

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 81 15280

(54) Mandrin courbe pour vulcanisation d'un tuyau en polymère et procédé d'utilisation.

(51) Classification internationale (Int. Cl. ³). B 29 H 3/042, 5/00, 7/14.

(22) Date de dépôt..... 6 août 1981.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 6 du 11-2-1983.

(71) Déposant : Société dite : DAYCO CORPORATION, société de droit américain. — US.

(72) Invention de : Richard F. Davis.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Cabinet Madeuf, conseils en propriété industrielle,
3, av. Bugeaud, 75116 Paris.

La présente invention concerne un mandrin courbe, un procédé de fabrication d'un tel mandrin et un procédé de vulcanisation d'un tuyau en polymère non vulcanisé sur un tel mandrin courbe.

5 On utilise très couramment des tuyaux confectionnés principalement en une matière polymère pour contenir et acheminer des fluides de tous les genres. Dans de nombreuses applications, par exemple dans la fabrication d'automobiles, de camions, d'autobus, d'avions, de locomotives et d'embarcations de types variés, on est obligé
10 de donner à ces tuyaux des profils non rectilignes préformés, comprenant des courbes dans un ou plusieurs plans.

Les spécialistes connaissent la technique de production de tuyaux courbes en polymères consistant à supporter des tuyaux polymères non vulcanisés sur des mandrins rigides sensiblement non flexibles pendant la vulcanisation pour obtenir ainsi des tuyaux présentant des formes précises et des zones non aplaties pour l'écoulement sur toute la longueur du tuyau. Un exemple d'un mandrin
15 rigide courbe est décrit dans le brevet U.S. 4 015 918.

Cependant, quand on produit un tuyau courbe sur un mandrin rigide courbe, il est en général très difficile d'installer le tuyau avant la vulcanisation et d'enlever ce tuyau après la vulcanisation, ces opérations nécessitant aussi beaucoup de temps. En outre, l'enlèvement du tuyau vulcanisé provoque fréquemment un endommagement du tuyau lui-même et/ou du mandrin, l'endommagement du tuyau obligeant fréquemment à mettre au rebut le tuyau vulcanisé tout entier. Toutes ces considérations en rapport avec le temps nécessaires pour manipuler un tuyau
25 lors de son traitement sur un mandrin rigide courbe et les éventuels endommagements du tuyau et/ou du mandrin pendant l'enlèvement sont à l'origine des prix de revient excessifs de production d'un tuyau courbe.

35 La présente invention a pour but principal de réaliser un mandrin courbe perfectionné et un procédé de fabrication d'un tel mandrin, pour supporter un tuyau en polymère non vulcanisé pendant la vulcanisation et

définir ainsi une forme courbe correspondante dans le tuyau vulcanisé, à l'aide du mandrin, son utilisation permettant de produire des tuyaux vulcanisés courbes avec un minimum de frais.

5 L'invention a également pour objet un tel mandrin courbe qui procure un support rigide non flexible pour un tuyau en polymère non vulcanisé pendant sa vulcanisation.

L'invention vise encore à créer un procédé perfectionné de vulcanisation d'un tuyau en polymère non vulcanisé sur un mandrin courbe du type spécifié.

Pour obtenir les résultats indiqués, l'invention prévoit un mandrin courbe du type décrit, comprenant : une série d'éléments disposés bout à bout pour définir le mandrin, y compris des moyens prédéterminés de courbure dans celui-ci ; des moyens de verrouillage des éléments dans une seule position pour définir la structure et les moyens de courbure ; et des moyens de maintien facilement montables et démontables pour retenir les éléments axialement l'un contre l'autre après l'inter-verrouillage des éléments. Les éléments avec les moyens d'inter-verrouillage et les moyens de maintien permettent de réaliser un mandrin sensiblement droit pour une installation facile d'un tuyau rectiligne non vulcanisé sur le pourtour du mandrin, pour ainsi définir la forme et les moyens de courbure dans le mandrin et le tuyau non vulcanisé et, après la vulcanisation, pour obtenir un certain jeu et un espacement axial entre les éléments afin de permettre un enlèvement facile du tuyau courbe vulcanisé de sa position sur le pourtour des éléments.

30 Diverses autres caractéristiques de l'invention ressortent d'ailleurs de la description détaillée qui suit.

Des formes de réalisation de l'objet de l'invention sont représentées, à titre d'exemples non limitatifs, au dessin annexé.

35 La fig. 1 représente un mode de réalisation d'un tuyau courbe vulcanisé qu'on confectionne en utilisant le mandrin selon l'invention.

Les fig. 2 à 7 montrent les opérations successives

qu'on peut mettre en oeuvre pour permettre la vulcanisation d'un tuyau polymère non vulcanisé et ainsi obtenir le tuyau représenté sur la fig. 1.

La fig. 8 montre la manière dont le mandrin est rétabli à sa structure initiale droite ou rectiligne préalablement au montage d'un tronçon droit de tuyau en polymère non vulcanisé sur le mandrin comme indiqué sur les fig. 2 et 3.

La fig. 9 est une vue à plus grande échelle du mandrin selon l'invention portant un tuyau non vulcanisé, certaines parties étant en coupe transversale, d'autres étant en élévation et d'autres encore étant en arrachement, cette figure faisant ressortir particulièrement les détails des divers éléments du mandrin, lorsque le mandrin et le tuyau sont essentiellement dans la position de la fig. 3 et avant l'obtention d'un profil final prédéterminé du mandrin comme indiqué sur la fig. 4.

La fig. 10 est une coupe transversale par la ligne 10-10 de la fig. 9.

La fig. 11 est une vue similaire à la fig. 9 montrant le mandrin et le tuyau dans la position représentée sur la fig. 4.

La fig. 12 est une coupe transversale par la ligne 12-12 de la fig. 11.

Les fig. 13, 14 et 15 montrent trois types différents d'éléments de mandrin pouvant servir à monter le mandrin selon les fig. 2 à 12.

La fig. 16 représente une modification de l'élément de mandrin représenté sur la fig. 13.

Les fig. 2 à 12 représentent un mode de réalisation d'un mandrin 20 selon l'invention, mandrin dont le but est de supporter un tuyau en polymère non vulcanisé afin d'en effectuer la vulcanisation. Pour simplifier la présentation et la description, le tuyau porte la référence H sur toutes les figures, indépendamment du fait qu'il soit sous une forme droite non vulcanisée, courbe non vulcanisée ou courbe vulcanisée.

