



N° 902.924

Classif. Internat.: B 21 D B 21 C

Mis en lecture le:

20-01-1986

MINISTRE DES AFFAIRES ECONOMIQUES

LE Ministre des Affaires Economiques,

Vu la loi du 24 mai 1854 sur les brevets d'invention

Vu le procès-verbal dressé le 18 juillet 1985 à 14 h 10

~~xx~~ l'Office de la Propriété industrielle

ARRÊTE :

Article 1. - Il est délivré à la Sté dite : COCKERILL MECHANICAL INDUSTRIES en abrégé C.M.I.

Avenue Greiner 1, 4100 Seraing

repr. par les Bureaux Vander Haeghen à Liège

un brevet d'invention pour Outil d'expansion hydraulique pour structure tubulaire

Article 2. - Ce brevet lui est délivré sans examen préalable, à ses risques et périls, sans garantie soit de la réalité, de la nouveauté ou du mérite de l'invention, soit de l'exactitude de la description, et sans préjudice du droit des tiers.

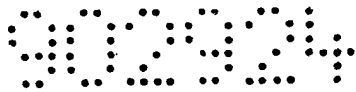
Au présent arrêté demeurera joint un des doubles de la spécification de l'invention (mémoire descriptif et éventuellement dessins) signés par l'intéressé et déposés à l'appui de sa demande de brevet.

Bruxelles, le 20 janvier 1986

PAR DELEGATION SPECIALE

le Directeur

L. WUYTS



5324/8633

Description jointe à une demande de

BREVET BELGE

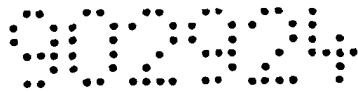
déposée par la société dite

COCKERILL MECHANICAL INDUSTRIES,

en abrégé C. M. I.

ayant pour objet: Outil d'expansion hydraulique
pour structure tubulaire

Qualification proposée: BREVET d'INVENTION



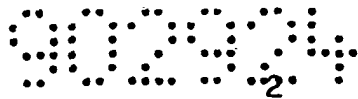
Outil d'expansion hydraulique pour structure tubulaire

L'invention concerne un outil pour réaliser l'expansion hydraulique de structures tubulaires.

5 Dans la fabrication de nombreux équipements industriels (échangeur de chaleur, générateur de vapeur, tube autofretté par exemple), il est nécessaire de pratiquer une expansion d'éléments tubulaires. Ces éléments tubulaires ont des diamètres et des épaisseurs très variables. A titre indicatif, les diamètres des tubes
10 de générateurs de vapeur pour centrales nucléaires sont de l'ordre de 20 mm pour une épaisseur de paroi de l'ordre de 1 mm alors que certains tubes autofrettés en défense ont des diamètres de l'ordre de 100 à 200 mm avec des épaisseurs de paroi de l'ordre de 40 à 80 mm.

15

Un procédé courant pour réaliser l'expansion d'éléments tubulaires est le mandrinage hydraulique. De façon classique, le mandrinage hydraulique se fait à l'aide



d'un mandrin que l'on introduit dans le tube à expanser et qu'on alimente en fluide sous pression. Le mandrin est muni de joints annulaires de très petite section qui ferment de façon étanche les extrémités de la chambre
5 d'expansion hydraulique annulaire formée entre la face interne du tube à expanser et la surface extérieure du mandrin lorsque celui-ci se trouve en place à l'intérieur dudit tube. De tels joints, à diamètre et section constants, ne permettent pas
10 d'assurer systématiquement un contact satisfaisant avec la face interne du tube pour des tubes dont le diamètre varie suivant les tolérances de fabrication usuelles. De ce fait, il doit souvent être fait usage de plusieurs mandrins et joints de diamètres différents
15 pour suivre les variations du diamètre intérieur des tubes. De plus, si un diamètre minimum de tube correspond à un diamètre maximum de trou, il peut encore se produire une fuite au joint et, par ailleurs, le tube peut ne pas être suffisamment mandriné contre la paroi
20 du trou.

Enfin, entre partie mandrinée et partie non mandrinée du tube, étant donné le petit diamètre des joints (généralement de l'ordre de 1 à 2 mm), la déformée
25 du tube est accusée (d'où développement de tensions importantes dans cette zone), et pendant la durée de vie de l'équipement, il peut se développer des fissurations qui pénalisent la fiabilité de l'équipement, nécessitent l'arrêt des installations et le bouchonnage
30 des tubes déficients.

