

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication :
(A n'utiliser que pour les
commandes de reproduction).

2 494 763

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21) **N° 81 11843**

-
- (54) Elément de train de tiges de masse intermédiaire.
- (51) Classification internationale (Int. Cl.³). E 21 B 17/16, 17/00.
- (22) Date de dépôt 16 juin 1981.
- (33) (32) (31) Priorité revendiquée : EUA, 26 novembre 1980, n° 210,479.

- (41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande B.O.P.I. — « Listes » n° 21 du 28-5-1982.
-

- (71) Déposant : Société dite : GRACE NATURAL RESOURCES CORPORATION, résidant aux EUA.

- (72) Invention de : Glenn Garven Chance et William Kovensky.

- (73) Titulaire : *Idem* (71)

- (74) Mandataire : Cabinet Beau de Loménie,
55, rue d'Amsterdam, 75008 Paris.
-

La présente invention concerne un élément de train de tiges ayant une masse intermédiaire et destiné à être utilisé entre le train de tiges et les anneaux de fond d'une colonne de forage utilisée dans un système de forage de puits du type "rotary".

Lors du forage rotary classique des puits, le trépan est fixé à l'extrémité inférieure d'un long train de tiges. Ce dernier est entraîné en rotation depuis la surface afin qu'un trépan disposé à la partie inférieure 10 perce un trou. Une série de tuyauteries à paroi très épaisse, appelée anneaux de fond, est placée à l'extrémité inférieure, juste au-dessus du trépan. Ces anneaux de fond sont bien plus épais que les tuyauteries du train de tiges qui forment l'essentiel de la longueur de ce train. Le rôle 15 des anneaux de fond est d'appliquer une charge au trépan afin qu'il assure un forage plus efficace. En général, lorsque le forage devient plus difficile, on utilise un plus grand nombre d'anneaux de fond. Ces derniers, comme ils pèsent sur le trépan, sont en compression alors que 20 le reste du train de tiges qui est essentiellement sous forme de la colonne de forage, est en tension à partir de l'extrémité supérieure des anneaux de fond. La colonne de forage à paroi relativement mince ne travaille pas bien en compression et elle peut même flamber.

La présente invention remédie à l'inconvénient précédent et permet un fonctionnement sous tension ou sous compression du train de tiges.

Un autre problème résolu selon l'invention et qui se pose dans les puits très profonds, surtout dans les forages dirigés utilisés de plus en plus, est que la localisation de la zone de transition comprise entre la région de compression dans laquelle les anneaux de fond doivent se trouver et la région sous tension dans laquelle la colonne de forage doit se trouver, est extrêmement difficile sinon impossible. En conséquence, les tronçons inférieurs de la colonne sont souvent exposés à des contraintes de compression ou même, de façon encore plus désastreuse, à des con-

traintes de compression et de tension qui alternent et qui provoquent une rupture dans la zone de transition. Dans ce cas, la possibilité d'un travail en tension et en compression selon l'invention résout ce problème.

5 Des exemples de conditions qui peuvent mettre en compression la colonne de forage sont une vitesse irrégulièrre de forage qui provoque l'application de contraintes alternées de tension et de compression dans le train de tiges lorsque le trépan fore le puits. Ainsi, lorsque le trépan descend à chacun des cycles, le point de changement de contraintes dans le train de tiges change et peut remonter ou redescendre, entre les anneaux de fond et la colonne de forage. La rotation de l'ensemble du train de tiges ainsi que la rotation ou le pivotement du train de tiges dans le puits et notamment le pivotement important subi lors d'un forage directionnel (forage dans une direction autre que la verticale, avec des inclinaisons variables sur le côté) provoquent l'application de forces suffisamment importantes pour que le train de tiges soit détérioré.