Le mandrin 20 présente une surface de support

rigide et sensiblement non flexible S sur toute sa superficie pendant la vulcanisation de la structure. L'agencement d'un tel mandrin est tel que, une fois qu'un tuyau H a été vulcanisé sur le mandrin, le tuyau vulcanisé H
5 peut être efficacement enlevé du mandrin, sans aucun endommagement du tuyau vulcanisé lui-même, du mandrin 20 ou des éléments du mandrin. L'utilisation d'un mandrin rigide non flexible permet d'obtenir un tuyau courbe vulcanisé H d'une structure précise et présentant une zone d'écoulement
10 non aplatie sur toute sa longueur.

Le mandrin 20 comprend plusieurs éléments coopérants (fig. 9 et 11), dont un élément qu'on appellera par la suite élément de base 21 à une extrémité du mandrin, un élément 22 appelé élément de nez (ou "nez") à son extrémité opposée et une série de trois types d'éléments
15 entre l'élément de base 21 et l'élément de nez 22 ; les trois types d'éléments sont désignés d'une façon générale par les références 23, 24 et 25, un petit nombre seulement de tels éléments représentatifs étant ainsi désigné.

20 Les éléments 21, 22, 23, 24 et 25 sont disposés bout à bout et définissent fondamentalement la structure globale du mandrin, y compris les moyens prédéterminés de courbure. Dans l'exemple choisi, les éléments de courbure sont constitués par une seule courbe plane 26 prévue
25 dans le mandrin. Cette référence à la courbe 26 comme étant une courbe "plane" unique sert à indiquer que l'axe central du mandrin 20 et du tuyau H se situe dans un seul plan.

Le mandrin 20 comporte également des moyens 20
30 d'inter-verrouillage des éléments 21 à 25 en une seule position seulement pour définir la structure fondamentale du tuyau H et de la courbe 26 ; on prévoit également des éléments ou moyens 30 faciles à monter et à démonter et servant à retenir les éléments 21 à 25 axialement les
35 uns contre les autres après l'inter-verrouillage mutuel. Les éléments 21 à 25 avec leurs moyens d'inter-verrouillage 27 et leurs moyens de maintien 30 sont adaptés pour réaliser un mandrin sensiblement rectiligne comme repré-

senté 32 à la fig. 2 pour la mise en place facile sur lui d'un tuyau rectiligne H non vulcanisé. Les éléments 21 à 25, avec leurs moyens d'inter-verrouillage 27 et leurs moyens de maintien 30, servent également à définir le
5 profil du mandrin comprenant la courbe 26, comme on peut le voir sur la fig. 11. Ces éléments, ensemble avec les moyens d'inter-verrouillage et les moyens de maintien, permettent également de donner du jeu et d'établir un
10 espacement axial entre les éléments afin de permettre un enlèvement aisé du tuyau vulcanisé de sa position autour des éléments, comme on peut le voir par exemple en 33 sur la fig. 7.

Les éléments 23 à 25 sont fondamentalement des éléments cylindriques (fig. 13 à 15) dont chacun présente
15 des faces terminales opposées. Pour faciliter et simplifier la présentation, les faces terminales correspondantes (comme on peut les voir sur les éléments 23 à 25 assemblés dans le mandrin 20), de chacun de ces éléments sont désignées par les mêmes références numériques 34 et 35. Ces
20 faces 34 et 35 sont fondamentalement planes. La face 34 de chaque élément présente un bossage 36 dirigé vers l'extérieur, alors que la face 35 de chaque élément présente un évidement 37. L'élément de base 21 présente également une face terminale plane 35 avec un évidement 37
25 alors que l'élément de nez 22 présente une face plane 34 munie d'un bossage 36. La totalité ou la majeure partie de la paroi latérale de chaque élément 21 à 25 est constituée par la paroi latérale cylindrique 38.

Comme il a été précédemment indiqué, le mandrin
30 comporte des moyens 27 pour verrouiller ensemble les éléments 21 à 25 en une seule position et pour définir le profil du mandrin 20 y compris sa courbe 26. Les moyens d'inter-verrouillage 27 comprennent chacun un évidement 37 et un bossage 36 qui coopèrent ensemble et qui sont
35 formés respectivement dans les faces adjacentes 35 et 34 de chaque paire d'éléments adjacents de sorte que les bossages et les évidements coopérants de tous les éléments 21 à 25 définissent les moyens d'inter-verrouillage.

- Chaque évidement 37 et chaque bossage 36 formant chaque paire coopérante d'éléments d'inter-verrouillage sont disposés par rapport à la face terminale correspondante de manière à assurer l'inter-verrouillage, de sorte
- 5 que tous les éléments 21 à 25 peuvent être inter-verrouillés seulement dans une position, comme il a été précédemment expliqué. Cette position particulière est prédéterminée pour chaque mandrin courbe donné 20 dont le but est de permettre la production d'un tuyau courbe particulier.
- 10 En outre, le nombre d'éléments du mandrin, leur emplacement le long du mandrin et les emplacements précis des bossages ou des évidements de tous les éléments sont tous prédéterminés de sorte que, lorsqu'on fait tourner les éléments 22 à 25 dans le sens contraire des aiguilles d'une montre
- 15 (voir la flèche 39 sur la fig. 8) aussi loin qu'il est possible, le mandrin 20 prend la forme rectiligne que l'on voit sur cette figure.

Dans le présent exemple, le mandrin 20 comprend treize éléments qui ont été construits pour permettre un

20 façonnage précis et une bonne vulcanisation du tuyau H de la fig. 1. Plus précisément, lors de la construction du mandrin 20, le premier élément est l'élément de base 21 qui est fixé de façon amovible à une plaque de support 40 par des moyens appropriés de fixation, par exemple des

25 boulons filetés 41. Ces boulons traversent des ouvertures pratiquées dans une collerette de l'élément 21 et sont visés dans des trous taraudés 42 dans la plaque 40. Les second et troisième éléments à l'extérieur de l'élément de base 21 sont deux éléments 23, le quatrième élément

30 est un élément 24, le cinquième et le sixième élément sont deux éléments 25, le septième et le huitième élément sont deux éléments 24, le neuvième, dixième et onzième élément sont trois éléments 25, le douzième élément est de nouveau un élément 24 et enfin le treizième élément

35 est l'élément de nez 22.

