

12

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

21 Numéro de dépôt: 85201531.2

51 Int. Cl. 4: **E 21 B 17/10**
E 21 B 17/22

22 Date de dépôt: 24.09.85

30 Priorité: 11.10.84 BE 213816

43 Date de publication de la demande:
23.04.86 Bulletin 86/17

84 Etats contractants désignés:
AT CH DE FR GB IT LI LU NL SE

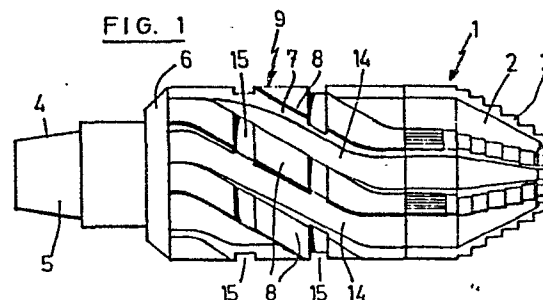
71 Demandeur: **DIAMANT BOART Société Anonyme**
Avenue du Pont de Luttre, 74
B-1190 Bruxelles(BE)

72 Inventeur: **Lambot, Honoré Joseph**
16, rue Van Volxem
B-1430 Wauthier-Braine(BE)

74 Mandataire: **De Brabanter, Maurice et al,**
Bureau VANDER HAEGHEN 63 Avenue de la Toison d'Or
B-1060 Bruxelles(BE)

54 Dispositif de stabilisation.

57 Un dispositif de stabilisation constitué d'une enveloppe cylindrique en acier, munie latéralement de saillies hélicoïdales, subit moins de déviations azimutales accidentelles, lorsqu'il présente, perpendiculairement à l'axe de rotation, au moins une gorge (15) sensiblement circonférentielle ménagée dans les saillies susdites (8). Cette gorge relie les évidements compris entre diverses saillies (8).



La présente invention est relative à un dispositif de stabilisation d'une garniture de forage, constitué d'un cylindre en acier présentant latéralement des saillies hélicoïdales munies d'un revêtement offrant une bonne
5 résistance à l'érosion et à l'abrasion.

Les dispositifs de stabilisation sont principalement destinés à contrôler la direction et la qualité du forage dans les puits profonds verticaux ou directionnels.

10

Comme il est connu par le brevet américain N° 4 245 709 un manchon stabilisateur mis en oeuvre habituellement pour le forage directionnel à turbine ou rotary, est constitué d'une enveloppe cylindrique en acier fixée à l'extrémité
15 d'un train de tiges, au voisinage d'un trépan à pointe diamantée ou d'une couronne, dans l'alignement de celui-ci, par l'intermédiaire d'un embout cylindrique de longueur déterminée, muni d'un filet de fixation normalisé.

20

Des saillies hélicoïdales prévues sur la paroi latérale extérieure de l'enveloppe susdite déterminent un cylindre de diamètre sensiblement égal au diamètre du trou foré. Le diamètre de l'enveloppe est en général inférieur de quelques dizaines de millimètres, au diamètre
25 du cylindre déterminé par les saillies hélicoïdales.

Les saillies hélicoïdales sont recouvertes d'un revêtement, présentant une excellente résistance à l'érosion et à l'abrasion.

Les évidements ménagés entre les saillies permettent la remontée des déchets de roche entraînés par le fluide de forage.

5 Le manchon stabilisateur permet de répartir le long d'une plus grande surface de contact, les efforts de l'outil de forage diamanté sur la paroi latérale du puits foré, diminuant ainsi la capacité de destruction latérale de la roche par l'outil sous l'effet de son propre poids et
10 limitant l'effet pendulaire de l'ensemble de la garniture du forage ainsi que le spirilage en forage à la turbine.

Le spirilage est une déformation du trou en tire-bouchon. Il a pour effet d'augmenter le risque de coinçage de la garniture de forage dans le trou.

15 L'effet pendulaire quant à lui a pour effet de rapprocher de la verticale le profil du puits. Or, ce but n'est pas recherché en forage dévié. L'utilisation d'un manchon stabilisateur permet de réaliser une stabilisation adéquate de l'ensemble de la garniture de forage.
20 On parvient ainsi à maintenir ou même à augmenter l'inclinaison des puits déviés.

On a constaté que les manchons stabilisateurs mis en oeuvre dans les forages profonds déviés pour les raisons
25 évoquées ci-dessus, exercent une influence importante sur la déviation azimutale de la garniture de forage.

Des nombreuses données collectées sur divers chantiers, on peut caractériser de façon générale le comportement de
30 la garniture de forage. On constate que :

- dans le cas du forage rotary, une déviation azimutale orientée vers la droite, lorsqu'on prend la direction instantanée de forage comme référence,

- dans le cas du forage à la turbine, une déviation azimutale vers la gauche, lorsqu'on prend la direction instantanée de forage comme référence.