10 20 On connaît déjà l'utilisation d'un élément de masse et d'épaisseur de paroi intermédiaires, dans cette zone de transition, comme décrit dans le brevet des Etats-Unis d'Amérique n° 3 784 238. La disposition d'éléments de train de tiges de masse intermédiaire dans la zone de transition entre les anneaux de fond et la colonne réduit les risques de rupture du train de tiges dans son ensemble puisque ces forces transitoires sont appliquées dans cette zone. Les éléments de masse intermédiaire ressemblent à des tronçons ordinaires de la colonne de forage, c'est-à-dire qu'ils ont une région des élévateurs et des coins de serrage de manière que les pinces, les élévateurs et les autres appareils de manipulation de tiges de forage commandés depuis la surface puissent manipuler l'élément de masse intermédiaire de la même manière qu'une tige habituelle de forage. En outre, l'élément de masse intermédiaire a certaines des caractéristiques des anneaux de fond en ce qu'il a une paroi presqu'aussi épaisse que celle de ces

anneaux et donne ainsi une plus grande résistance mécanique dans la zone délicate du train de tiges.

Les anneaux de fond ont un type d'élévateur différent de celui des tiges de forage et de l'élément de masse intermédiaire selon l'invention. Certaines plate-formes de forage ne possèdent pas les élévateurs nécessaires à la manipulation de ces anneaux de fond et utilisent à la place des outillages de fortune. Il est intéressant de noter qu'on connaît un tel outil de fortune constituant un raccord de manipulation formé d'un élément court ressemblant à un élévateur de tige de forage afin qu'un anneau de fond muni de ce raccord puisse être manipulé de la même manière qu'une tige. Toutes les plate-formes de forage ont évidemment les éléments nécessaires à la manipulation des tiges. Ainsi, l'utilisation selon l'invention d'élévateurs classiques pour tiges de forage constitue un avantage dans cette technique.

Un perfectionnement important selon l'invention est qu'elle concerne un élément de train de tiges du type décrit ayant un moment d'inertie de flexion sensiblement constant sur toute sa longueur, y compris dans la zone des coins et des élévateurs. Cet avantage est obtenu par réglage de la profondeur d'une ou plusieurs gorges spiralées formées dans la partie principale du corps. Les gorges donnent les mêmes avantages que les anneaux de fond spiralés et les tiges de forage spiralées. Ainsi, selon l'invention, le moment de flexion est uniforme sur toute la longueur de l'élément du train de tiges, contrairement à la disposition des éléments de protection contre l'usure qui induisent des contraintes comme décrit dans le brevet précité des Etats-Unis d'Amérique n° 3 784 238.

En outre, les gorges spiralées présentent de nombreux avantages, notamment le fait qu'il n'y a pas de contact différentiel entre les différentes zones au contact de la paroi du puits, les unes par rapport aux autres. Un autre avantage est que la spirale provoque un vissage du trépan vers le fond du puits foré. Cette caractéristique est surtout importante dans le cas des puits à forage in-

cliné ou dirigé puisqu'une masse ne peut pas être appliquée de la manière habituelle étant donné les coudes et courbures du train de tiges.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention 5 seront mieux compris à la lecture de la description qui va suivre d'exemples de réalisation et en se référant au dessin annexé sur lequel :

- la figure 1 est une élévation d'un élément de train de tiges de masse intermédiaire selon l'invention ;
- 10 - la figure 2 est une coupe suivant la ligne 2-2 de la figure 1 ; et
- la figure 3 est une élévation agrandie d'une caractéristique éventuelle.

Lors de la réalisation d'un train de tiges, la 15 masse et la rigidité des éléments intermédiaires selon l'invention sont choisies par rapport aux anneaux de fond et aux tiges de forage du train de manière que les éléments selon l'invention aient une masse et une rigidité comprises entre celles des anneaux de fond et des tiges. Ainsi, l'expression "élément de train de tiges de masse intermédiaire" 20 et les expressions analogues indiquent une rigidité et une masse moyennes par rapport à un train particulier de tiges dans lequel l'élément est incorporé. Il faut distinguer cette caractéristique de masse intermédiaire de celles 25 d'anneaux de fond ou de tiges de forage de même dimension nominale. En fait, pour de mêmes dimensions, l'élément selon l'invention a une masse très proche de celle d'un anneau de fond de même dimension nominale.