L'évidement 36 et le bossage 37 de chaque paire coopérante d'éléments s'étendent sur les faces respectives suivant un arc de cercle ayant un rayon particulier pour

faciliter ainsi le mouvement de chaque bossage dans son évidement. Le rayon de chaque arc s'étend depuis l'axe central A de l'élément correspondant. Avec cette construction, les éléments de chaque paire sont fondamentalement rotatifs l'un par rapport à l'autre autour d'un axe longitudinal central commun aux deux éléments. Chaque évidement en arc de cercle présente une paroi terminale, représentée à titre illustratif par la paroi terminale 43 dans l'élément 23 sur la fig. 13, définissant une butée et déterminant la position limite d'un élément adjacent disposé plus extérieurement. Cette position limite, en coopération avec des positions similaires des autres éléments du mandrin, définit la position unique ou seule position dont il a été question précédemment et qui détermine le profil du mandrin.

Les éléments qui définissent la partie principale du mandrin appartiennent à trois types principaux désignés par les références 23, 24 et 25 et qui sont représentés sur les fig. 13, 14 et 15 respectivement.

L'élément 23 que l'on voit clairement sur la fig. 13 présente des faces terminales 34 et 35 qui sont parallèles. De préférence, les faces terminales 34 et 35 sont perpendiculaires à l'axe longitudinal central A de l'élément 23.

L'élément 24 est représenté clairement sur la fig. 15 et ses faces terminales 34 et 35 ne sont pas parallèles. L'une des faces terminales 35 est perpendiculaire à l'axe longitudinal central A de l'élément 24 alors que l'autre face terminale 34 fait un angle autre que 90° avec l'axe A.

L'élément 25 apparaît clairement sur la fig. 14 et ses faces terminales sont également non parallèles. Les deux faces terminales 34 et 35 de l'élément 25 font un angle autre que 90° avec l'axe longitudinal central A de cet élément.

Pour faciliter l'utilisation des moyens de maintien déjà cités en vue d'un maintien des éléments axialement les uns contre les autres après assemblage par les moyens d'inter-verrouillage 27, on voit que chacun des éléments

8.

21 et 23 à 25 présente une ouverture sensiblement centrale 46 qui traverse l'élément pour recevoir une portion du moyen de maintien 30. Chaque ouverture centrale 46 comprend une partie centrale cylindrique régulière 47 et
5 deux parties évasées vers l'extérieur 50 qui s'étendent depuis les parties terminales opposées de la partie centrale 47. Le but des parties évasées 50 de chaque ouverture 46 sera expliqué plus loin.

Comme il a déjà été dit, les moyens de maintien 30
10 sont faciles à monter et à démonter et ils comprennent un arbre flexible 51 (fig. 9 et 11), de préférence en un matériau métallique de résistance élevée. L'arbre 51 présente des possibilités de torsion aussi bien dans le sens des aiguilles d'une montre que dans le sens contraire,
15 et comporte une extrémité terminale 52 fixée de façon appropriée à une bride 53 qui est elle-même noyée dans l'élément de nez 22. La bride 53 présente un épaulement annulaire 54 dirigé vers l'extérieur à partir du corps principal de la bride et assurant qu'une fois que la
20 bride est noyée dans l'élément 22, il est pratiquement impossible de l'arracher de cet élément. La bride 53 présente également une partie dentée 56 qui assure la possibilité de noyer la bride 53 en position, l'arbre 51 étant maintenu solidement à l'encontre de toute rotation
25 par rapport au nez 22 du mandrin.

L'arbre flexible 51 suit un trajet en arc de cercle ou courbe 26 défini par les éléments coopérants d'inter-verrouillage 21-25 et comme on peut le voir sur les fig. 9 et 11 ; le diamètre extérieur de l'arbre 51 est tel
30 qu'un ample jeu existe entre l'arbre et les éléments 21 et 23 à 25.

On voit donc que ce diamètre est sensiblement plus petit que celui de la partie centrale 47 de chaque passage central 46 pour assurer le mouvement de l'arbre 51 par
35 rapport aux éléments 21 et 23 à 25 sur un mode exempt de grippage. Par ailleurs, chaque partie évasée 50 de chaque passage 46 assure l'absence de grippage entre les faces adjacentes des divers éléments.

L'arbre flexible 51 porte des filets externes 57 dans sa partie terminale libre et l'arbre 51 se termine par une extrémité 58 ayant la forme d'un parallélépipède rectangle. Les filets 57 coopèrent avec un autre composant 5 59 (fig. 9 et 11) qui constitue également les moyens de maintien 30. Le composant 59 est un élément en forme de disque qui est fixé à la plaque 40 par exemple par soudage et qui présente un filetage interne 60. Les filets 57 et 60 des éléments 51 et 59 respectivement constituent les 10 moyens de maintien 30 et permettent un montage et un démontage rapides et faciles des moyens de maintien.

L'élément de base 21 du mandrin 20 présente une gorge annulaire 61 ; cette gorge est sensiblement en U quand on l'observe en section transversale. La gorge 61 15 est spécialement conçue pour recevoir une extrémité intérieure du tuyau non vulcanisé H et maintenir cette extrémité intérieure en position pendant la vulcanisation.

Le nez 22 du mandrin présente une extrémité sensiblement hémisphérique ou en ogive 62 pour faciliter l'installation d'un manchon non vulcanisé sur le mandrin de 20 la façon indiquée sur la fig. 2. Le nez 22 présente également une cavité centrale 64 et un élément fileté 65 d'un seul tenant s'étendant centralement vers l'extérieur depuis le fond de la cavité 64, le rôle de cet élément 25 65 étant expliqué plus loin.