De nombreux tests ont démontré que l'intensité de déviation azimutale à gauche en forage à turbine est fortement influencée par la longueur du manchon stabilisateur. L'intensité de déviation est définie comme étant l'accroissement de la déviation par rapport à une direction initiale de forage par unité de longueur forée.

On observe en moyenne dans des puits inclinés à 45° environ, une intensité de déviation de 0,5 à 1,80 degrés par cent pieds pour des longueurs de dispositifs de stabilisation comprises entre 9 et 18 pouces (22.86 à 45.72 cm).

La présente invention vise à réduire l'amplitude des déviations non souhaitées et propose un dispositif de stabilisation, comportant par rapport aux dispositifs classiques, des modifications qui permettront de conserver avec la roche, une longueur et donc une surface de contact suffisante que pour limiter l'agressivité latérale de l'outil de forage et à la fois de maîtriser l'angle de déviation azimutale vers la gauche de la garniture en forage à la turbine.

Elle est relative à un dispositif de stabilisation d'une garniture de forage, constitué d'un corps cylindrique en acier présentant latéralement des saillies hélicoïdales munies d'un revêtement offrant une bonne résistance à l'érosion et à l'abrasion, essentiellement caractérisé en ce qu'il comprend au moins une gorge sensiblement circonférentielle ménagée dans les saillies susdites, de manière à relier entre eux les évidements compris entre

celles-ci; suivant une particularité de l'invention, les gorges susdites sont ménagées sur une partie de la hauteur des saillies.

- 5 Les gorges sont avantageusement ménagées, de préférence par fraisage, à intervalles réguliers le long des saillies hélicoïdales.

Dans une forme de réalisation particulière, une
10 seule gorge présente une allure hélicoïdale à pas court.

Une forme de réalisation différente comprend au moins deux portions de manchons de même diamètre disposées dans le même alignement derrière l'outil de forage.

15

D'autres particularités et détails de l'invention apparaîtront au cours de la description détaillée suivante d'une forme de réalisation particulière de l'invention donnée à titre d'exemple non limitatif en faisant
20 référence aux dessins ci-annexés.

Dans ces dessins :

- la figure 1 est une vue en élévation latérale d'un trépan
25 de forage à pointes diamantées muni d'une première forme de réalisation d'un dispositif de stabilisation suivant l'invention ;
- la figure 2 est une vue en perspective de la jupe de
30 stabilisation illustrée à la figure 1 ;
- la figure 3, est une vue semblable à la figure 1, d'une deuxième forme de réalisation d'un dispositif de stabilisation ;

- la figure 4 montre une coupe transversale perpendiculaire à l'axe de forage d'un palier radial en fonctionnement hydrodynamique ;
- 5 - la figure 5 montre une coupe transversale, perpendiculaire à l'axe de forage, d'un palier radial en fonctionnement par contact direct ;
- la figure 6 est un diagramme illustrant une première
10 relation existant entre l'intensité de la déviation à gauche d'un puits de forage à la turbine en fonction de la longueur du dispositif de stabilisation;
- la figure 7 est un diagramme illustrant une seconde
15 relation existant entre la charge statique correspondant à un comportement hydrodynamique équivalent, en fonction de la longueur du dispositif de stabilisation; et
- la figure 8 montre la corrélation existant entre l'intensité de la déviation à gauche d'un puits de forage
20 à la turbine et la charge statique correspondant à un comportement hydrodynamique équivalent.

25 Dans les dessins susdits, les mêmes notations de référence désignent des éléments identiques ou analogues.

Comme illustré à la figure 1, un outil de forage désigné dans son ensemble par la notation de référence 1, mis habituellement en oeuvre pour le forage directionnel profond à turbine ou rotary, est constitué d'une tête de forage 2 proprement dite réalisée, soit en matériau composite mis en forme par des techniques de métallurgie des poudres, soit en acier ou métal moulé. La tête 2 est un trépan ou une couronne de sondage munie sur toute sa surface en contact avec le fond du puits, d'éléments de coupe 35 3 placés de manière à rendre efficaces, à la fois la destruction de la roche et l'évacuation des copeaux.

Cette tête de forage 2 est fixée à l'extrémité d'un train de tiges, non montré, par l'intermédiaire d'un embout tronconique 4 de longueur variable compris entre 15 et 100 cm et présentant un filet de fixation 5
5 répondant aux normes en vigueur.

Un dispositif de stabilisation, constitué d'un corps cylindrique 6 en acier, présentant latéralement des saillies hélicoïdales 7 munies d'un revêtement 8
10 présentant une résistance suffisante à l'érosion et à l'abrasion et désigné dans son ensemble par la notation de référence 9, est monté en alignement avec la tête de forage 2, derrière celle-ci, sur l'embout cylindrique 4.

15 Le revêtement 8 des saillies hélicoïdales 7 peut être constitué d'un métal dur ou d'un matériau composite, éventuellement diamanté.

Ces outils connus présentent, comme expliqué ci-dessus, une tendance à dévier vers la gauche ou vers la droite suivant qu'il s'agit d'un forage à turbine ou d'un forage rotary.