Comme indiqué plus précisément sur les dessins, 30 l'élément 10 de train de tiges de masse intermédiaire comporte une extrémité 12 munie d'une boîte de raccord et une extrémité 14 munie d'une vis de raccord. Il s'agit de raccords de tiges utilisés de façon classique dans les trains de tiges. L'extrémité mâle ou vis d'un premier tronçon est 35 vissée dans l'extrémité femelle ou boîte du suivant et ainsi de suite jusqu'à l'obtention d'un train de tiges de toute longueur voulue. L'élément 10 selon l'invention est formé

par raccordement d'un corps principal 16 à deux raccords 12 et 14 dans des zones 18 et 19 respectivement. Ce raccordement peut être réalisé par mise en oeuvre de nombreuses techniques classiques différentes, notamment par soudage dans les parties tronconiques 18 et 19 placées entre les raccords et le corps. Le soudage par inertie, le soudage avec apport, le soudage par friction et analogue conviennent à cet effet. En outre, le corps 16 et les raccords 12 et 14 peuvent être formés en une seule pièce, par exemple par forgeage.

Il est important selon l'invention que le corps 16 ait pratiquement un même diamètre sur toute sa longueur, à l'exception d'une région 20 des élévateurs et des coins qui commence à la partie tronconique 18 de l'extrémité en forme de boîte et qui rejoint le début de la région spiralee représentée sur le dessin. La région 20 est formée par réduction du tube constituant le corps, depuis la partie tronconique 22 jusqu'à la partie tronconique 18 par l'intermédiaire de la partie cylindrique 24 de diamètre réduit, cette région 20 reliant la boîte au corps du tube. La région 20 est utilisée pour le soulèvement de l'élément par les élévateurs qui s'accrochent sur la partie tronconique 18, les coins utilisés pour le maintien et la rotation de l'élément saisissant la partie cylindrique 24 au-dessous des élévateurs. Ainsi, la région 20 forme une région des élévateurs et des coins ou de manipulation.

Au-dessous de la partie tronconique 22 et de l'extrémité mâle de l'élément 10, le corps est spiralé et comporte plusieurs gorges 30, dans un mode de réalisation avantageux. On peut utiliser une seule gorge spiralée 30, mais on ne considère pas que cette disposition soit préférable à plusieurs gorges, et elle peut poser d'autres problèmes. Cependant, l'utilisation d'une gorge unique entre dans le cadre de l'invention.

Une caractéristique avantageuse de l'invention est l'utilisation de gorges spiralées sur toute la longueur du corps entre les raccords des tiges, mis à part dans la

région 20 des coins et des élévateurs. On connaît déjà des anneaux de fond spiralés comme décrit par exemple dans le brevet des Etats-Unis d'Amérique n° 2 999 552. On connaît aussi l'utilisation de spirales formées sur les tiges de forage, mais la valeur de cette caractéristique est douteuse puisque la paroi de la tige de forage est déjà mince.

Cependant, la formation de spirales selon l'invention donne aussi tous les avantages déjà connus, ainsi que d'autres. Ces spirales réduisent le coincement différentiel. Ainsi, dans le cas d'un élément à surface lisse, il est possible que, lorsque l'élément a touché le côté du puits, il soit poussé de façon encore plus importante dans cette position car la pression transmise par la boue ne peut pas se répercuter entre l'élément et le puits. Les gorges spiralées permettent une meilleure application de la pression entre l'élément et le puits et réduisent ainsi le problème du coincement différentiel. La spirale à droite augmente aussi la force appliquée au trépan par un effet de vis qui est particulièrement important dans le cas des puits déviés, inclinés, dirigés ou non rectilignes dans lesquels une masse importante ne peut pas être placée sur le trépan, à partir de la surface, de la manière habituelle.