L'invention a pour but de pallier les inconvénients de l'art antérieur par un outil d'expansion hydraulique pour tube, caractérisé par des joints comportant une
35 partie en forme de jupe qui enveloppe une partie du



corps de l'outil à une faible distance de la surface
de ce corps, ladite jupe ayant une épaisseur qui
décroit depuis une section prédéterminée jusqu'à son
bord extérieur et étant constituée d'un matériau
5 ayant une souplesse suffisante pour pouvoir se rétreindre
également en diamètre lorsque l'outil se trouve
introduit dans un tube.

Pour l'expansion sur de grandes longueurs, les joints
10 selon l'invention sont montés sur un corps allongé
comprenant une chambre d'expansion interne qui s'étend
entre deux compartiments de pression, le premier com-
partiment de pression communiquant uniquement avec
ladite chambre d'expansion interne, le second comparti-
15 ment de pression étant en communication avec la chambre
d'expansion interne et avec un canal d'amenée d'un
fluide de pression destiné à créer une pression dans
lesdits compartiments de pression afin de maintenir un
allongement constant du corps de l'outil pendant qu'une
20 pression existe dans la chambre d'expansion annulaire.

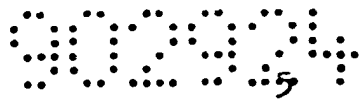
L'invention a également pour objet un procédé d'expansion
hydraulique d'un tube de grande longueur qui assure que
les joints de la chambre d'expansion hydraulique ne se
25 déplacent que lorsque la pression est nulle dans ladite
chambre d'expansion, ce qui permet d'assurer l'étanchéité
parfaite pendant la montée en pression et d'augmenter la
durée de vie des joints.

30 L'invention est exposée dans ce qui suit avec référence
aux dessins ci-annexés dans lesquels:

- . la figure 1 est une vue d'un premier mode de réali-
sation exemplaire de l'outil selon l'invention,
- . la figure 2 est une vue en coupe d'un joint selon
35 l'invention utilisé dans l'outil montré à la figure 1,

- . la figure 3 montre le joint de la figure 2, introduit dans un tube à expanser,
- . les figures 4 et 5 illustrent deux exemples d'exécution de la jupe d'un joint selon l'invention,
- 5 . la figure 6 montre l'outil selon la figure 1 mis en place à l'intérieur d'un tube à mandriner dans une plaque tubulaire,
- . la figure 7 est une vue en coupe d'une variante d'exécution de l'outil de la figure 1,
- 10 . la figure 8 est une vue en coupe d'un deuxième mode de réalisation d'outil selon l'invention.

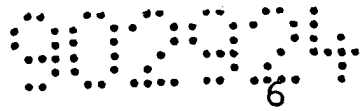
Dans le mode de réalisation exemplaire représenté à la figure 1, l'outil d'expansion hydraulique selon l'invention comprend un corps allongé 1, composé par exemple de trois parties 11, 12, 13 vissées l'une dans l'autre, qui porte à ses extrémités deux joints 2 et 3 conformes à l'invention. La longueur du corps 1 et partant la distance entre les joints 2 et 3, est ajustable par vissage adéquat des parties 11 et 13 dans la partie médiane 12 avec éventuellement interposition de rondelles. Le joint 2 est serré contre une extrémité du corps 1 par un organe de compression 4 fixé intérieurement dans ledit corps. Au-dessus de l'organe de compression 4 est monté un organe de raccord 5 pour le raccordement de l'outil à un groupe hydraulique destiné à alimenter l'outil en fluide sous pression pour produire le mandrinage. L'organe de raccord 5 et l'organe de compression 4 sont traversés axialement par un conduit d'amenée de fluide d'expansion 6 qui communique avec un conduit de fluide d'expansion 7 ménagé dans le corps 1 et débouchant à la surface latérale extérieure du corps par des orifices 10. Le joint 3 est serré contre l'autre extrémité du corps 1 par un organe de compression 8 fixé intérieurement dans ledit corps 1 et devant l'organe de compression 8 est fixée la tête d'introduction 9.