Les phénomènes de déviation des outils de forage dans des puits déviés profonds trouvent une explication lorsqu'on leur applique la théorie de Sommerfeld des paliers à fonctionnement hydrodynamique.

Il est en effet permis d'assimiler un dispositif de stabilisation 9 mis en rotation dans un puits profond dévié à un palier lisse conventionnel 10 constitué d'un arbre 11 tournant à l'intérieur d'un coussinet 12 (figures 4 et 5).

Suivant la théorie de Sommerfeld, les paliers lisses 10 peuvent fonctionner de deux manières distinctes, sous les conditions suivantes :

1. lubrification hydrodynamique, ou

2. contact direct.

5 En lubrification hydrodynamique, il s'établit en permanence un film d'huile 13 entre les deux surfaces en mouvement relatif, à savoir l'arbre 11 et le coussinet 12. Le film d'huile sous pression est généré par le mouvement même de l'arbre 11 à condition que la vitesse de rotation
10 soit suffisante.

Dans le deuxième cas, les surfaces 10 et 11 en mouvement relatif sont en contact direct. Ce cas se rencontre en mécanique au démarrage des paliers hydrodynamiques et
15 dans certains engins de génie civil, où les vitesses relatives sont faibles.

La théorie de Sommerfeld qui permet de prévoir le comportement de paliers lisses soumis à une lubrification hydro-
20 dynamique est décrit dans la revue intitulée "Technique de l'Ingénieur", volume E, dans le chapitre 671 consacré aux Paliers Hydrodynamiques.

De la théorie de Sommerfeld, on peut déduire qu'un
25 palier lisse est caractérisé géométriquement par :

- son diamètre ;
- le rapport sans dimension de la longueur du palier sur son diamètre.

Le choix du mode de fonctionnement, à savoir la
30 lubrification hydrodynamique ou le contact direct dépend de la vitesse de rotation du palier, de la viscosité dynamique du fluide lubrifiant, de la longueur du palier, du diamètre du palier, de la charge appliquée sur le rotor et du jeu radial relatif, par rapport au rayon, jeu radial relatif compris
35 entre $0,8 \cdot 10^{-5}$ et $4 \cdot 10^{-5}$.

L'angle de calage est un des paramètres qui caractérisent la position moyenne du rotor dans le stator. Il est indiqué par la notation de référence ϕ à la figure 4. La théorie de Sommerfeld démontre également que l'angle de calage, le couple résistant, la puissance dissipée et le débit axial de lubrifiant dépendent uniquement pour un rapport longueur/diamètre donné, de l'excentricité relative ϵ , égale à $\frac{e}{c}$, c'est-à-dire au rapport de l'excentricité absolue, exprimée en millimètres, sur jeu radial absolu exprimé également en millimètres.

Dans le cas simple où le palier 10 est complètement lisse et la charge appliquée rigoureusement constante, la limite du fonctionnement hydrodynamique est atteinte lorsque la différence entre le jeu radial absolu c et l'excentricité absolue e est égale à la somme des rugosité des surfaces usinées, il s'ensuit alors un contact direct et une modification radicale du comportement du palier.

Dans le cas d'un dispositif de stabilisation 9 entraîné en rotation dans un puits en cours de forage, le problème est évidemment plus complexe :

- la paroi rocheuse est géométriquement irrégulière;
- le fluide "lubrifiant" est en réalité de la boue de forage chargée des débris de roche ;
- l'arbre 11 constitué par le dispositif stabilisateur 9 n'est pas lisse mais comprend des saillies 8 délimitant des évidements 14 pour le passage du fluide de forage et des déblais.

Malgré ces imperfections, on peut imaginer d'extrapoler la théorie de Sommerfeld au dispositif de stabilisation 9 en rotation dans un puits dévié.

Vu l'imperfection des conditions au fond de trou vis-à-vis du cas idéal du palier lisse, on doit s'attendre à ce que pour un nombre de Sommerfeld S défini conventionnellement, l'excentricité relative sera plus proche de 1 que
5 pour un palier lisse de même longueur, même diamètre et même vitesse de rotation.

Il existe donc des conditions de forage pour lesquelles on observe une transition entre un comportement
10 hydrodynamique et un comportement en contact direct.

Lorsqu'on met en oeuvre des outils équipés de manchons stabilisateurs entraînés en rotation par une turbine atteignant des vitesses de rotation importantes de l'ordre
15 de 700 tours par minute environ, on peut supposer que le nombre de Sommerfeld minimum est atteint. En raison des conditions particulières déjà évoquées plus haut, le fonctionnement en lubrification hydrodynamique n'est cependant
20 jamais entièrement établi. On s'en rapproche de plus en plus au fur et à mesure que le nombre de Sommerfeld augmente, c'est-à-dire, toutes autres conditions restant
identiques, au fur et à mesure que la longueur du manchon stabilisateur 9 augmente.

