

12

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

21 Numéro de dépôt: 83401744.4

51 Int. Cl.³: **B 21 D 11/06**
B 21 D 53/02

22 Date de dépôt: 02.09.83

30 Priorité: 03.09.82 FR 8215035

43 Date de publication de la demande:
14.03.84 Bulletin 84/11

84 Etats contractants désignés:
BE DE GB IT NL

71 Demandeur: **FRAMATOME ET CIE.**
Tour Fiat 1, Place de la Coupole
F-92400 Courbevoie(FR)

72 Inventeur: **Rigoulot, Claude**
37 rue des Lieutenants Chauveau
- F-71100 Chalon sur Saone(FR)

74 Mandataire: **Dupuy, Louis et al,**
CREUSOT-LOIRE 15 rue Pasquier
F-75383 Paris Cedex 8(FR)

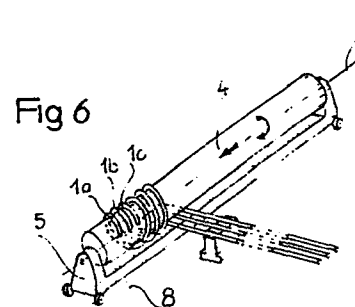
54 Procédé et dispositif de serpentinage des tubes d'un faisceau tubulaire d'un générateur de vapeur.

57 L'invention concerne le serpentinage des tubes constituant le faisceau tubulaire d'un générateur de vapeur.

Selon l'invention, les tubes (1) droits sont cintrés en forme d'hélice à l'une de leurs extrémités, puis sont accrochés à un moyeu cylindrique (4) ou à une pièce liée à ce moyeu. On procède alors au serpentinage en animant le moyeu, à la fois d'un mouvement de rotation et d'un mouvement de translation longitudinale, en guidant en même temps les tubes à l'aide d'un guide fixe par rapport au sol.

L'invention concerne aussi la machine permettant d'effectuer l'opération d'enroulement selon le procédé.

Application aux faisceaux tubulaires du type "sodium-eau".



Procédé et dispositif de serpentillage des tubes d'un faisceau tubulaire
d'un générateur de vapeur

La présente invention concerne un procédé permettant de réaliser le serpentillage des tubes constituant le faisceau tubulaire d'un générateur de vapeur, en particulier d'un générateur de vapeur du type "sodium-eau" utilisé dans une centrale nucléaire à neutrons rapides. L'invention concerne aussi le dispositif permettant de réaliser ce serpentillage conformément au procédé.

Certains générateurs de vapeur comportent un faisceau tubulaire composé d'une pluralité de tubes enroulés hélicoïdalement autour d'un moyeu cylindrique, ces tubes constituant ainsi autour du moyeu plusieurs couches concentriques régulièrement espacées entre elles. Dans un tel faisceau tubulaire, il est en outre prévu entre chaque couche de tubes, des pièces support destinées à maintenir l'ensemble des tubes régulièrement espacés.

De nombreuses difficultés apparaissent lors de la réalisation d'un tel faisceau tubulaire constitué de tubes enroulés hélicoïdalement. Il est en effet indispensable d'enrouler ces tubes en ayant la garantie d'un positionnement très rigoureux. Il faut donc prendre toutes les dispositions nécessaires pour obtenir à la fois un rayon de courbure du tube enroulé, un espacement entre chaque tube ainsi qu'un angle d'inclinaison d'enroulement parfaitement déterminés et constants. Devant ces exigences particulières, il est apparu que les procédés courants de serpentillage ne convenaient pas.

On peut imaginer, par exemple, de disposer un moyeu cylindrique sur des paliers de façon à ce qu'il soit mobile en rotation, d'attacher l'extrémité d'un ou plusieurs tubes droits au voisinage d'une extrémité du moyeu cylindrique, puis de faire tourner ce moyeu de façon à enrouler hélicoïdalement autour de ce moyeu le ou les tubes. Un tel système de serpentillage présente l'inconvénient de solliciter très fortement en traction le point d'attache de l'extrémité du tube sur le moyeu, lors du commencement de l'opération d'enroulement, et par conséquent il existe un risque certain de détérioration de l'extrémité du tube, au niveau de sa liaison sur le moyeu.