Un autre avantage est que les gorges facilitent l'enlèvement des copeaux jusqu'à l'anneau délimité entre le train de tiges et le puits. Comme la spirale de l'élément de masse intermédiaire a un pas à droite, les canaux formés assurent un "pompage" des copeaux jusque dans l'anneau et vers la surface. Une spirale à gauche peut aussi être utilisés le cas échéant dans certaines conditions.

De façon peut-être plus importante, les gorges spiralées permettent de rendre égaux les moments d'inertie de flexion du corps et de la région des élévateurs et des coins de manière que l'élément selon l'invention ait un moment uniforme de flexion sur toute sa longueur. Les raccords sont du type classique dans le domaine des organes tubulaires de forage et ainsi ils ne sont

pas modifiables. Le réglage du nombre de gorges spiralées et de leur profondeur permet l'obtention de la condition voulue, c'est-à-dire que le moment de flexion de la région spiralée du corps principal est égal à celui de la région à paroi lisse des coins dont le diamètre est plus petit. Cette caractéristique est surtout importante dans un forage dirigé puisque l'élément selon l'invention tend à donner une courbure régulière lors du passage par un coude, sans création de régions subissant des contraintes excessivement élevées.

5 Cette caractéristique est tout à fait différente de celle qui est décrite dans le brevet précité des Etats-Unis d'Amérique n° 3 784 238 selon lequel des parties élargies au centre sont formées afin qu'elles empêchent une usure excessive au centre de la tige. Ces parties centrales d'usage ou "protecteurs" forment deux régions dans lesquelles les contraintes sont très élevées, une à chacun des deux emplacements de raccordement avec le corps principal à paroi mince. Un tel élément, lorsqu'il passe dans une courbe, forme une série de tronçons rectilignes et non pas une

10 courbure régulière comme l'élément selon l'invention, le raccord de chaque extrémité de chaque tronçon rectiligne formant un point de contraintes élevées et un emplacement de rupture possible de l'élément.

15

20

25

30

35

On constate que le pas des spirales n'est pas pri-mordial dans la mesure où il n'est pas trop serré ou faible pour que la même gorge spiralée se retrouve deux fois dans un même plan de coupe, c'est-à-dire lorsque la gorge n'apparaît pas de façon plus importante qu'une entaille suivant une corde dans un plan quelconque de coupe. Ainsi, comme le moment de flexion ne dépend que de la configuration de la section dans un plan dans la mesure où le pas est tel que les gorges n'apparaissent pas plus d'une fois dans chaque plan ou n'ont pas une étendue excessive dans un tel plan, le pas n'a pas d'effet. A titre d'illustration de cette caractéristique, on considère un filetage ordinaire. Un plan de coupe dans le filetage, perpendiculairement à l'axe, donne une découpe recouvrant 120 à 180° d'un côté, au pied du

filetage, alors que le rayon est maximal de l'autre côté, à la crête du filetage. Dans ce cas, le pas est suffisamment serré pour qu'il provoque une perturbation du moment de flexion. Selon l'invention, le pas est si élevé et régulier que les petites variations de pas n'ont pas d'influence suffisante sur la forme de la section pour que le moment de flexion soit modifié.

Une autre caractéristique avantageuse de l'invention porte sur le raccord des gorges spiralées avec la 10 région 20. La région des élévateurs a un diamètre inférieur à celui du corps de l'élément selon l'invention. Il est modifié, par rapport aux éléments connus, de deux manières : d'abord, la zone 18 de transition est une région tronconique et forme un angle particulièrement faible afin qu'elle 15 s'étende de façon importante suivant l'axe de l'organe. Ensuite, les gorges spiralées diminuent dans cette région de manière que l'égalité des moments de flexion soit conservée dans la zone de transition si bien que la configuration qui est progressive et régulière dans cette zone empêche toute 20 concentration indésirable des efforts.