La figure 6 montre en effet, la relation
25 observée pour un forage à la turbine incliné à environ 45° entre l'intensité de déviation à gauche et la longueur du dispositif de stabilisation. On peut assimiler cette relation à une fonction du premier degré, lorsque tous les autres paramètres restent identiques.

30

La figure 7 montre comment varie la charge statique P_{st} correspondant à un comportement hydrodynamique équivalent, en fonction de la longueur du dispositif de stabilisation.



Lorsqu'on porte les points de mesure de l'intensité de déviation à gauche et de la charge statique susdite correspondant à un comportement hydrodynamique équivalent sur un diagramme montré à la figure 8, on s'aperçoit que
5 lesdits points montrent une tendance à l'alignement.

On observe donc une corrélation indéniable entre les variables susdits lorsqu'on met en oeuvre des vitesses de rotation importantes.

Par contre, pour un forage rotary sans dispositif stabilisateur ou avec manchon relativement court, à une vitesse de rotation comprise entre 100 et 200 tours par minute seulement, le nombre de Sommerfeld et donc la
15 charge admissible à excentricité relative donnée est beaucoup plus faible; on peut dès lors admettre que les conditions de fonctionnement hydrodynamique ne sont jamais remplies et la garde d'outil 1 seule ou la garde d'outil 1 prolongée par un dispositif stabilisateur 9 court fonctionne en contact direct.
20

Des arguments développés ci-dessus, on déduit que la variation de l'intensité de déviation à gauche en forage à la turbine est liée à un comportement plus ou moins
25 hydrodynamique du système. Cette explication est confirmée par l'observation d'une déviation à gauche à la turbine et à droite au rotary.

En effet, en examinant les figures 4 et 5, on remarque
30 que la différence fondamentale existant entre le fonctionnement hydrodynamique et celui à contact direct se trouve dans la position moyenne du palier rotorique dans le logement statorique.

Supposons, comme indiqué aux figures 4 et 5 :

- une charge verticale agissant de haut en bas sur le palier rotorique,
- 5 - une rotation ω du palier rotorique dans le sens horlogique semblable à celle de l'outil de forage vu de l'arrière.

On remarque que le point de contact ou le point d'éloignement minimum du palier rotorique par rapport au palier statorique est situé :

- à gauche de la verticale passant par le centre du palier rotorique dans le cas du fonctionnement hydrodynamique ;
- 15 - à droite de la verticale passant par le centre du palier rotorique dans le cas du fonctionnement en contact direct.

Or, le trou foré à la turbine, pour lequel on a supposé un fonctionnement plus ou moins hydrodynamique de la jupe, dévie précisément vers la gauche et le trou foré en rotary, pour lequel on a montré que la jupe ou la garde de l'outil seule devait avoir un comportement en contact direct, dévie précisément vers la droite.

L'invention consiste à apporter à un dispositif stabilisateur connu, un perfectionnement en vue de maîtriser les déviations accidentelles sans toutefois modifier la longueur totale du dispositif susdit 9, indispensable pour éviter le spiraling.

Ce perfectionnement consiste à ménager, perpendiculairement à l'axe longitudinal du dispositif stabilisateur 9, au moins une gorge 15, sensiblement circonférencielle ménagée dans les saillies 8 susdites, de manière à relier entre eux, les évidements 14 compris entre celles-ci.

Comme illustré aux figures 1 et 2, les gorges 15 peuvent être ménagées dans les saillies susdites, par fraisage, sur une partie de leur hauteur. Ces gorges 15 ont pour effet de mettre en communication une zone dans laquelle le lubrifiant est soumis à une pression élevée, avec une zone dans laquelle le lubrifiant se trouve à une pression moins élevée. Une telle gorge 15 réduit la capacité portante du palier et donc la déviation vers la gauche due au fonctionnement hydrodynamique.

La figure 3 montre une deuxième forme de réalisation possible dans laquelle la gorge 15, de forme hélicoïdale est ménagée dans une direction différente de celle des saillies hélicoïdales 8 susdites. On obtient ainsi un manchon doublement spiralé.

EXEMPLE 1

Pour donner un ordre de grandeur de l'influence de ces modifications, prenons un exemple numérique : soit une jupe stabilisatrice dont on suppose que le comportement est semblable à celui d'un palier lisse de même diamètre et même longueur. On considère une jupe de référence dont le rapport $L/D = 1$, et dont la capacité portante est posée égale à 1.

Une jupe de longueur double, présentant donc un rapport $L/D = 2$ aura une capacité portante de 3,35 alors que si on pratique deux gorges perpendiculaires à l'axe de l'outil découpant la surface portante en trois parties égales, la même jupe de longueur double n'aura qu'une capacité portante de 1,05, c'est-à-dire presque identique à celle de la jupe de référence.

Il est évident que l'invention n'est pas limitée aux formes de réalisation décrites ci-dessus et que de nombreuses modifications peuvent être apportées auxdites formes sans pour autant soustraire celles-ci de la portée
5 des revendications suivantes.