Le mandrin 20 comporte également un capuchon terminal 67 remplissant la double fonction de resserrage des moyens de maintien 30 et de soutien pour l'extrémité 30 extérieure du tuyau H. Le capuchon 67 présente une surface en gradins 70 ayant une section transversale en L qui coopère avec une partie intérieure cylindrique 71 de la surface du nez 22 afin de définir une gorge annulaire 72 sensiblement identique à la gorge annulaire 61 dans l'élément de base 21. La gorge 72 reçoit l'extrémité 35 extérieure du tuyau H, de sorte que le capuchon 67 procure le soutien précité de la même façon que l'engagement de l'extrémité intérieure du tuyau H dans la gorge 61 et le soutien de l'extrémité intérieure du tuyau par l'élément

de base 21. Le capuchon 67 présente une cavité spéciale 74 pour recevoir l'extrémité hémisphérique 62 de l'élément 22 et il comprend un bossage central 75 présentant des filets internes 76 pour vissage sur l'élément à filetage 5 externe 65.

Après avoir décrit en détail les constituants du mandrin 20, on va maintenant examiner les opérations nécessaires pour vulcaniser un tronçon rectiligne d'un tuyau en polymère non vulcanisé pour ainsi définir dans ce
10 tuyau une courbure permanente et pour obtenir essentiellement le tuyau vulcanisé H tel qu'on le voit sur les fig. 1 et 11. L'élément de base 21 est donc fixé sur la plaque 40, comme indiqué sur la fig. 9, en utilisant les boulons filetés 41 pour cette fixation. On installe ensuite
15 les second au douzième éléments dans des positions correctes qui ont été précédemment décrites et on fait tourner successivement chacun dans le sens contraire des aiguilles d'une montre, au moment de son installation jusqu'à ce que son bossage 36 vienne contre la paroi terminale
20 77 de l'évidement associé 37 situé au-dessous. Les premier au douzième éléments sont ainsi disposés en une colonne cylindrique verticale dans laquelle les passages 46 définissent un passage vertical continu. On place en position le nez 22 en faisant en sorte que l'arbre 51
25 traverse ledit passage vertical. Pendant ce processus d'installation, le filetage 57 se visse dans le taraudage 60 et le mandrin est alors dans la position indiquée en 32 sur la fig. 2.

On dispose un tronçon rectiligne d'un tuyau en polymère non vulcanisé H en alignement sur le mandrin (voir
30 fig. 2) et on le soumet à un mouvement télescopique axial sur le mandrin, comme indiqué par la flèche 80. Le tuyau non vulcanisé H est représenté après montage télescopique complet dans la position 81 sur la fig. 3, après quoi on
35 visse en position le capuchon 67.

On déplace relativement les éléments du mandrin et, dans l'exemple choisi, on les fait tourner dans le sens des aiguilles d'une montre, comme indiqué par la flèche 82

sur la fig. 4, après quoi les moyens d'inter-verrouillage 27, qui comprennent les évidements 37 et les bossages coopérants 36, sont agencés pour que les éléments 21 à 25 du mandrin soient inter-verrouillés en une seule position 5 possible définissant le profil du mandrin que l'on voit sur les fig. 4 et 11, y compris la courbure 26.

L'action d'inter-verrouillage qu'on obtient par la rotation relative des éléments 21 à 25 est obtenue pendant la même opération que celle de la fixation en position 10 des moyens de maintien 30 et, par conséquent, simultanément avec celle-ci. Les moyens de maintien 30 servent à retenir les éléments axialement les uns contre les autres après l'action d'inter-verrouillage pour empêcher tout mouvement relatif entre les éléments. L'action de maintien 15 par les moyens 30 est réalisée par les filets 57 de l'arbre flexible 51 venant se visser dans le taraudage 60 de l'élément 59. Cette action de vissage est obtenue simplement par vissage du capuchon 67 sur le nez 22 et ensuite la poursuite de la rotation du capuchon de la façon indiquée en 82 sur la fig. 4. 20

On vulcanise ensuite de façon appropriée l'ensemble du mandrin courbe 20 et du tuyau non vulcanisé H monté sur ce mandrin et pour cela on place cet ensemble dans un environnement de vulcanisation qui est représenté schématiquement par une chambre de vulcanisation 84 sur la fig. 5. 25 On soumet le tuyau H et le mandrin à une température et une pression prédéterminées pendant un temps également prédéterminé, tous ces paramètres étant déterminés selon la composition de la matière polymère du tuyau H, le tout 30 d'une façon bien connue des spécialistes.

Après vulcanisation, on enlève le mandrin 20 et le tuyau H et on les refroidit, puis on enlève le capuchon 67 en le faisant tourner dans le sens contraire des aiguilles d'une montre comme il est indiqué par la flèche 85 35 sur la fig. 6. Le nez 22 du mandrin peut alors être saisi à la main ou d'une autre façon convenable, comme on peut le voir par les flèches 86, puis on le fait tourner pour démonter les moyens de maintien 30.

Le démontage des moyens 30 procure un jeu et définit un espacement axial entre les éléments 21 à 25. Ce jeu et cet espacement axial, pendant que l'arbre 51 est encore fixé à l'élément 59, permettent d'enlever facilement le tuyau vulcanisé H de la façon indiquée en 33 sur la fig. 7. Une fois cette opération d'enlèvement terminée, on peut soumettre l'arbre 51 du dispositif de maintien 30 à un supplément de rotation dans le sens contraire des aiguilles d'une montre en faisant tourner le nez 22 de la façon indiquée en 39 sur la fig. 8 pour établir ainsi un espacement axial important entre les éléments du mandrin et obtenir en même temps le rétablissement des éléments 21 à 25 dans leurs positions initiales qui définissent une forme rectiligne du mandrin 20 (fig. 8). On obtient ce rétablissement simultané par les moyens d'inter-verrouillage 27 et, en particulier, par l'action des bossages 36 venant contre les parois terminales 77 des gorges.

Dans l'exemple décrit de l'invention, chaque face terminale de chaque élément 21 à 25 a été décrite comme étant une face plane contenant un évidement 37 ; cependant on conçoit qu'il n'est pas indispensable que chaque face terminale soit plane. D'autre part, pour faciliter l'emboîtement des éléments du mandrin avec un risque minimum de mouvement perpendiculaire à l'axe du mandrin entre deux éléments adjacents, chaque élément peut comporter des moyens appropriés d'emboîtement.