Dans le cas des dimensions les plus courantes de l'élément selon l'invention, on peut utiliser trois ou quatre gorges spiralées de préférence. Comme indiqué précédemment, le pas n'est pas primordial dans la mesure où la 25 section est analogue à celle qui est indiquée sur la figure 2, c'est-à-dire que la gorge est représentée sous forme d'une corde dans tous les plans perpendiculaires à l'axe de l'élément, dans la région spiralée. Cependant, en général, l'invention met en oeuvre des gorges ayant une 30 profondeur de l'ordre de 13 mm sur des longueurs de l'ordre de 9 m, le pas étant relativement faible et n'ayant pas d'effet pratiquement sur le moment de flexion.

Comme indiqué à l'extrémité mâle de la figure 1, les gorges spiralées cessent à une petite distance du raccord 35 14. Cette disposition est utilisée car il faut un court tronçon cylindrique assurant l'alignement du corps et du raccord en vue du soudage. Il peut s'agir d'un

tronçon très court, de l'ordre de 5 à 30 cm, et il a un effet négligeable sur les caractéristiques de l'élément selon l'invention.

Une analyse mathématique très poussée permet le
5 calcul de la profondeur des trois gorges ou des quatre gor-
ges spiralées, d'une manière telle que les moments de fle-
xion de la région spiralée et de la région des coins soient
égaux, l'ensemble de l'élément ayant pratiquement un moment
uniforme de flexion. Les tableaux qui suivent indiquent de
10 nombreux exemples de profondeurs de découpe pour des ré-
gions des coins ayant des diamètres différents, pour une
dimension nominale donnée et pour trois ou quatre gorges
spiralées. Les hommes du métier peuvent établir d'autres
tableaux, formules, etc. donnant les mêmes résultats.

15 Le tableau I est établi sur la base d'un diamè-
tre externe, dans la région munie de gorges, de 14,86 cm
et un diamètre interne de 7,62 cm. Dans un exemple, on
veut que la région 20 des élévateurs et des coins ait un
diamètre de 12,7 cm. Ainsi, on note que, dans le cas de
20 trois gorges spiralées, la profondeur de coupe doit être
de l'ordre de 1,57 cm alors que, dans le cas de quatre
gorges, cette profondeur des gorges doit être de l'ordre
de 1,27 cm.

10
TABLEAU I

| | Profondeur de coupe, mm | 3 gorges | | 4 gorges | |
|----|-------------------------|------------------------------------|--|------------------------------------|--|
| | | moment de flexion, cm ⁴ | diamètre externe équivalent sans gorge, cm | moment de flexion, cm ⁴ | diamètre externe équivalent sans gorge, cm |
| 5 | 0,00 | 1704 | 13,97 | 1704 | 13,97 |
| | 1,27 | 1688 | 13,94 | 1682 | 13,92 |
| 10 | 2,54 | 1659 | 13,89 | 1644 | 13,87 |
| | 3,81 | 1623 | 13,82 | 1595 | 13,77 |
| 15 | 5,08 | 1581 | 13,74 | 1540 | 13,64 |
| | 6,35 | 1535 | 13,64 | 1478 | 13,54 |
| 20 | 7,62 | 1486 | 13,54 | 1413 | 13,39 |
| | 8,89 | 1434 | 13,44 | 1343 | 13,23 |
| 25 | 10,16 | 1379 | 13,31 | 1270 | 13,08 |
| | 11,43 | 1323 | 13,21 | 1196 | 12,90 |
| | 12,70 | 1265 | 13,06 | 1119 | 12,73 |
| | 13,97 | 1207 | 12,93 | 1041 | 12,52 |
| | 15,24 | 1147 | 12,78 | 961 | 12,32 |
| | 16,51 | 1087 | 12,65 | 881 | 12,09 |
| | 17,78 | 1026 | 12,47 | 800 | 11,84 |
| | 19,05 | 965 | 12,32 | 718 | 11,81 |

Dans le tableau III, le diamètre externe est égal à 12,7 cm et le diamètre interne à 7,30 cm. L'utilisateur peut choisir un diamètre de la région des coins, et le tableau donne la profondeur de gorge nécessaire au maintien d'un moment constant de flexion.