REVENDICATIONS

1. Dispositif stabilisateur constitué d'une enveloppe cylindrique en acier présentant latéralement des saillies hélicoïdales (8) munies d'un revêtement offrant une bonne
5 résistance à l'érosion et à l'abrasion, caractérisé en ce qu'il comprend au moins une gorge (15) sensiblement circonférentielle ménagée dans les saillies susdites (8) de manière à relier entre eux les évidements (14) compris entre celles-ci.
- 10 2. Dispositif stabilisateur suivant la revendication 1, caractérisé en ce que les gorges (15) susdites sont ménagées sur une partie de la hauteur des saillies (8).
- 15 3. Dispositif stabilisateur suivant l'une quelconque des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que les gorges (15) sont ménagées à intervalles éventuellement réguliers le long des saillies hélicoïdales (8).
- 20 4. Dispositif stabilisateur suivant l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'une seule gorge (15) présente une allure hélicoïdales à pas court.
- 25 5. Dispositif stabilisateur suivant l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu'il est constitué d'au moins deux portions de manchons de même diamètre disposées dans le même alignement derrière l'outil de forage (1).

1/4

FIG. 1

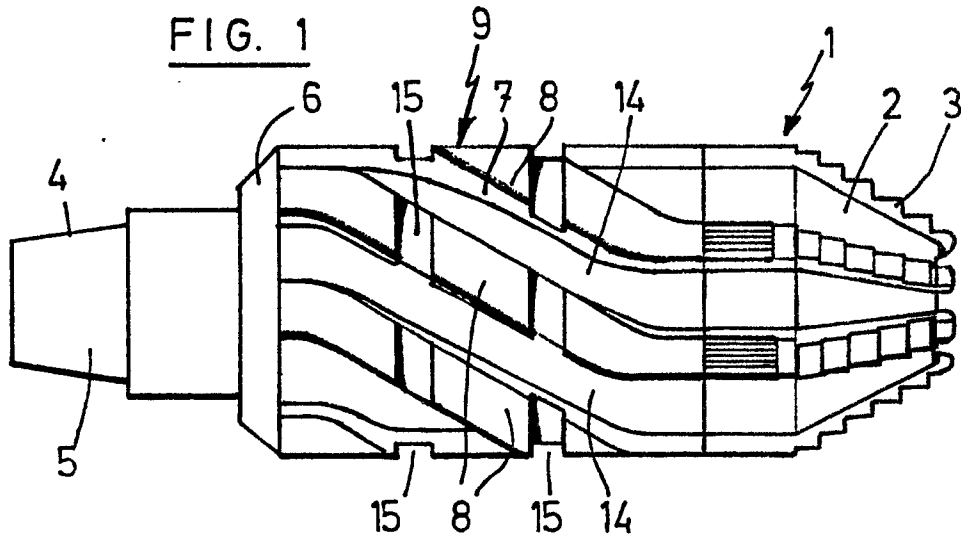
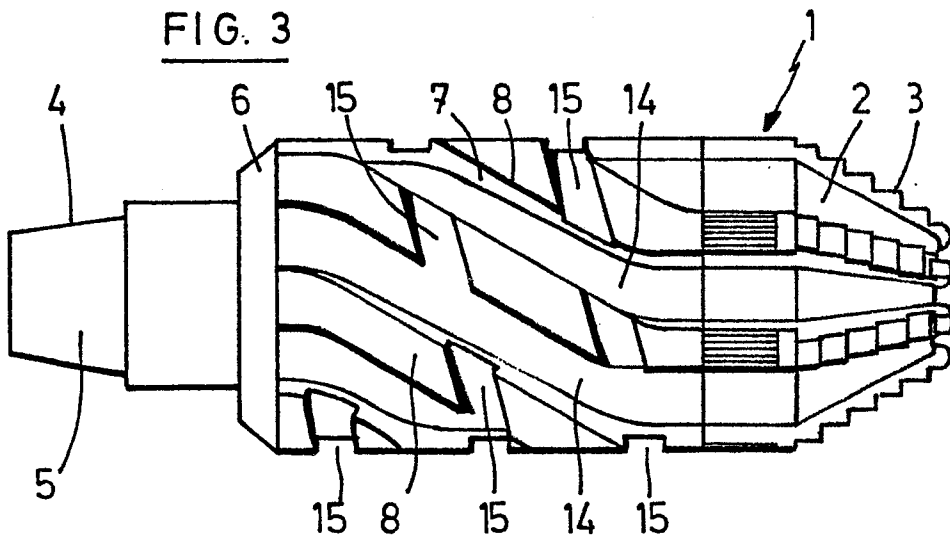