Les joints comportent un corps cylindrique ou tronconique 21 et une partie en forme de jupe 22 qui entoure une partie du corps 1 à une faible distance de la surface extérieure de celui-ci (figure 2). La jupe a une épaisseur qui décroît vers son bord extérieur 23 et une zone marginale 24 qui a un diamètre extérieur légèrement plus grand que le diamètre intérieur d'un tube à expanser T. A son bord extérieur 23 la jupe du joint présente de préférence un biseau 25 pour faciliter l'introduction dans un tube. La jupe 22 est avantageusement constituée d'une matière souple ou relativement souple de manière qu'elle puisse se rétreindre légèrement en diamètre lorsqu'elle se trouve introduite dans un tube à expanser (figure 3).

La forme géométrique et la composition de la matière de la jupe peuvent être adaptées à chaque application spécifique. On peut concevoir une jupe en matière entièrement souple pour des expansions importantes sous pression peu élevée. On peut concevoir une jupe en matière relativement rigide pour des expansions modérées sous très haute pression. On peut concevoir une jupe à matériaux multiples pour d'autres cas. De même, la forme géométrique de la jupe peut être spécifique à la déformée que l'on veut obtenir sur la structure tubulaire après expansion hydraulique.

Pour en améliorer le cas échéant la souplesse, la jupe 22 des joints peut être sectionnée d'entailles de faible largeur 26 comme illustré aux figures 4 et 5, par exemple. Dans l'exécution montrée à la figure 4, les entailles 26 sont radiales et dans l'exécution montrée à la figure 5, les entailles sont transversales à angle droit. Ces entailles permettent à la jupe du joint de suivre une déformation radiale importante du tube à expanser tout en restant en comportement élastique. Cette option



est avantageuse dans les cas où la matière utilisée pour la jupe 22 ne pourrait, si la jupe était réalisée sans entailles, suivre une déformation importante sans plastifier.

5

La réalisation du joint en forme de jupe confère au joint une souplesse qui permet une adaptation parfaite aux variations de diamètre des tubes. Ce comportement souple et élastique assure que les tubes soient toujours adéquatement mandrinés quelles que soient les tolérances de fabrication portant sur le diamètre des tubes et sur le diamètre des trous recevant ces tubes.

15

La transition entre partie mandrinée et partie non mandrinée a une géométrie à variation beaucoup plus douce que dans le mandrinage classique. En particulier, la forme de la jupe à épaisseur variable peut être calculée de telle sorte que la déformée du tube n'induisse pas dans celui-ci de tensions menant à la fissuration du tube; ceci augmente la fiabilité de l'équipement et évite des arrêts d'installation avec bouchonnage des tubes défectueux.

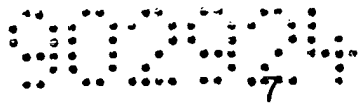
25

Du fait de la grande souplesse du joint s'adaptant à toutes les tolérances des tubes et des trous, on peut prévoir des ensembles de plusieurs mandrins identiques tenus dans un même bloc de distribution hydraulique, ce qui permet de mandriner plusieurs tubes simultanément.

30

Les blocs de distribution hydraulique peuvent avoir différentes formes géométriques. En particulier, le bloc qui servira à mandriner la partie centrale d'une plaque tubulaire de générateur de vapeur, par exemple, pourra être de section rectangulaire (section parallèle à la face

35

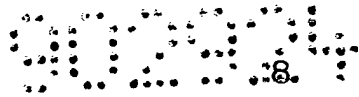


de la plaque), alors qu'au bord de la plaque, on pourra
faire usage d'un bloc à section partiellement courbe.
Cette possibilité permet de réduire considérablement
le temps de mandrinage (d'un facteur 2 à un facteur 10
5 suivant le nombre de tubes et la profondeur à mandriner),
ce qui diminue les coûts et les délais de fabrication.

La longueur du corps de l'outil est ajustée en fonction
de l'épaisseur locale de la plaque dans laquelle doit
10 être monté le tube à expandier. La figure 6 représente
l'outil selon la figure 1 positionné dans un tube T
devant être mandriné dans une plaque tubulaire PT.
L'outil est positionné de telle manière que les joints
2 et 3 qui limitent la chambre d'expansion annulaire 20
15 se trouvent localisés au droit des passages d'entrée
et de sortie du tube T dans la plaque tubulaire PT de
telle sorte qu'un mandrinage correct du tube T soit
assuré sur toute sa longueur.