D'autre part, avec un tel système, il est pratiquement impossible de garantir la constance de l'angle d'hélice, parcequ'il est nécessaire de déplacer l'ensemble des tubes selon une direction parallèle à l'axe de rotation du moyeu, pendant l'opération d'enroulement. Un tel guidage et déplacement

ment des tubes est difficilement réalisable, vu la longueur généralement grande de ces tubes. On ne peut en effet envisager de déplacer latéralement un ensemble de plusieurs tubes droits faisant, par exemple, 100 mètres de long, en garantissant une grande précision dans le mouvement. Il faut alors
5 admettre une approximation en prévoyant uniquement le contrôle du déplacement des tubes selon une direction parallèle à l'axe du moyeu en utilisant seulement des éléments de guidage des tubes disposés à proximité du moyeu. Il faut alors compter sur la flexibilité de la partie droite des tubes pour que le dispositif de guidage et de déplacement des tubes garde une efficacité. Un tel système de serpentinage ,n'est donc pas entièrement satisfaisant lorsqu'il est utilisé pour la construction d'un faisceau tubulaire hélicoïdal nécessitant de grandes exigences en matière de précision et de
10 qualité, ce qui est, par exemple, le cas d'un faisceau tubulaire hélicoïdal d'un générateur de vapeur utilisant comme fluide caloporteur du sodium liquide, et utilisé généralement dans une centrale nucléaire à neutrons
15 rapides.

L'invention vise par conséquent à pallier les inconvénients précédemment cités, en vue de permettre la construction, dans de bonnes conditions, d'un générateur de vapeur du type "sodium-eau" utilisé généralement
20 dans une centrale nucléaire à neutrons rapides.

La présente invention concerne plus précisément un procédé de serpentinage des tubes constituant le faisceau tubulaire d'un générateur de vapeur, les tubes devant être enroulés hélicoïdalement autour d'un moyeu cylindrique, en plusieurs couches concentriques successives régulièrement
25 espacées.

Selon une caractéristique essentielle de l'invention, ce procédé consiste à constituer une pluralité de tubes rectilignes, à cintrer ensuite l'une des parties extrêmes de chacun de ces tubes, le rayon de courbure ainsi obtenu correspondant sensiblement au rayon d'enroulement du tube, à
30 fixer ensuite l'extrémité de la partie cintrée d'un ou de plusieurs tubes sur le moyeu cylindrique ou sur une pièce liée au moyeu cylindrique, puis à animer le moyeu d'un mouvement simultané de rotation et de translation longitudinale afin d'enrouler en spirale autour du moyeu le ou les tubes, pendant cette opération d'enroulement la partie droite des tubes étant
35 guidée, au voisinage du moyeu, à l'aide d'éléments de guidage montés fixes, et enfin à cintrer sur le moyeu l'autre partie extrême du tube ou des tubes venant d'être enroulés simultanément, afin d'achever l'enroulement.

L'invention concerne aussi le dispositif permettant de mettre en

oeuvre le procédé de serpentinage objet de l'invention.

Selon une caractéristique essentielle de l'invention, ce dispositif se compose essentiellement d'une machine comprenant un bâti muni de galets roulant sur des rails rectilignes, d'un pignon moteur en prise sur une crémaillère rectiligne parallèle aux rails, d'une broche tournante motrice accouplée au moyeu cylindrique du générateur de vapeur, de galets supports disposés aux deux extrémités du moyeu cylindrique, permettant au moyeu de tourner autour de son axe disposé parallèlement aux rails, et d'une transmission établissant un rapport constant entre la rotation de la broche et celle du pignon moteur, afin d'obtenir le mouvement simultané, de rapport constant, de rotation du moyeu et de translation de l'ensemble de la machine supportant le moyeu, le rapport de transmission étant déterminé en fonction de l'angle d'inclinaison de l'enroulement hélicoïdal des tubes autour du moyeu.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront lors de la description détaillée de l'exemple de réalisation qui va suivre, illustrée par les dessins annexés.

Les figures 1 à 5 montrent les étapes successives du procédé de serpentinage selon l'invention.

La figure 1 montre un tube de grande longueur destiné à être serpentiné selon le procédé de l'invention.

La figure 2 montre une variante de réalisation du tube.

La figure 3 montre schématiquement une première opération du procédé selon l'invention.