11
TABLEAU II

| 5 | 3 gorges | | | 4 gorges | | |
|----|-------------------------|------------------------------------|--|------------------------------------|--|--|
| | profondeur de coupe, mm | moment de flexion, cm ⁴ | diamètre externe équivalent sans gorge, cm | moment de flexion, cm ⁴ | diamètre externe équivalent sans gorge, cm | |
| | 0,00 | 1149 | 12,70 | 1149 | 12,70 | |
| | 1,27 | 1136 | 12,67 | 1132 | 12,65 | |
| 10 | 2,54 | 1114 | 12,60 | 1102 | 12,57 | |
| | 3,81 | 1085 | 12,55 | 1064 | 12,47 | |
| | 5,08 | 1053 | 12,45 | 1021 | 12,37 | |
| | 6,35 | 1017 | 12,37 | 973 | 12,24 | |
| | 7,62 | 979 | 12,24 | 922 | 12,09 | |
| 15 | 8,89 | 938 | 12,14 | 868 | 11,94 | |
| | 10,16 | 897 | 12,01 | 812 | 11,76 | |
| | 11,43 | 853 | 11,89 | 755 | 11,58 | |
| | 12,70 | 809 | 11,76 | 696 | 11,38 | |
| | 13,97 | 765 | 11,61 | 636 | 11,18 | |
| 20 | 15,24 | 719 | 11,46 | 576 | 10,95 | |
| | 16,51 | 673 | 11,30 | 515 | 10,69 | |
| | 17,78 | 628 | 11,13 | 454 | 10,45 | |
| | 19,05 | 581 | 10,97 | 393 | 10,13 | |

La figure 3 est un agrandissement d'un raccord 25 12A en forme de boîte ayant une matière 32 de revêtement dur disposée à l'extrémité externe du raccord en forme de boîte et se prolongeant par des saillies 34 en forme de doigts sur la partie 18A. La figure 3 indique que l'invention concerne aussi cette possibilité éventuelle d'un revêtement dur assurant la protection de la région qui s'use beaucoup au raccord de la région 20 et du raccord femelle.

La pente de la partie tronconique 22 est très faible, l'angle utilisé étant de l'ordre de 15°. Jusqu'à présent, dans les configurations connues les plus proches, 35 les angles utilisés sont bien plus élevés, de l'ordre de 30°. Grâce à cet angle relativement faible, cette zone de transition a une plus grande longueur axiale. En outre, les extrémités des gorges spiralées peuvent "s'évanouir"

ou avoir une épaisseur qui diminue lors du passage dans cette zone de transition. De cette manière, la transition des contraintes du corps à gorges de diamètre relativement grand à la région des élévateurs et des coins qui a un plus petit diamètre et qui n'a pas de gorge, est progressive, le moment de flexion restant constant si bien qu'il n'y a pas de points de concentration indésirable de contraintes.

Comme indiqué précédemment, un train de tiges est formé d'anneaux de fond, d'éléments intermédiaires et de tiges ayant des dimensions nominales différentes. Des combinaisons qui conviennent sont données à titre purement illustratif dans le tableau III (les dimensions étant indiquées en cm). Les masses figurent dans le tableau IV qui suit.