Les moyens représentatifs d'emboîtement sont représentés sur la fig. 16 pour un élément modifié 23 et comprennent une surface d'emboîtement 87 convexe vers l'extérieur et associée à la face terminale 34, et une surface 88 concave vers l'intérieur associée à la face terminale 35. Les surfaces 87 et 88 sont avantageusement des surfaces sensiblement hémisphériques et permettent l'emboîtement de chaque paire adjacente d'éléments avec un minimum de mouvement dans le sens transversal à l'axe longitudinal central du mandrin pendant le façonnage du mandrin 20 à une forme courbe ou profilée. Les autres surfaces ou parties de l'élément 23 ont les mêmes références

sur la fig. 16 que sur la fig. 13 et il est inutile de les étudier à nouveau. On conçoit également que chaque élément 24 et 25 pourrait également avoir des surfaces d'emboîtement comprenant une surface hémisphérique convexe vers l'extérieur 87 allant de la face terminale 34 de l'élément, et une surface hémisphérique concave vers l'intérieur 88 à partir de la face 35 de l'élément et vers l'intérieur de celui-ci. Par ailleurs, l'élément de base 21 pourrait avoir une surface hémisphérique concave 88 et le nez 22 pourrait avoir une surface hémisphérique convexe. L'assemblage des éléments 21 à 25 avec leurs surfaces hémisphériques et l'utilisation avec les autres composants du mandrin sont les mêmes que précédemment décrits.

15 Les éléments 21 à 25 du mandrin avec les moyens d'inter-verrouillage 27 et les moyens de maintien 30 permettent d'obtenir un mandrin sensiblement droit pour un montage facile d'un tuyau droit non vulcanisé sur le pourtour du mandrin, afin de définir le profil du mandrin 20 (y compris la courbure 36) et le même profil du tuyau non vulcanisé ; et aussi pour obtenir (après la vulcanisation) le jeu et l'espacement axial nécessaires entre les éléments 21 et 25 pour permettre un enlèvement facile du tuyau courbe vulcanisé de sa position autour des éléments du 25 mandrin sans aucun endommagement du tuyau ou du mandrin. Grâce au jeu et à l'espacement axial entre les éléments du mandrin, on peut réduire efficacement la tendance au grippage du tuyau H sur le mandrin courbe pendant son enlèvement.

30 Les éléments 21 à 25 du mandrin peuvent être construits en un matériau approprié quelconque métallique ou non métallique. On préfère cependant que ces éléments soient en une matière plastique synthétique appropriée. La matière plastique possède des propriétés antifriction 35 qui permettent une installation facile du tuyau non vulcanisé en position de vulcanisation et, après la vulcanisation, l'enlèvement facile du tuyau courbe vulcanisé. Les éléments de mandrin 21 à 25, la plaque 40, les moyens

de maintien 30, le capuchon 67 et tous les organes associés doivent pouvoir supporter les températures de vulcanisation et on peut les utiliser de façon répétée pour former un tuyau courbe H dans le cadre d'une fabrication en grande série. Dans les applications où les éléments 21 à 25 sont en un matériau métallique convenable, les surfaces extérieures venant en contact avec le tuyau peuvent subir un traitement pour faciliter un glissement facile du tuyau sur les éléments.

On a décrit le tuyau H comme étant recourbé dans un seul plan. On conçoit cependant que les concepts de l'invention restent applicables avec un mandrin courbe en composants analogues à ceux indiqués par les références 21 à 25 et comportant des moyens d'inter-verrouillage 27 ne permettant l'inter-verrouillage qu'en une seule position et des moyens de maintien 30 pour maintenir les éléments en assemblage, mandrin dont les éléments une fois qu'ils sont inter-verrouillés et maintenus définissent des courbures dans plusieurs plans, c'est-à-dire qu'on peut obtenir un tuyau comportant une ou plusieurs courbes dans plusieurs plans.

Dans la description qui vient d'être faite, l'élément de base 21 est fixé à la plaque 40 ; ce mode de fixation a été choisi dans un but de commodité et simplement pour indiquer que l'élément 21 définit la base du mandrin. Les autres éléments 22 à 25 ont été décrits comme situés à l'extérieur de l'élément de base 21 mais il ne s'agit encore une fois que d'une question de commodité permettant d'indiquer la position des éléments par rapport à l'élément de base 21.

Le démontage initial des moyens de maintien 30 peut être facilité si l'on utilise un outil T profilé en T, comme on le voit sur la fig. 6. L'outil T présente une extrémité formant douille qui doit se placer autour du bossage 58 de l'arbre 51 pour faciliter la rotation de l'arbre par rapport à l'élément 59.

REVENDEICATIONS

1 - Mandrin courbe pour supporter un tuyau en polymère non vulcanisé pendant la vulcanisation et obtenir ainsi une forme courbe correspondante du tuyau vulcanisé, caractérisé en ce qu'il comprend une série d'éléments (21-25) disposés bout à bout pour définir la configuration du mandrin (20) y compris une courbure prédéterminée (26) dans celui-ci ; des moyens (27) d'inter-verrouillage de ces éléments (21-25) dans une seule position pour définir ladite configuration et la courbure ; et des moyens de maintien (30) faciles à monter et à démonter et servant à retenir les éléments à l'encontre d'un mouvement axial les uns par rapport aux autres après inter-verrouillage, lesdits éléments (21-25) avec leurs moyens d'inter-verrouillage (27) et leurs moyens de maintien (30) étant destinés à former un mandrin sensiblement rectiligne pour une installation facile d'un tuyau droit non vulcanisé (H) autour du mandrin, pour ainsi définir ladite configuration et la courbe dans le mandrin et dans le tuyau non vulcanisé et, après la vulcanisation, établir un jeu et un espacement axial entre les éléments pour permettre un enlèvement facile du tuyau courbe vulcanisé d'autour des éléments du mandrin.

2 - Mandrin selon la revendication 1, caractérisé en ce que les éléments (21-25) comprennent une série d'éléments sensiblement cylindriques (23-25) ayant chacun des faces terminales opposées (34-35).

3 - Mandrin selon la revendication 1, caractérisé en ce que les moyens d'inter-verrouillage (27) comprennent un évidement (37) et un bossage (36) coopérants dans les faces adjacentes (34, 35) de chaque paire d'éléments cylindriques adjacents (23-25).