La figure 4 montre schématiquement l'opération suivante du procédé selon l'invention.

La figure 5 montre schématiquement la dernière opération du procédé selon l'invention.

La figure 6 montre schématiquement, en perspective, l'opération de serpentinage conforme au procédé selon l'invention.

La figure 7 montre, en vue longitudinale, une machine permettant de réaliser l'opération de serpentinage conforme au procédé selon l'invention.

La figure 8 représente la même machine selon une coupe transversale A-A.

La figure 9 représente en coupe partielle D-D le faisceau tubulaire.

En se reportant aux figures 1 à 6, on va décrire les étapes suc-

cessives du procédé de serpentillage conforme à l'invention.

Le but de l'invention est de réaliser le faisceau tubulaire hélicoïdal d'un générateur de vapeur de grande puissance. La première opération consiste à réaliser un grand nombre de tubes rectilignes 1 de grande longueur. Cette longueur des tubes peut être par exemple, de l'ordre de 100 mètres. Ces tubes 1 sont généralement réalisés à partir de plusieurs tronçons de tubes reliés bout à bout par des soudures 2, 3. Une fois ces tubes réalisés et stockés, on saisit un de ces tubes et on réalise une opération de cintrage d'une de ses extrémités de façon que la courbure ainsi obtenue présente un rayon égal au rayon d'enroulement du tube sur un moyeu. Ensuite, comme représenté en figure 4, on dispose ce tube ainsi cintré sur le moyeu cylindrique 4 du générateur de vapeur, monté sur une machine 5. On attache l'extrémité 6 du tube sur le moyeu 4, au voisinage d'une des extrémités du moyeu, et on dispose, sur la partie rectiligne du tube, au voisinage de la machine 5, un guide 7 monté fixe par rapport au sol 8. On procède alors à l'enroulement hélicoïdal du tube 1 autour du moyeu cylindrique 4 en animant ce moyeu 4 simultanément, d'un mouvement de rotation autour de son axe longitudinal 9 et d'un mouvement de translation le long de ce même axe 9. On peut enrouler un seul tube 1 hélicoïdalement sur le moyeu 4, mais on peut aussi enrouler ainsi simultanément plusieurs tubes 1a, 1b, 1c, sur le moyeu 4, comme représenté dans la figure schématique 6.

Il est préférable de donner à la partie du tube cintrée avant l'enroulement du tube autour du moyeu (figure 3) la forme d'une hélice dont l'angle d'inclinaison est identique à celui de l'enroulement hélicoïdal du tube autour du moyeu. Cette partie du tube cintrée avant l'enroulement du tube autour du moyeu, peut s'étendre, de préférence, approximativement sur un demi-tour. Dans la pratique, il est nécessaire de procéder au cintrage de cette partie du tube sur un gabarit de forme hélicoïdale, d'angle d'inclinaison identique à celui-ci de l'enroulement hélicoïdal du tube autour du moyeu, et de diamètre légèrement plus faible que le diamètre d'enroulement du tube, afin de tenir compte du retour élastique du tube après cintrage.

On peut disposer, sur la pièce fixe formant guide 7, des éléments de friction appliqués sur les tubes guides, afin de soumettre ces tubes à un effort de traction durant l'opération d'enroulement des tubes autour du moyeu.

Lorsque l'opération d'enroulement des tubes parvient à sa fin, on dispose sur la partie extrême non enroulée de chaque tube, un gabarit

courbe, puis on cintre les extrémités droites des tubes sur ces gabarits en leur conférant une forme correspondant à l'enroulement des tubes autour du moyeu.

5 De façon connue, on peut enrouler successivement plusieurs couches de tubes autour du moyeu, en disposant entre les différentes couches des pièces longitudinales servant au guidage et au positionnement des tubes. On obtient alors le faisceau tubulaire complet permettant de réaliser le générateur de vapeur.

10 Comme représenté en figure 2, avant toute opération de cintrage des tubes, on peut former sur une courte distance des extrémités des tubes des coudes afin que chaque tube, une fois enroulé autour du moyeu, présente ses deux extrémités orientées longitudinalement par rapport au moyeu.

15 En se référant maintenant aux figures 7 à 9, on va décrire un dispositif permettant de réaliser le serpentillage des tubes constituant le faisceau tubulaire de générateur de vapeur selon le procédé qui a été décrit précédemment.