TABLEAU III

| 15 | <u>Train n°</u> | <u>Anneau</u> | <u>Eléments selon l'invention</u> | <u>Tige de forage</u> |
|----|-----------------|---------------|-----------------------------------|-----------------------|
| | 1 | 10,48 | 7,30 | 7,30 |
| | 2 | 12,07 | 8,89 | 8,89 |
| | 3 | 15,24 | 10,16 | 10,16 |
| | 4 | 15,88 | 11,43 | 11,43 |
| 20 | 5 | 16,51 | 12,70 | 12,70 |
| | 6 | 18,41 | 13,97 | 13,97 |

Dans le présent mémoire, l'expression "masse intermédiaire" se rapporte à la masse de l'élément selon l'invention par rapport à celle des anneaux de fond et de la tige de forage d'un train particulier. Les données qui suivent correspondent à quelques exemples. Pour des raisons d'utilisation, les mêmes dimensions ne sont pas disponibles pour les trois types d'éléments tubulaires, mais cette caractéristique n'a guère d'importance car un train de tiges est formée avec des éléments de dimensions différentes comme indiqué dans le tableau III. Dans le tableau IV, on a supprimé les unités car elles ne sont pas nécessaires à la comparaison ; elles correspondent à certaines unités de masse par unité de longueur.

13

TABLEAU IV (* N.O. = non obtenu)

| Dimension nominale, cm | Anneaux | Eléments selon l'invention | Tige de forage |
|------------------------|---------|----------------------------|----------------|
| 5 | 6,03 | N.O.* | 14,0 |
| | 7,30 | N.O. | 20,0 |
| | 8,89 | 28,5 | 26,0 |
| | 10,16 | N.O. | 28,0 |
| | 10,48 | 39,4 | N.O. |
| 10 | 11,43 | N.O. | 42,0 |
| | 12,07 | 49,6 | N.O. |
| | 12,70 | N.O. | 50,0 |
| | 13,34 | 53,4 | N.O. |
| | 13,97 | N.O. | 60,0 |
| 15 | 15,88 | 83,8 | N.O. |
| | 16,51 | 92,8 | N.O. |
| | 18,41 | 116,0 | N.O. |

Aucun critère particulier ne concerne la matière utilisée, car l'invention est compatible avec toutes les 20 qualités d'acier couramment utilisées pour la réalisation d'éléments tubulaires dans le domaine pétrolier.

Les segments de droite représentés sur la figure 2 pour la représentation des gorges 30 ont été un peu exagérés par raison de clarté. En fait, ils peuvent être plus 25 petits et peuvent avoir une faible concavité. Celle-ci est si faible qu'elle a un effet nul sur le moment de flexion et qu'on ne peut pas la voir à l'oeil nu. Ainsi, les courbes correspondent sensiblement à des cordes.

Bien entendu, diverses modifications peuvent être 30 apportées par l'homme de l'art aux dispositifs qui viennent d'être décrits uniquement à titre d'exemples non limitatifs sans sortir du cadre de l'invention.

REVENDICATIONS

1. Elément d'un train de tiges de forage, destiné à être placé dans un tel train entre des anneaux de fond placés au niveau de l'extrémité munie du trépan et la tige de forage qui se trouve à l'extrémité supérieure, ledit élément étant caractérisé en ce qu'il a une masse par unité de longueur qui est inférieure à celle des anneaux mais supérieure à celle de la tige de forage du train de tiges, l'élément de masse intermédiaire comprenant des raccords (12, 14) à ses deux extrémités, ledit élément ayant une région (20) des coins et des élévateurs à une première extrémité de son corps (16) à proximité du raccord (12) d'une première extrémité, la partie restante du corps, entre la région (20) des coins et des élévateurs et l'autre raccord (14) ayant au moins une gorge spiralée (30), la région (20) des coins et des élévateurs ayant un diamètre inférieur à celui du corps principal (16), la profondeur et le nombre de gorges spiralées (30) étant tels que le moment d'inertie de flexion de la partie spiralée est pratiquement égal au moment d'inertie de flexion dans la région (20) des coins et des élévateurs.
2. Elément selon la revendication 1, caractérisé en ce que le corps (16) a trois gorges spiralées (30).
3. Elément selon la revendication 1, caractérisé en ce que le corps (16) a quatre gorges spiralées.
4. Elément selon la revendication 1, caractérisé en ce que le pas des gorges spiralées (30) au nombre d'une au moins est tel que la gorge apparaît sensiblement sous forme d'une corde dans tous les plans perpendiculaires à l'axe de l'élément, dans la région comprenant les gorges.
5. Elément selon la revendication 1, caractérisé en ce que la région ayant les gorges spiralées se raccorde à la région (20) des coins et des élévateurs par une partie tronconique (22) relativement peu inclinée, les gorges se raccordant progressivement à la partie tronconique si bien que le moment d'inertie de flexion dans la zone (22) de transition entre la région (20) des coins et des éléva-

