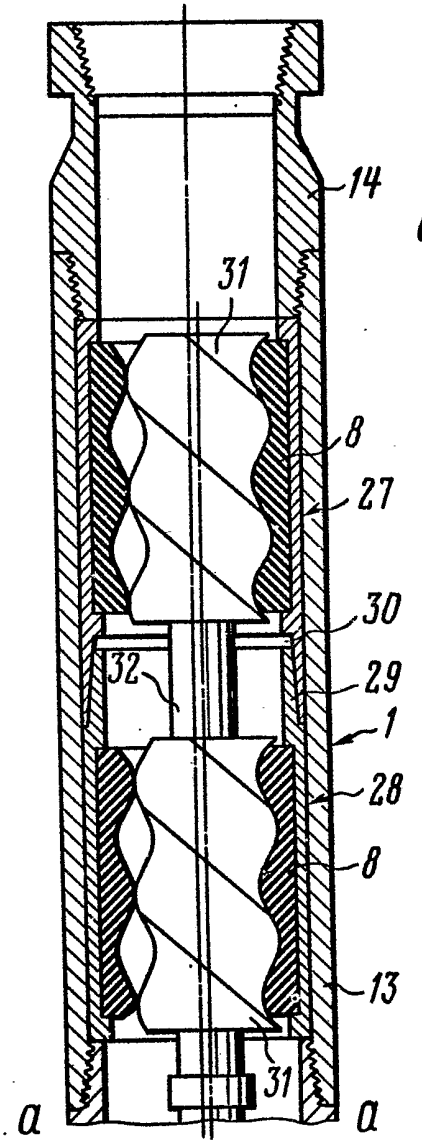



FIG.3

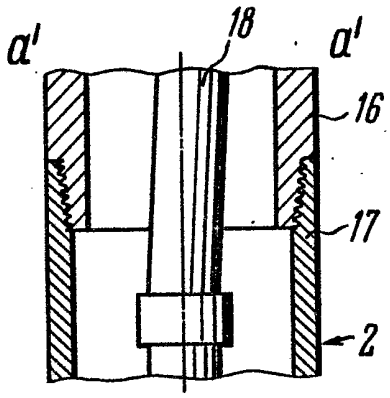



FIG.3a'

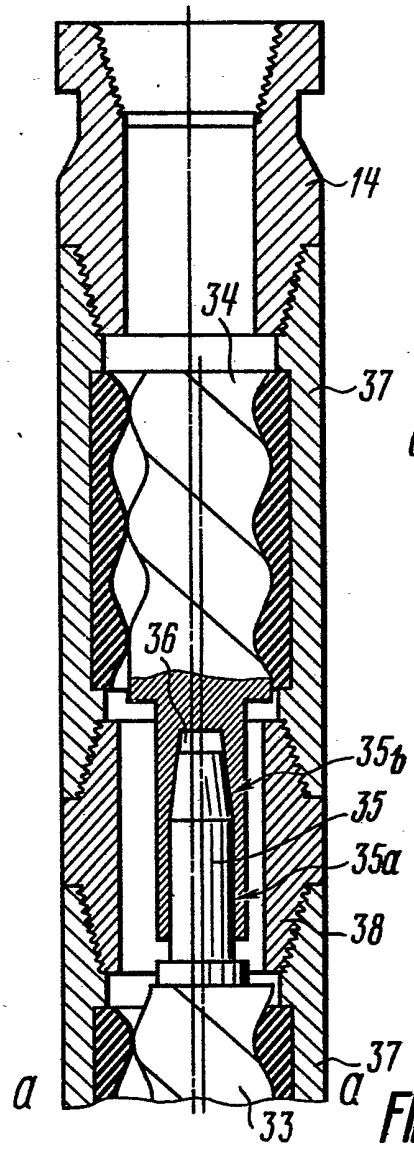



FIG.4

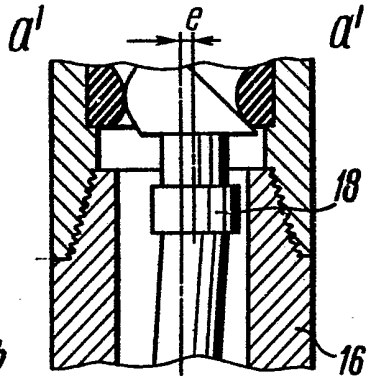



FIG.4a'