4 - Mandrin selon la revendication 3, caractérisé en ce que l'évidement (37) et le bossage (36) de chaque paire coopérante d'éléments (23-25) sont disposés par rapport aux faces terminales (34, 35) de manière à assurer l'inter-verrouillage des éléments dans ladite position unique.

5 - Mandrin selon la revendication 4, caractérisé en ce que l'évidement (37) et le bossage (36) de chaque paire d'éléments (23-25) s'étendent le long des faces associées (34, 35) suivant un arc de cercle ayant un rayon
5 particulier pour faciliter le mouvement de chaque bossage (36) dans son évidement (37), les éléments (23-25) de chaque paire pouvant tourner de façon relative autour d'un axe longitudinal central (A) des éléments, chaque arc de cercle de l'évidement (37) de chaque couple d'évidement
10 et de bossage coopérants comportant une paroi terminale (43) qui définit une butée pour déterminer ladite position unique pour les éléments correspondants.

6 - Mandrin selon l'une des revendications 2 à 5, caractérisé en ce que les éléments cylindriques (23-25)
15 comprennent plusieurs types d'éléments cylindriques, à savoir un premier type (23) dont les faces terminales (34, 35) sont parallèles et un second type (24, 25) dont les faces terminales (34, 35) ne sont pas parallèles.

7 - Mandrin selon la revendication 6, caractérisé
20 en ce que chaque élément cylindrique (23-25) présente un axe longitudinal central (A), et lesdites faces terminales parallèles (34, 35) du premier type (23) sont disposées perpendiculairement à cet axe.

8 - Mandrin selon la revendication 7, caractérisé
25 en ce qu'au moins l'un (24) des éléments cylindriques (24, 25) du second type présente des faces terminales non parallèles (34, 35) définies par une face terminale (35) perpendiculaire à l'axe longitudinal (A) et une autre face terminale (34) qui fait avec cet axe longitudinal
30 central un angle autre que 90°.

9 - Mandrin selon la revendication 8, caractérisé en ce qu'au moins un élément cylindrique (25) du second type (24, 25) présente des faces terminales non parallèles (34-35) qui font toutes les deux un angle autre que 90°
35 avec l'axe longitudinal central (A).

10 - Mandrin selon l'une des revendications 2 à 9, caractérisé en ce que les éléments (21-25) comprennent également un élément de base (21) et un élément formant

nez (22), ledit élément de base (21) devant être supporté sur une plaque de support (40) alors que le nez (22) présente une extrémité sensiblement en forme d'ogive (62) qui permet une facile introduction de ce nez et des autres
5 éléments du mandrin à travers le tuyau non vulcanisé.

11 - Mandrin selon la revendication 10, caractérisé en ce que l'élément de base (21) et chacun des éléments cylindriques (23-25) présentent une ouverture centrale (46) traversant l'élément, et les moyens de maintien (30)
10 comprennent une plaque de support (40), une tige flexible (51) par une extrémité (52) au nez (22) et traversant lesdites ouvertures alignées (46), des moyens (59) sur la plaque de support (40) portant l'extrémité extérieure (58) de l'arbre flexible (51) fixé à ladite plaque.

12 - Mandrin selon la revendication 11, caractérisé en ce que l'élément métallique flexible (51) présente une extrémité extérieure filetée (57), et les moyens (59) sur la plaque de support (40) comprennent un élément fixé à la plaque de support et présentant une ouverture inté-
20 rieurement filetée (60), ledit élément (59) sur la plaque de base (40) devant recevoir l'extrémité extérieure filetée (57) de l'élément flexible (51) en prise de vissage dans l'ouverture intérieurement taraudée (60).

13 - Mandrin selon la revendication 12, caractérisé en ce que l'extrémité extérieure filetée (57) de l'élément flexible (51) présente un prolongement (58) en forme de clavette dirigé vers l'extérieur depuis son extrémité extérieure filetée, ce prolongement (58) convenant parti-
25 culièrement pour être manipulé par un outil spécial pour faciliter le vissage final et le dévissage initial.
30

14 - Mandrin selon la revendication 13, caractérisé en ce que chacune des ouvertures centrales (46) dans chaque élément (21, 23-25) présente une partie centrale cylindrique (47) et deux parties évasées vers l'extérieur
35 (50) à côté des extrémités opposées de la partie centrale (47), lesdites parties évasées (50) assurant que l'élément flexible (51) puisse être fixé en position sans grippage.

15 - Mandrin selon l'une des revendications 11 à

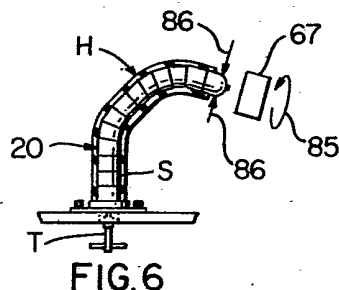
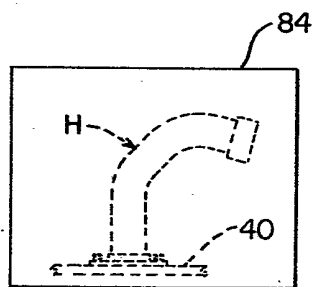
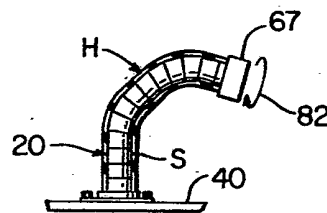
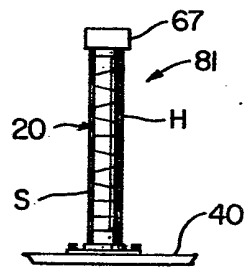
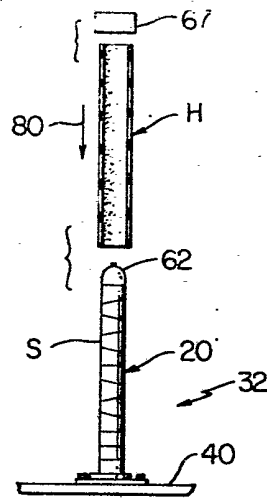
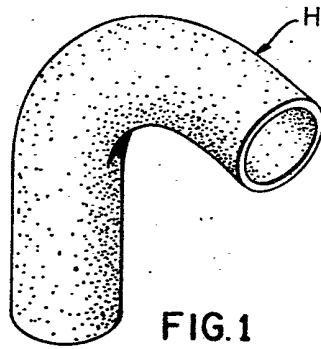
14, caractérisé en ce que l'élément de base (21) et le nez (22) présentent chacun un moyen définissant une gorge pour recevoir une partie terminale associée d'un tuyau non vulcanisé H aux fins de vulcanisation de celui-ci.