20 La figure 7 représente une variante de l'outil de la
figure 1 dans laquelle les jupes des deux joints
2 et 3 sont réunies par une gaine 27 qui délimite
extérieurement la chambre d'expansion annulaire 20
permettant de conserver le fluide d'expansion entre
25 deux mandrinages successifs. La gaine 27 peut être
entourée d'une structure métallique flexible pour
stabiliser les dimensions des joints.

Dans le cas de l'expansion hydraulique sur de grandes
30 longueurs (autofrettage), la pression qui s'établit
dans la chambre d'expansion annulaire 20 exerce un
effet de fond sur les extrémités de l'outil et allonge
celui-ci. Cet allongement provoque un déplacement des
joints, de sorte que ceux-ci glissent ainsi sur la
35 paroi interne du tube pendant la mise sous pression.



Un tel glissement peut être préjudiciable à une bonne tenue du joint à la pression.

5 Ce glissement peut être évité grâce à un mode de réalisation tel que représenté à la figure 8. Cette figure montre un outil d'expansion selon l'invention mis en place dans un tube long T à autofretter. L'illustration est interrompue dans sa partie médiane et seule les extrémités de l'outil sont représentées.

10 Sur ce dessin on distingue le corps allongé 1 de l'outil, les joints à jupe 2 et 3 selon l'invention et le canal 7 d'amenée du fluide d'expansion. Le présent mode d'exécution se caractérise par le fait que, vers ses extrémités, le corps 1 présente deux compartiments 31 et 32,

15 appelés compartiments de pression, communiquant entre eux par une chambre d'expansion interne 33 traversant le corps 1 axialement. Dans l'exemple représenté, les compartiments de pression 31 et 32 sont formés par des bouchons 34 et 35 vissés dans le corps 1. Les extré-

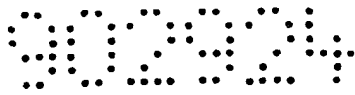
20 mités internes des bouchons sont garnies de joints d'étanchéité 36, 37. Le compartiment de pression 32 communique non seulement avec la chambre d'expansion interne 33 précitée, mais également avec un canal d'amenée de fluide de pression 38 dont le rôle apparaîtra au cours de la description du procédé de mise en

25 expansion du tube T.

Ce procédé selon l'invention se déroule comme suit.

30 Par le canal 38 on injecte progressivement à l'intérieur du corps 1, un fluide de pression (flèche B) qui se propage dans le compartiment 32 et, par la chambre d'expansion interne 33, dans le compartiment 31 en créant dans ces compartiments une pression P1 qui s'exerce sur les sections des bouchons 34 et 35 et y engendre des effets de fond

35 croissants. Les différences éventuelles d'effet de fond



sont reprises par les bagues 41 et 42. Les effets de fond créés dans les compartiments de pression 31 et 32 produisent un allongement A1 de l'outil d'expansion pendant que les joints 2 et 3 glissent sur le tube T sans qu'une pression soit appliquée dans la chambre d'expansion annulaire 20.

Ensuite, par le canal 7 on injecte progressivement le fluide d'expansion (flèche A) dans la chambre annulaire 20, créant une pression P2 qui s'exerce sur les sections sous les jupes des joints 2 et 3 et y produit des effets de fond. Pendant la montée de la pression P2, on diminue la pression P1 de telle sorte que la somme des effets de fond créés dans les chambres d'expansion 20 et 33 garde l'allongement A1 de l'outil constant pendant la mise en expansion du tube T. De la sorte, les joints 2 et 3 ne se meuvent pas axialement pendant la montée en pression dans la chambre d'expansion annulaire 20.

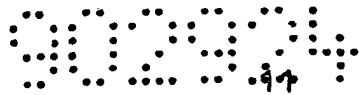
Lorsque l'expansion du tube T est terminée, on diminue la pression P2 et simultanément on fait remonter la pression P1 de telle sorte que la somme des effets de fond garde toujours l'allongement A1 constant pendant la tombée de pression dans la chambre annulaire 20. De la sorte, les joints 2 et 3 ne se meuvent pas axialement pendant la tombée de pression dans la chambre d'expansion 20 et lorsque la pression dans celle-ci devient nulle, on peut aussi diminuer la pression P1 jusqu'à une valeur nulle.

Grâce à cette conception de l'outil et au procédé de mise en expansion tels que décrits, les joints 2 et 3 ne se déplacent que lorsque la pression est nulle dans la chambre d'expansion 20, ce qui permet d'assurer l'étanchéité pendant la montée en pression du fluide d'expansion et d'augmenter la durée de vie des joints.