20 Ce dispositif se compose essentiellement d'une machine 11 qui comprend un bâti 12 muni de galets 13 roulant sur des rails 14 rectilignes et parallèles, un pignon moteur 15 en prise sur une crémaillère 16 rectiligne parallèle aux rails, une broche tournante 17 motrice accouplée au moyeu cylindrique 4 du générateur de vapeur, et des galets supports 18 disposés aux deux extrémités du moyeu cylindrique 4, permettant au moyeu 4 de tourner autour de son axe 9 disposé parallèlement aux rails. La machine com-
25 porte en outre une transmission établissant un rapport constant entre la rotation de la broche 17 et celle du pignon moteur 15, afin d'obtenir le mouvement simultané de rapport constant entre le mouvement de rotation du moyeu 4 et le mouvement de translation de l'ensemble de la machine 11 supportant le moyeu 4, le rapport de transmission étant déterminé en fonction de l'angle d'inclinaison de l'enroulement hélicoïdal des tubes autour du
30 moyeu.

La machine peut comporter en outre, un bâti secondaire 19 pouvant se mouvoir longitudinalement par rapport au bâti 12 de la machine en étant guidé à l'aide de glissières 20, ce bâti 19 étant destiné à supporter une pièce 21 constituant un guide pour les tubes à enrouler.

35 La machine 11 fonctionne de la manière suivante : après cintrage de la partie extrême des tubes, on accroche leur extrémité 6 sur le moyeu 4, puis on met en route la machine qui fait tourner le moyeu 4 tout en se mouvant longitudinalement, ce qui provoque l'enroulement hélicoïdal des

tubes autour du moyeu 4. Lorsque l'on parvient vers la fin de cette opération d'enroulement, on arrête la rotation du pignon moteur 15, afin d'arrêter le mouvement longitudinal de la machine 11, on déplace le guide 21 de manière à l'amener en contact avec l'extrémité non enroulée des tubes, puis on continue à faire tourner le moyeu 4 en déplaçant longitudinalement le bâti 19 supportant le guide 21 par rapport au bâti 12 de la machine. De cette manière, on peut réaliser l'enroulement hélicoïdal des tubes en se rapprochant au maximum de l'extrémité du moyeu 4.

On procède alors au cintrage de l'extrémité libre des tubes afin de terminer complètement leur enroulement autour du cylindre, ce cintrage conférant au tube une forme en hélice identique à celle de l'enroulement du tube autour du moyeu.

En se reportant à la figure 9, on distingue les nappes successives 22, 23, 24 de tubes enroulés concentriquement autour du moyeu 4. D'une manière connue en soi, les différentes nappes de tubes sont maintenues en place à l'aide de pièces supports 25. Si, lors de l'enroulement des tubes on dispose seulement des pièces supports 25, les tubes risquent ne pas prendre une forme parfaitement circulaire parce que l'on ne peut pas disposer un très grand nombre de pièces supports 25 sur toute la périphérie. On peut alors disposer entre deux pièces supports 25 consécutives, des pièces 26 disposées longitudinalement, sur toute la longueur du moyeu 4, ces pièces 26 présentant la forme d'une barre aplatie. On dispose ainsi tout autour de la couche de tubes précédemment enroulés un grand nombre de ces barres 26, leur plan médian étant disposé radialement. On peut alors procéder à l'enroulement d'une couche supplémentaire de tubes qui viennent s'appliquer contre les pièces supports 25 et contre les pièces d'espacement 26 disposées entre les pièces supports 25. Lorsque l'opération d'enroulement est terminée, on peut retirer les barres 26 en les faisant tourner sur elles-mêmes d'un quart de tour (comme représenté en 26'), puis en les faisant glisser longitudinalement à travers les deux couches de tubes jusqu'à leur extraction complète.

L'invention ne se limite pas au mode de réalisation qui vient d'être décrit, à titre d'exemple non limitatif, mais elle comporte toutes les variantes de réalisation envisageables.