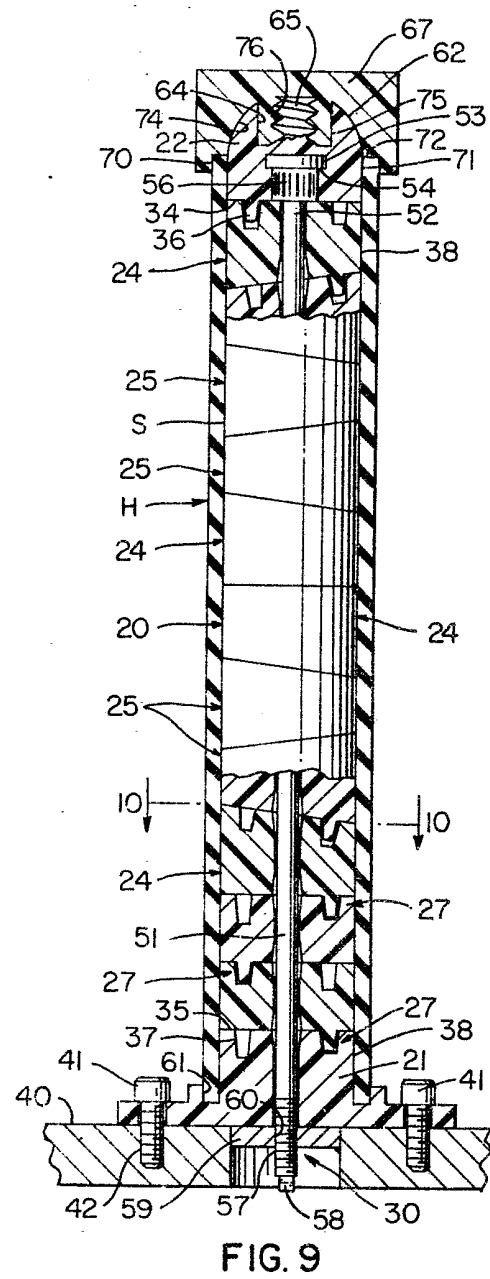
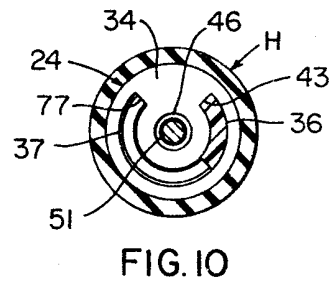
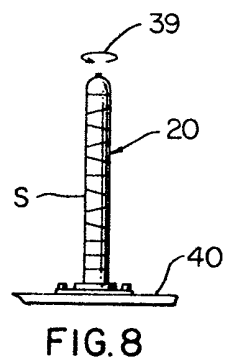
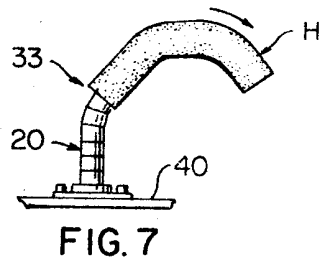
5 16 - Mandrin selon l'une des revendications 10 à 15, caractérisée en ce que chaque élément (21-25) est fabriqué en une matière plastique synthétique dure, et ledit élément flexible (51) est en un matériau métallique capable de supporter des forces de torsion relativement
10 élevées dans des directions opposées.

17 - Mandrin selon l'une des revendications 2 à 16, caractérisé en ce que chaque élément cylindrique (23-25) comprend des surfaces d'emboîtement (87-88) assurant que les éléments cylindriques soient plus faciles à placer
15 dans une position mutuellement verrouillée.

18 - Procédé de fabrication d'un mandrin courbe pour supporter un tuyau en polymère non vulcanisé pendant la vulcanisation afin de définir un profil courbe correspondant dans le tuyau vulcanisé, caractérisé en ce qu'il
20 consiste à disposer plusieurs éléments bout à bout pour définir la configuration du mandrin, y compris les courbures prédéterminées ; à inter-verrouiller mutuellement les éléments par des moyens d'inter-verrouillage qui ne peuvent inter-verrouiller ces éléments qu'en une seule
25 position pour définir ladite configuration et les courbures ; et à maintenir ces éléments par des moyens de maintien faciles à monter et à démonter pour permettre de préserver les éléments à l'encontre d'un mouvement axial relatif après l'inter-verrouillage, lesdits éléments avec
30 leurs moyens d'inter-verrouillage et leurs moyens de maintien étant destinés à former un mandrin sensiblement rectiligne pour une installation facile d'un tuyau droit non vulcanisé autour du mandrin, pour ainsi définir ladite configuration et les courbes dans le mandrin et dans le
35 tuyau non vulcanisé et, après la vulcanisation, établir un jeu et un espacement axial entre les éléments pour permettre un enlèvement facile du tuyau courbe vulcanisé de ces éléments.

- 19 - Procédé de vulcanisation d'un tuyau en polymère non vulcanisé sur un mandrin courbe sensiblement plein pour définir une configuration courbe correspondante dans le tuyau vulcanisé, caractérisé en ce qu'on dispose
- 5 plusieurs éléments de mandrin bout à bout pour définir un mandrin droit ; on dispose un tronçon d'un tuyau polymère non vulcanisé autour du mandrin droit ; on inter-verrouille lesdits éléments à l'aide de moyens d'inter-verrouillage d'un seul tenant ne pouvant inter-verrouiller
- 10 les éléments que dans une seule position pour définir la configuration du mandrin, y compris les courbes, et aussi dans le tuyau non vulcanisé ; on maintient les éléments par des moyens de maintien faciles à monter et à démonter pour empêcher tout mouvement axial entre les éléments
- 15 après leur inter-verrouillage ; on vulcanise le tuyau sous cette forme courbe ; et on détache les moyens de maintien pour donner du jeu et établir un espacement axial entre les éléments afin de faciliter l'enlèvement du tuyau courbe vulcanisé des éléments du mandrin.