REVENDICATIONS

1. Outil d'expansion hydraulique pour tube, comprenant un corps allongé portant deux joints destinés à s'adapter contre la surface intérieure d'un tube à
expanser,
5 caractérisé en ce que chacun desdits joints (2, 3) comporte une partie en forme de jupe (22) qui entoure une partie du corps à une faible distance de la surface de celui-ci, ladite jupe ayant une épaisseur qui décroît depuis une section prédéterminée jusqu'à son
10 bord extérieur (23) et étant constituée d'un matériau ayant une souplesse suffisante pour pouvoir se rétreindre légèrement en diamètre lorsque l'outil se trouve introduit dans un tube.
- 15 2. Outil selon la revendication 1, caractérisé en ce que ladite jupe (22) d'un joint est sectionnée par plusieurs entailles (26).
- 20 3. Outil selon la revendication 1, caractérisé en ce que le diamètre de la jupe (22) à son bord extérieur (23) est légèrement plus grand que le diamètre intérieur du tube à expanser.
- 25 4. Outil selon la revendication 1, caractérisé en ce que la surface extérieure de la jupe (22) a un diamètre légèrement plus grand que le diamètre intérieur du tube à expanser sur une zone marginale prédéterminée (24).
- 30 5. Outil selon la revendication 1, caractérisé en ce que les jupes (22) des deux joints précités (2, 3) sont réunies par une gaine cylindrique (27) qui limite extérieurement la chambre d'expansion annulaire (20).



6. Outil selon la revendication 1, caractérisé en ce que le corps (1) de l'outil comprend une chambre d'expansion interne (33) qui s'étend entre deux compartiments de pression (31, 32), le premier compartiment de pression (31) communiquant uniquement avec ladite chambre d'expansion interne (33), le second compartiment de pression (32) étant en communication avec la chambre d'expansion interne (33) et avec un canal d'amenée d'un fluide de pression (38).

10

7. Outil selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le corps (1) de l'outil a une longueur réglable.

15

8. Procédé d'expansion d'un tube à l'aide d'un outil hydraulique, caractérisé par les étapes suivantes :
(a) on crée une première pression (P1) à l'intérieur du corps (1) de l'outil de manière à produire un allongement prédéterminé (A1) dudit corps entre les deux joints (2, 3),

20

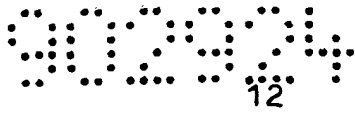
(b) on introduit le fluide d'expansion dans la chambre d'expansion annulaire (20) de manière à créer sur les sections d'extrémité de ladite chambre annulaire (20), une seconde pression (P2) qui croît progressivement jusqu'à une valeur maximale prédéterminée, la première pression (P1) se trouvant réduite progressivement à mesure que croît la seconde pression (P2), de manière à maintenir constant l'allongement (A1) du corps de l'outil pendant l'expansion du tube,

25

30

(c) on réduit la seconde pression (P2) jusqu'à une valeur prédéterminée après un laps de temps permettant l'expansion du tube, tandis que l'on fait remonter la première pression (P1) afin de maintenir l'allongement (A1) du corps constant pendant la tombée de la pression dans la chambre d'expansion annulaire (20),