REVENDEICATIONS

1. Procédé de serpentinage des tubes constituant le faisceau tubulaire d'un générateur de vapeur, les tubes devant être enroulés hélicoïdale-ment autour d'un moyeu cylindrique, en plusieurs couches successives concen- triques régulièrement espacées,

5 caractérisé par le fait qu'il consiste à constituer une pluralité de tubes rectilignes (1), à cintrer l'une des parties extrêmes de chaque tube (1), le rayon de courbure du cintrage ainsi obtenu correspondant sensiblement au rayon d'enroulement du tube (1), à animer le moyeu d'un mouvement simultané de rotation et de translation longitudinale afin d'enrouler en spirale
10 autour du moyeu le ou les tubes, pendant l'opération d'enroulement la partie droite du ou des tubes étant guidée, au voisinage du moyeu au moyen d'éléments de guidage montés fixes, et enfin à cintrer l'autre partie extrême du ou des tubes venant d'être enroulés simultanément, afin d'achever l'enroulement.

2. Procédé de serpentinage selon la revendication 1,
15 caractérisé par le fait que la partie du tube cintrée avant l'enroulement du tube autour du moyeu présente la forme d'une hélice dont l'angle d'incli- naison est identique à celui de l'enroulement hélicoïdal du tube autour du moyeu.

3. Procédé de serpentinage selon la revendication 2,
20 caractérisé par le fait que la partie extrême du tube cintrée après l'opéra- tion d'enroulement autour du moyeu est cintrée suivant une forme en hélice identique à celle de l'enroulement du tube autour du moyeu.

4. Procédé de serpentinage selon l'une des revendications 1 à 3,
25 caractérisé par le fait que la partie du tube cintrée avant l'enroulement du tube autour du moyeu s'étend approximativement sur un demi-tour.

5. Procédé de serpentinage selon l'une des revendications 1 à 4,
30 caractérisé par le fait que les extrémités du tube sont en outre coudés (10) sur une courte distance, avant toute opération de cintrage du tube (1), afin que ce tube, une fois enroulé autour du moyeu, présente ses deux extrémités orientés longitudinalement.

6. Dispositif permettant de réaliser le serpentinage des tubes
constituant le faisceau tubulaire d'un générateur de vapeur selon le
procédé conforme aux revendications précédentes comprenant une machine munie
d'un moyeu cylindrique mobile en rotation,
35 caractérisé par le fait que la machine(11) comporte également un bâti muni de galets (13) roulant sur des rails (14) rectilignes, d'un pignon moteur (15) en prise sur une crémaillère rectiligne (16) parallèle aux rails d'une

broche (17) tournante motrice accouplée au moyeu cylindrique (4) du générateur de vapeur, et d'une transmission établissant un rapport constant entre la rotation de la broche (17) et celle du pignon moteur (15), afin d'obtenir le mouvement simultané, de rapport constant, de rotation du moyeu
5 et de translation de l'ensemble de la machine supportant le moyeu, le rapport de transmission étant déterminé en fonction de l'angle d'inclinaison choisi pour l'enroulement hélicoïdal des tubes autour du moyeu.