FIG. 3



2/4

FIG. 2

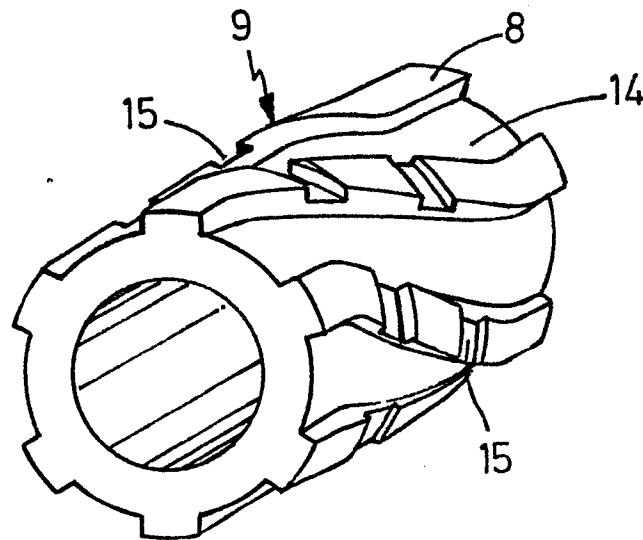


FIG. 4

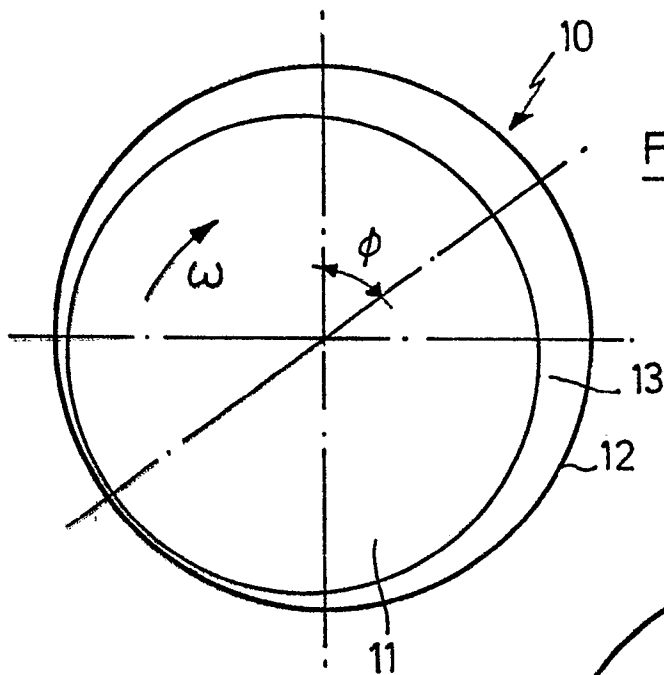