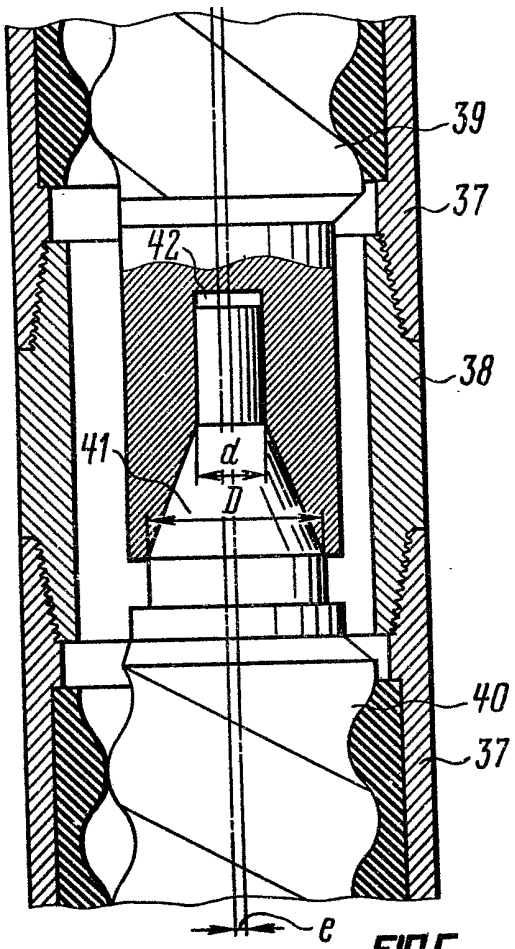



FIG.5

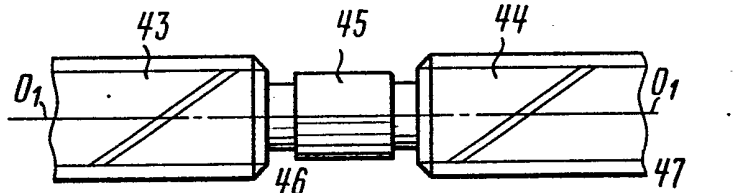



FIG.6

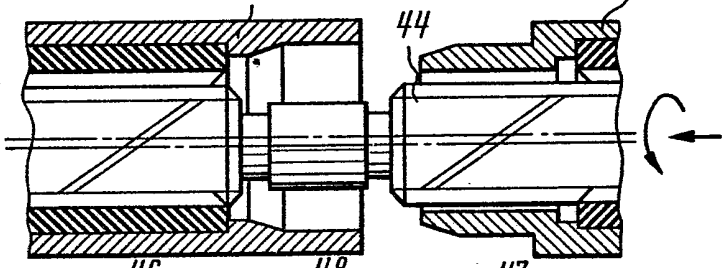



FIG.7

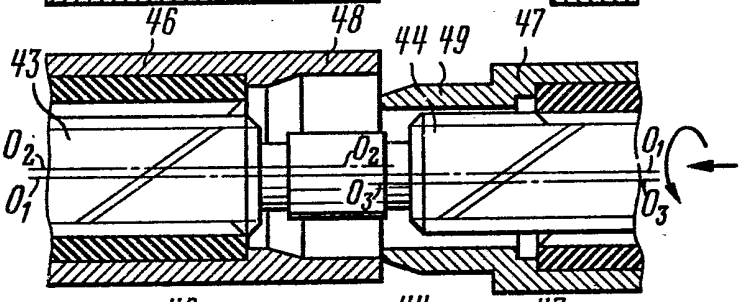



FIG.8

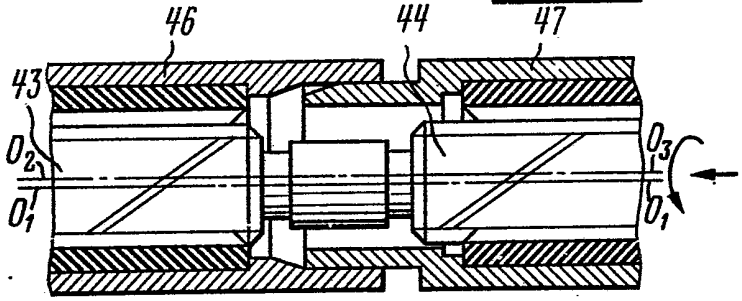



FIG.9

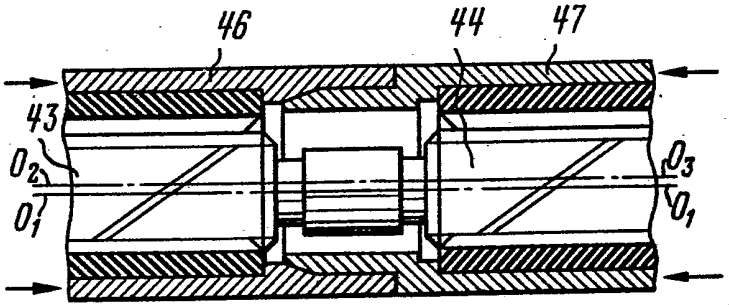



FIG.10