Fig 1

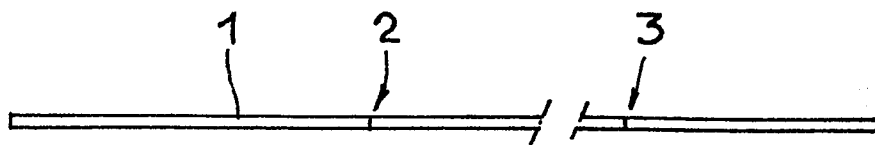


Fig 2



Fig 3

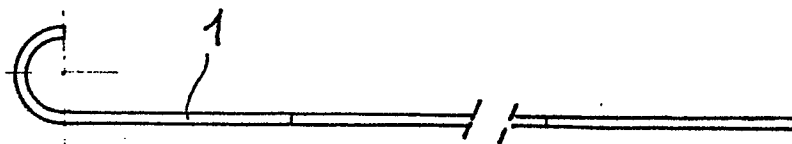


Fig 4

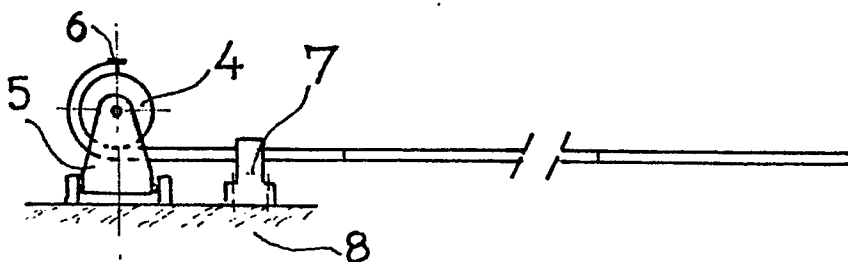


Fig 5

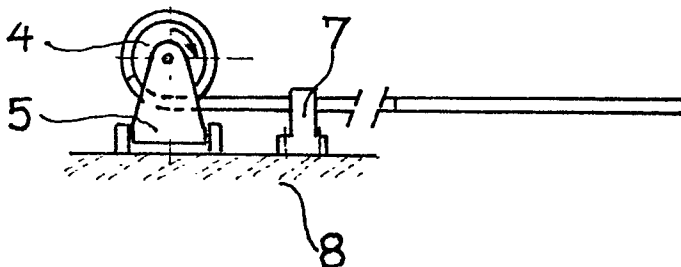


Fig 6

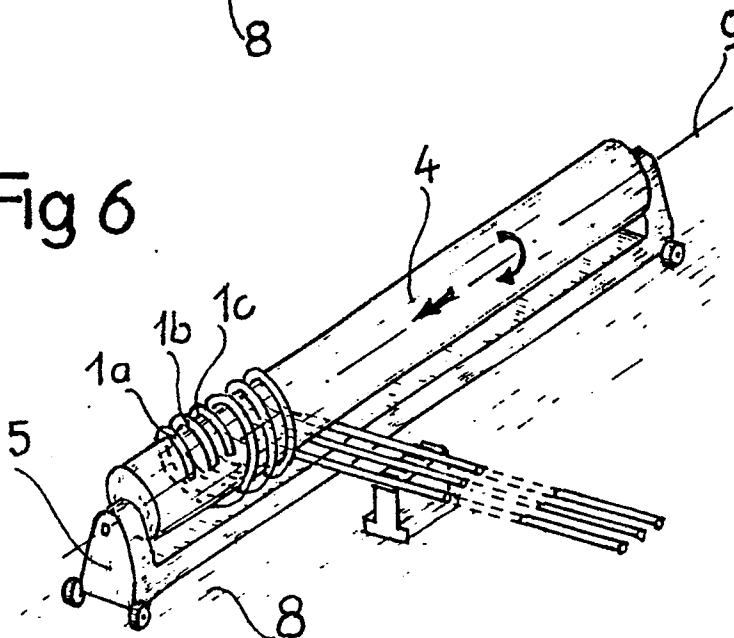


Fig 7

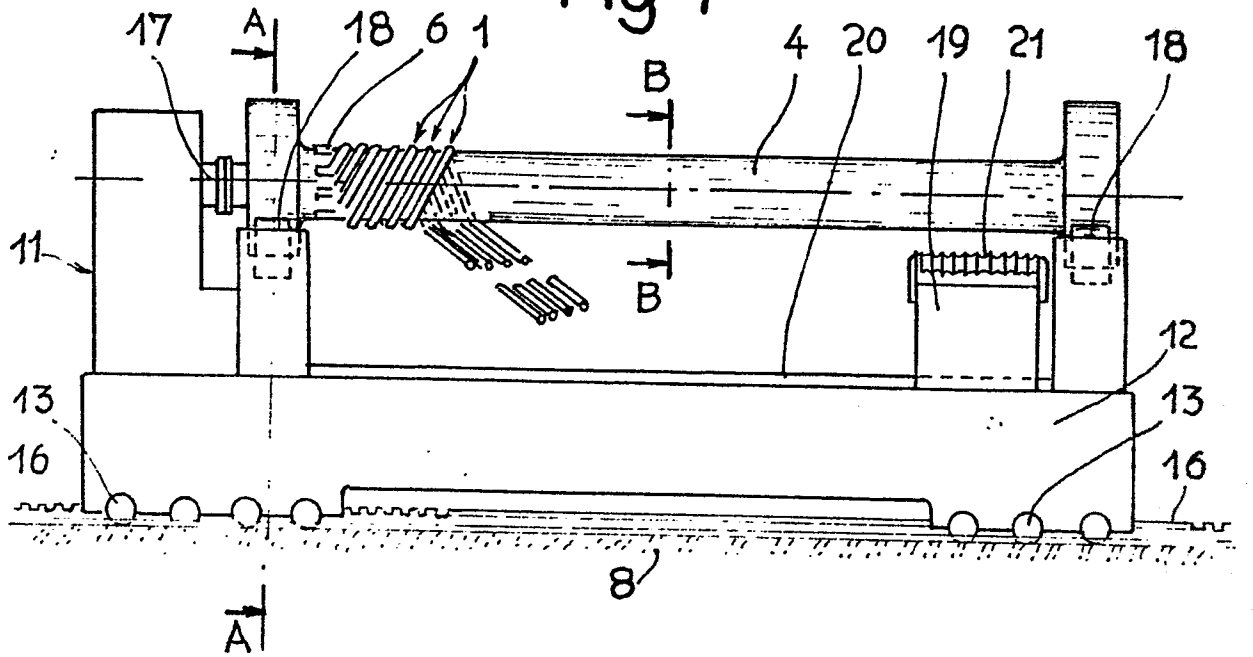


Fig 8

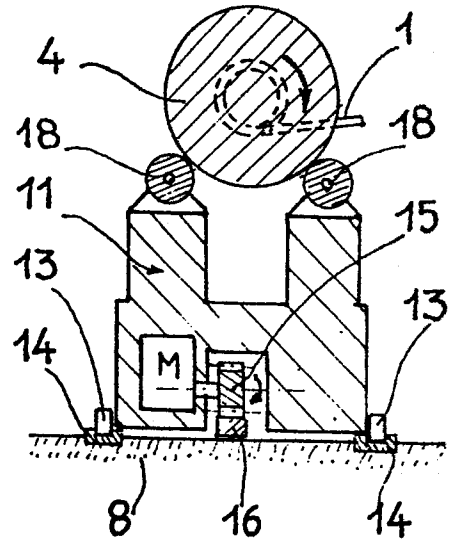
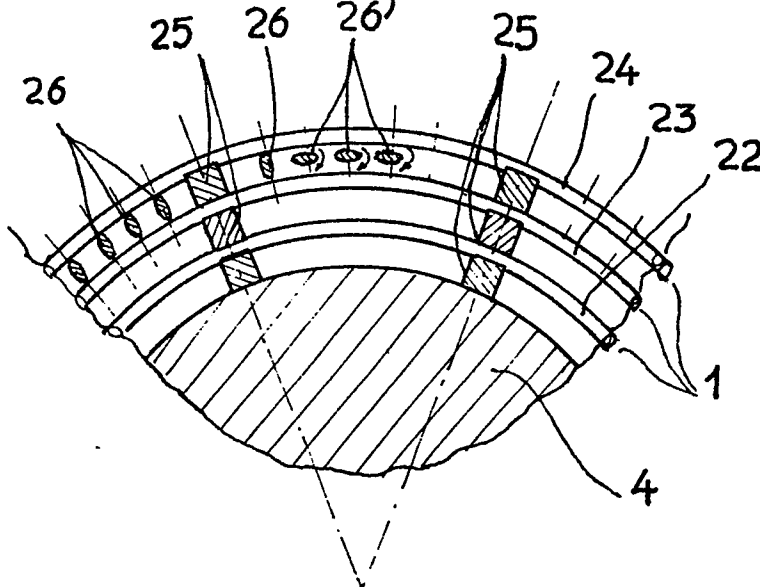


Fig 9





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. 3)
X	FR-A-2 009 311 (BABCOCK & WILCOX) * En entier *	1,6	B 21 D 11/06 B 21 D 53/02
X	US-A-2 697 868 (ARANT) * En entier *	1,6	
A	FR-A-2 404 187 (SOCIETE DES USINES QUIRI & CIE.)		
A	US-A-2 771 934 (PAYNE)		
A	FR-A-2 033 403 (LINDE AG.)		
A	DE-C- 526 752 (HILGERS)		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl. 3) B 21 D
Le présent rapport de recherche a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 19-10-1983	Examineur PEETERS L.
<p>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</p> <p>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</p> <p>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</p> <p>& : membre de la même famille, document correspondant</p>			