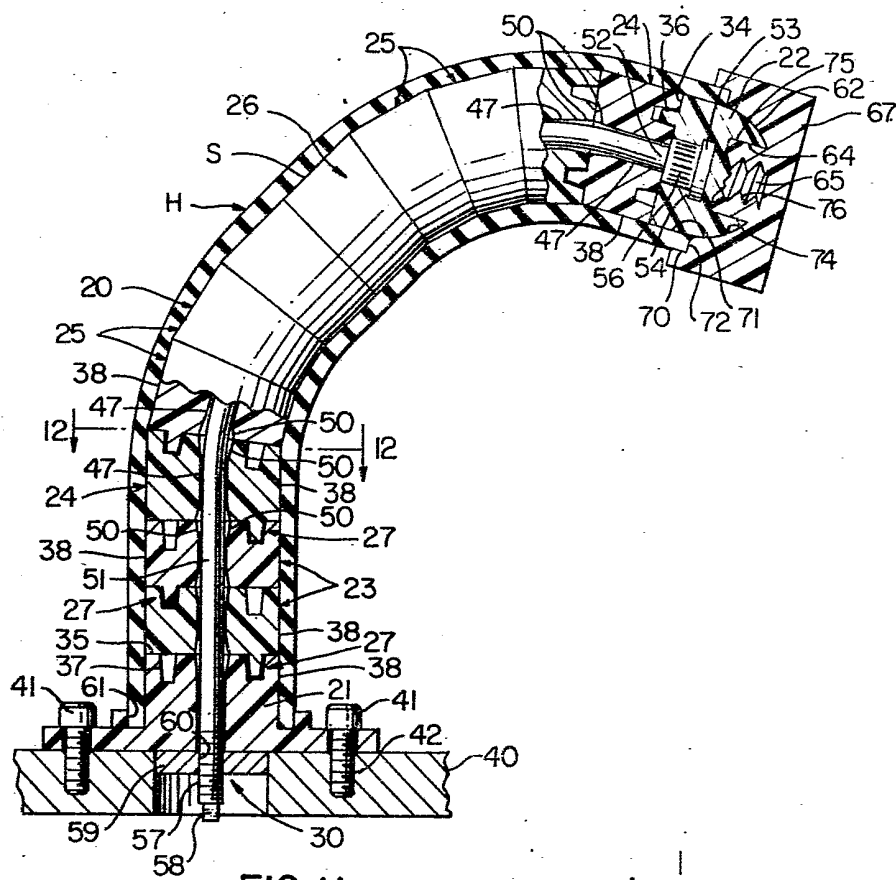


FIG. 11

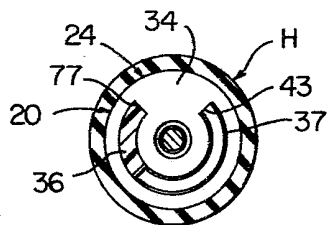


FIG. 12

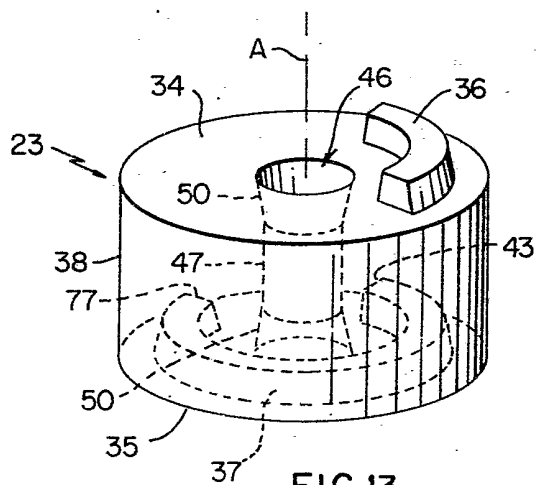


FIG. 13

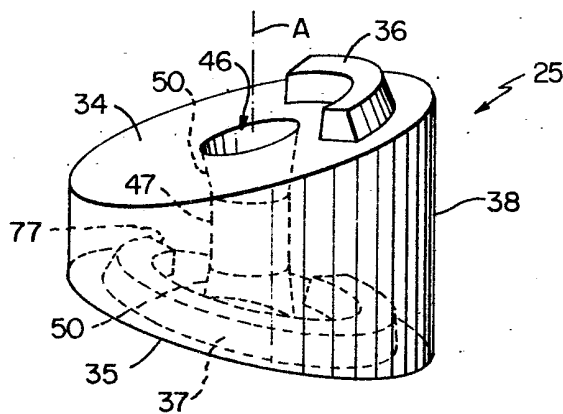


FIG. 14

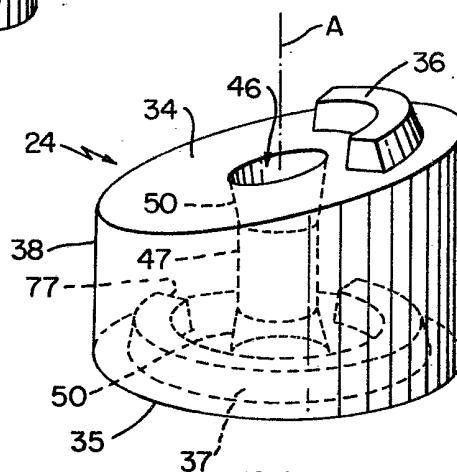


FIG. 15

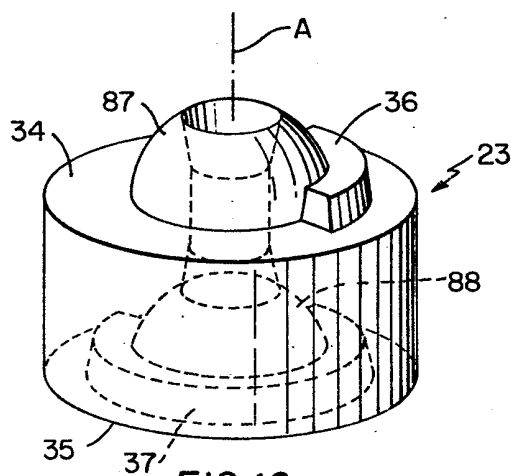


FIG. 16