35

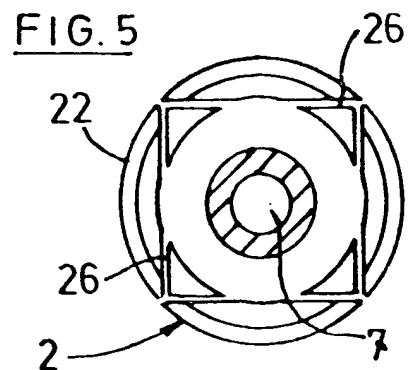
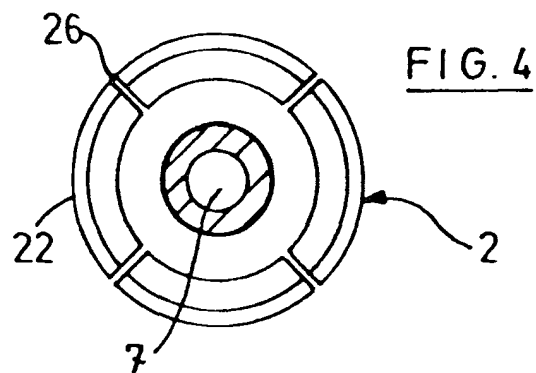
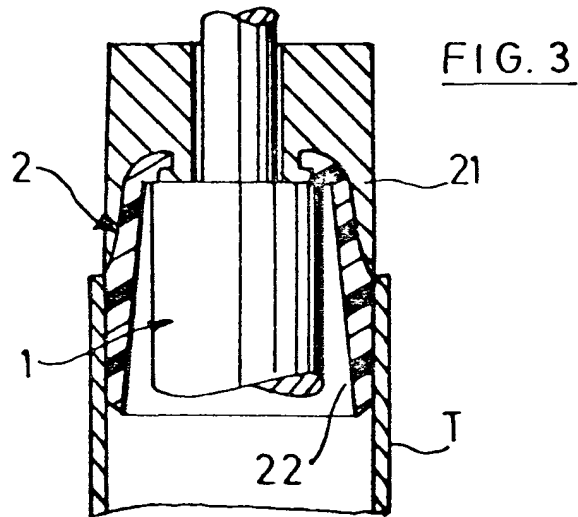
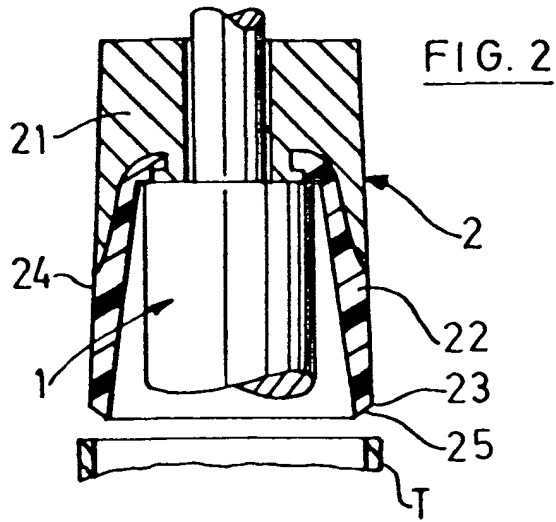
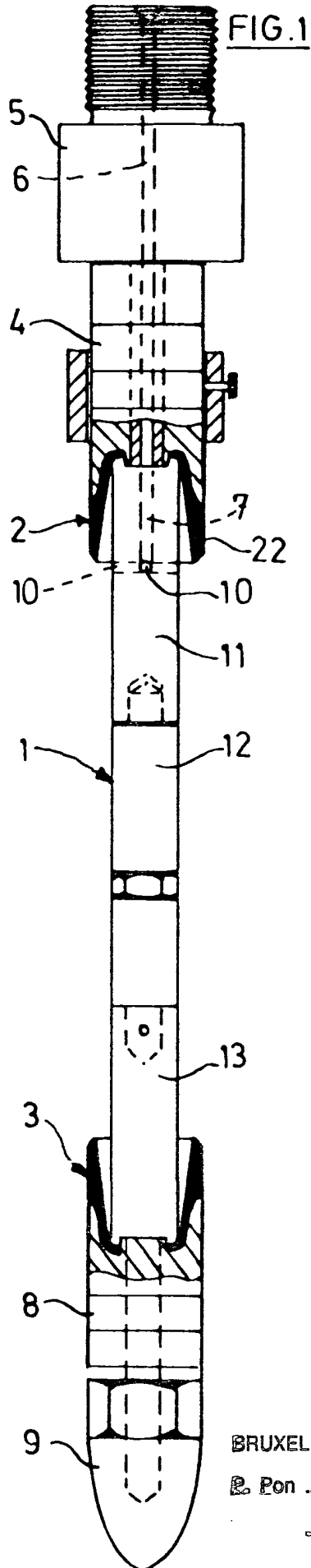


(d) on réduit la première pression (P_1) jusqu'à zéro lorsque la pression dans la chambre d'expansion annulaire (20) est devenue nulle.