teurs et la région ayant les gorges est pratiquement égal au moment d'inertie de flexion dans la région (20) des coins et des élévateurs et dans la région ayant les gorges spiralées.

6. Elément selon la revendication 5, caractérisé en
5 ce que l'inclinaison de la partie tronconique (22) de transition est d'environ 15°.

7. Elément selon la revendication 1, caractérisé en
ce qu'il porte une matière (32) de revêtement dur assurant
une protection contre l'usure dans la région du raccordement
10 de la région (20) des coins et des élévateurs et du raccord
associé (12A).

8. Elément selon la revendication 1, caractérisé en
ce que les raccords comprennent des raccords séparés (12,
14) soudés aux extrémités du corps.

15 9. Elément selon la revendication 1, caractérisé en
ce que le corps (16) est formé en une seule pièce avec les
raccords (12, 14).

10. Elément selon la revendication 1, caractérisé en
ce que les gorges spiralées (30) ont un pas à droite de maniè
20 nière qu'elles aient tendance à provoquer le vissage du trepan à l'extrémité inférieure du train de tiges plus profondément dans le puits foré.

FIG. 1.

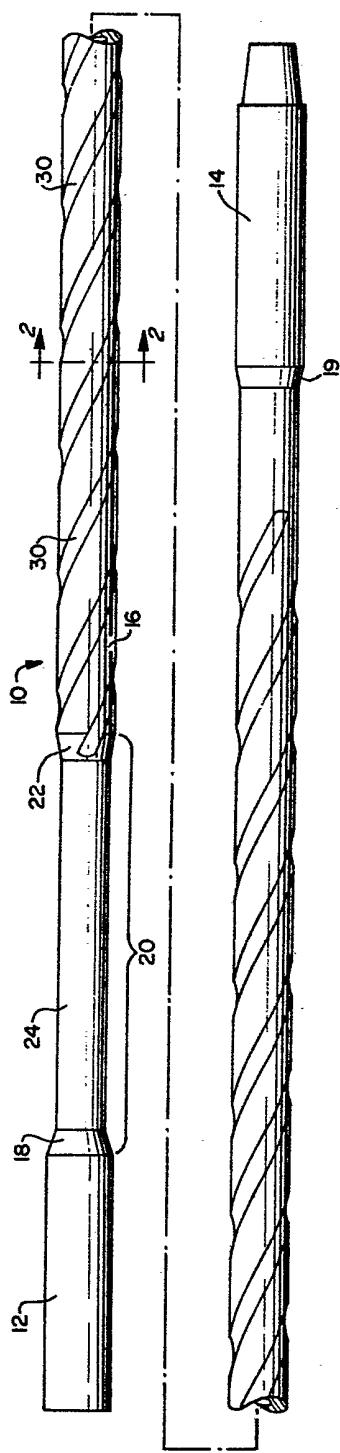


FIG. 2.

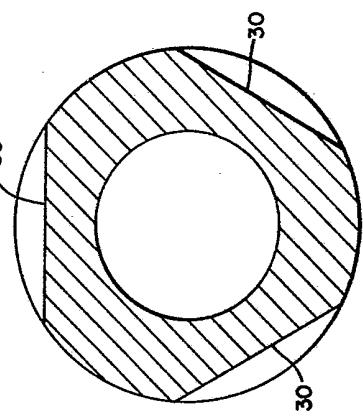


FIG. 3