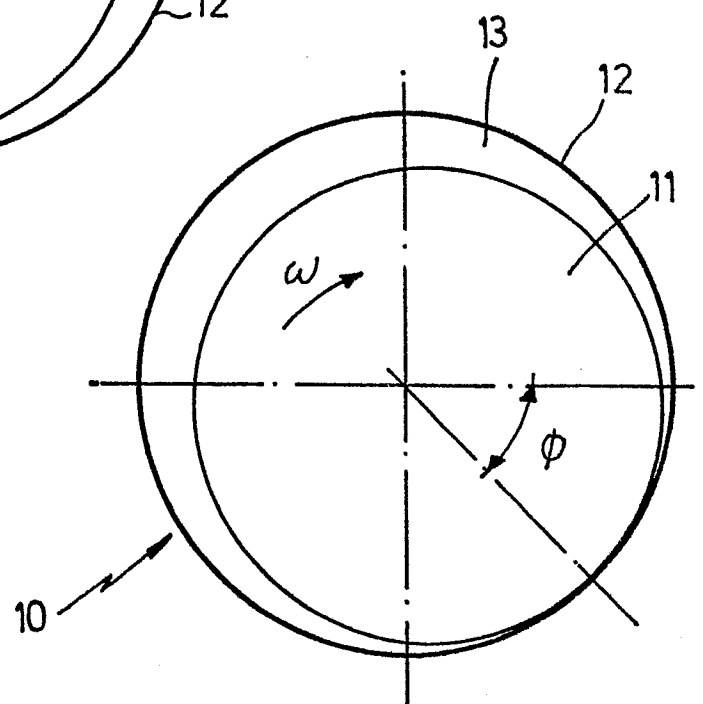
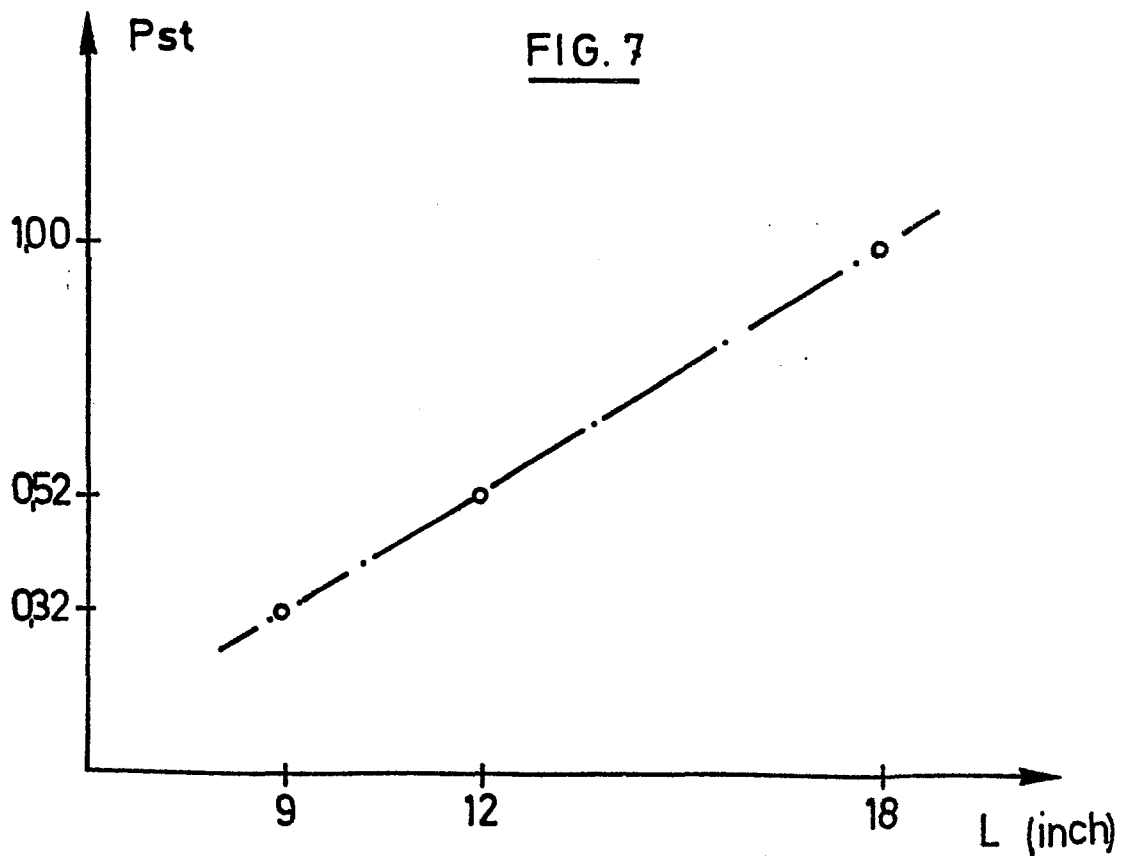
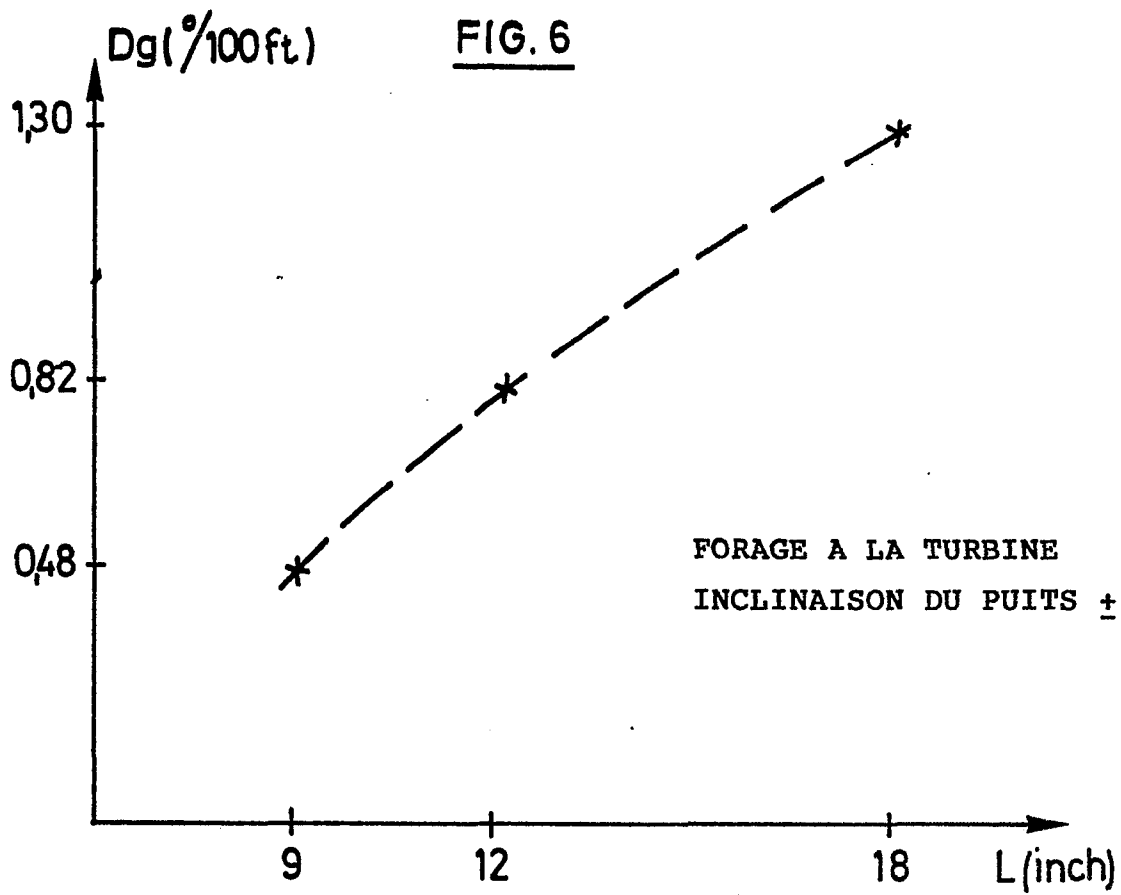