BRUXELLES, le 18 JUIL. 1985

P. Pon Cockerill Mechanical
Industries,
en abrégé C. M. I.

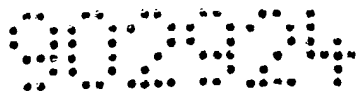
P. Pon BUREAU VANDER HAEGHEN



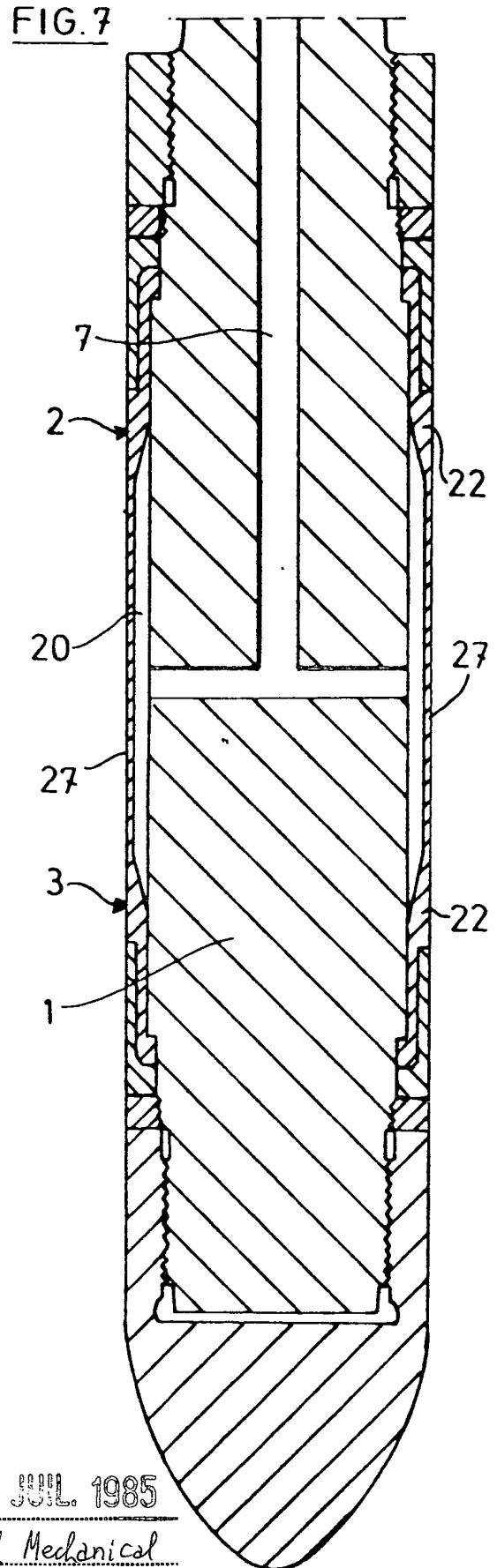
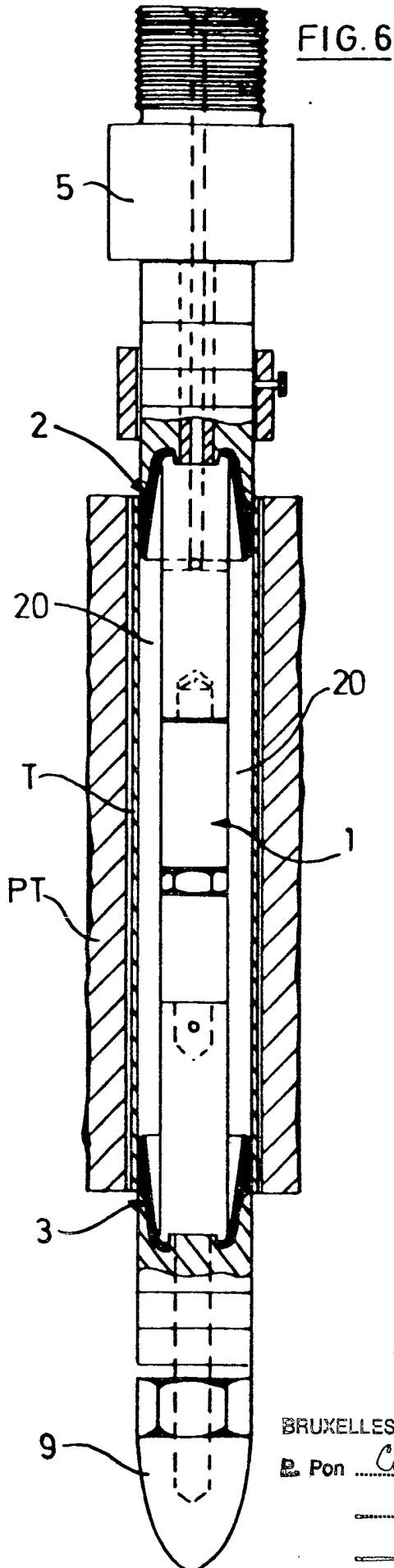
BRUXELLES, le 18 JUL. 1985
 P. Pon Cockerill Mechanical
 Industries,
 en abrégé C.M.I.