FIG. 5



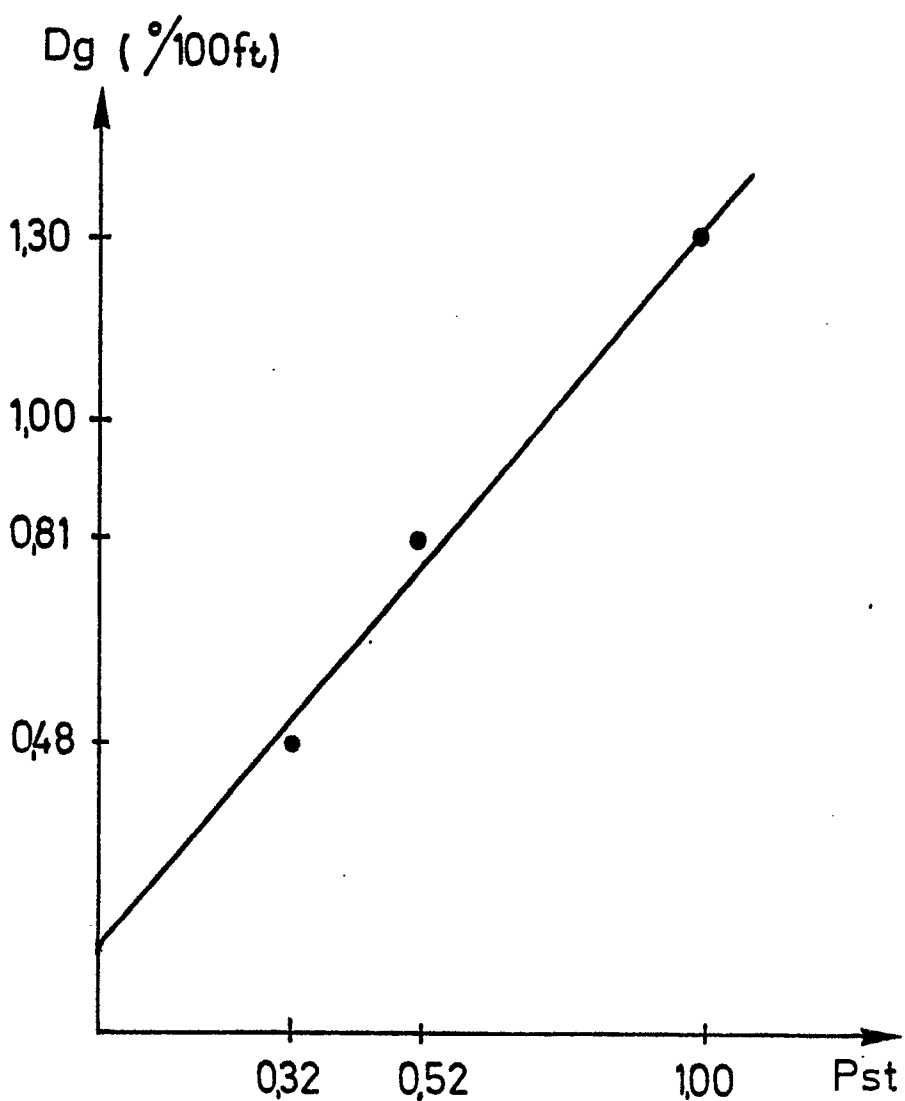
3/4

0178709



4/4

FIG. 8





Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

0178709
Numéro de la demande

EP 85 20 1531

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl. 4)
X	US-A-4 467 879 (BURGE) * Colonne 4, ligne 25 - colonne 5, ligne 11; colonne 6, lignes 43-68 *	1	E 21 B 17/10 E 21 B 17/22
A	---	3	
X	US-A-1 343 902 (CHAPMAN) * Page 1, lignes 99-107 *	1-3	
A	---	4	
X	US-A-4 291 774 (SUDNISHNIKOV) * Résumé *	1	
A	---	3	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl. 4)
A	US-A-3 833 077 (LAVALLEE) * En entier *	1,5	E 21 B
A	GB-A- 879 156 (HUGUES TOOL CO.) * Page 2, lignes 25-95 *	1-3	
A	US-A-3 554 307 (YOUNT) * Résumé *	1	
A, D	US-A-4 245 709 (MANUEL) -----	1	
Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 20-01-1986	Examineur SOGNO M.G.
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES			
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	