P. Pon BUREAU VANDER HAEGHEN

R. Dallery

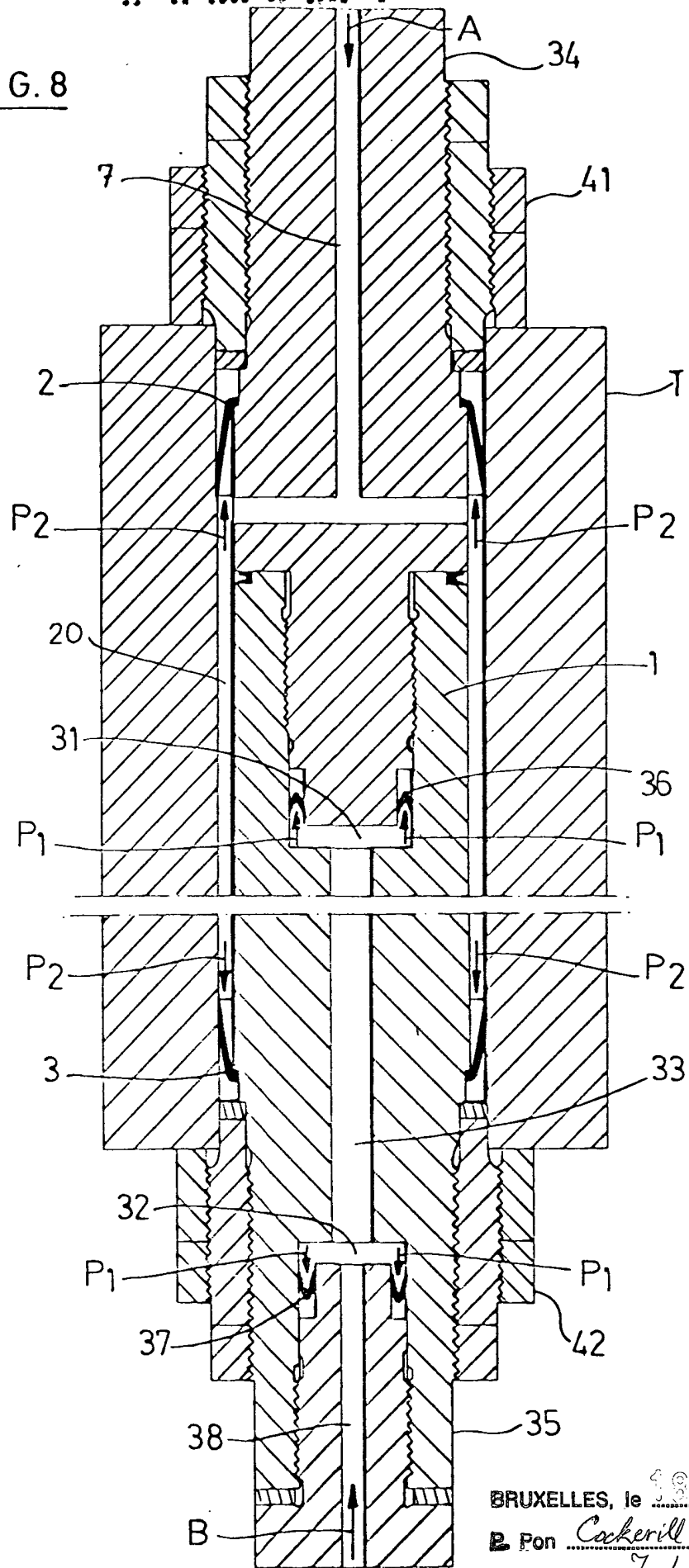


COCKERILL MECHANICAL INDUSTRIES, en abrégé C.M.I.



BRUXELLES, le 18 JUL 1985
E. Pon Cockerill Mechanical
Industries,
en abrégé C.M.I.
E. Pon BUREAU VANDER HAEGHEN

FIG. 8



BRUXELLES, le 19 JUL 1985
P. Pon Cockerill Mechanical
Industries,
en abrégé C.M.I.
P. Pon BUREAU VANDER HAEGHEN
R. Bellon