



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) Numéro de publication :

**0 004 240
B1**

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPÉEN

(45) Date de publication du fascicule du brevet :
01.06.83

(51) Int. Cl.³ : **B 21 C 37/29**

(21) Numéro de dépôt : **79400149.5**

(22) Date de dépôt : **07.03.79**

(54) **Installation de fabrication de tubulures d'attente sur une paroi de très forte épaisseur.**

(30) Priorité : **08.03.78 FR 7806628**

(43) Date de publication de la demande :
19.09.79 Bulletin 79/19

(45) Mention de la délivrance du brevet :
01.06.83 Bulletin 83/22

(84) Etats contractants désignés :
BE DE GB IT LU NL SE

(56) Documents cités :
**FR A 2 337 600
US A 1 911 653
US A 2 290 965
US A 2 507 859
US A 2 859 870
US A 2 861 335**

(73) Titulaire : **CREUSOT-LOIRE**
42 rue d'Anjou
F-75008 Paris (FR)

(72) Inventeur : **Dulaquais, Pierre**
La Brosse Coulot
F-71710 Montcenis (FR)

(74) Mandataire : **Le Brusque, Maurice, et al**
CREUSOT-LOIRE 15 rue Pasquier
F-75383 Paris Cedex 08 (FR)

EP 0 004 240 B1

Il est rappelé que : Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Installation de fabrication de tubulures d'attente sur une paroi de très forte épaisseur

L'invention a pour objet une installation de fabrication de tubulure d'attente sur une paroi de très forte épaisseur, notamment supérieure à 200 mm.

L'invention apporte notamment des perfectionnements importants au procédé et à l'installation décrits dans le brevet français 2 337 600 déposé par la même Société le 9 Janvier 1976.

On connaît depuis longtemps des procédés de fabrication de tubulures d'attente sur des tubes dans lesquels la tubulure est formée par refoulement entre un poinçon que l'on fait passer en force et une matrice tubulaire contre laquelle est appliqué le tube. Dans un tel procédé, qui est décrit notamment dans le brevet français 1 033 864 et son addition n° 61 343, l'enfoncement du poinçon détermine un étirage du métal qui provoque à la longue l'ouverture d'un orifice dans l'axe du poinçon. Pour favoriser cette ouverture, on ménage souvent un orifice à l'avance, qui s'élargit au fur et à mesure de l'étirage. Le métal est comprimé entre la matrice et le poinçon et subit donc un véritable matriçage.

De tels procédés avaient été proposés spécialement pour la fabrication de tubes d'échangeurs constitués souvent en un métal assez facilement déformable et assez peu épais. Il était difficile d'imaginer que l'on pouvait utiliser un semblable procédé, sans risque de fissurations, pour des tôles d'acier relativement épaisses. En outre, le calcul montre que dans ce cas, il aurait fallu dépenser pour l'enfoncement du poinçon une énergie très grande que ne permettent pas d'obtenir les presses dont on dispose généralement.

Aussi, lorsqu'on a imaginé de réaliser des tubulures par enfoncement d'un poinçon sur une tôle relativement épaisse, comme on l'a décrit dans le brevet français 1 198 440, on a considéré qu'il était nécessaire de ménager au préalable par alésage une cuvette à l'emplacement de la tubulure à former de façon à diminuer l'épaisseur du métal à déformer. Un tel procédé était prévu pour des tôles pouvant aller jusqu'à une épaisseur de 100 mm au plus. Mais l'alésage prévu était relativement coûteux à réaliser et présentait en outre un risque d'affaiblissement du métal.

La Société déposante a cependant pensé qu'il pouvait être possible de réaliser des tubulures sur des tôles encore plus épaisses sans réalisation d'une cavité préalable, grâce à une modification du processus de déformation de la tôle. En effet, dans le procédé décrit dans le brevet français 2 337 600, la tubulure est réalisée, comme dans les procédés connus, par enfoncement d'un poinçon dans une tôle appliquée contre une enclume tubulaire et dans laquelle on a ménagé au préalable un orifice dans l'axe de la tubulure à réaliser. Cependant, le poinçon est muni d'une surface conique qui, en pénétrant dans l'orifice permet d'écarter vers le bas les bords de celui-ci dont la section s'élargit et dont l'épaisseur diminue. On

produit ainsi une amorce de tubulure qui vient s'appliquer contre la surface interne de l'enclume. La première surface conique du poinçon se raccorde ensuite par une surface de raccordement convexe à une partie cylindrique de diamètre sensiblement égal à celui de la tubulure à réaliser et qui est suivie elle-même d'une partie concave s'évasant vers le haut ; ainsi, lorsque l'on continue la pénétration du poinçon, le métal se trouve pincé entre le poinçon et l'enclume et la déformation se poursuit par étirage du métal. Par conséquent, alors que dans le brevet 1 033 864 on réalisait essentiellement un étirage du métal qui produisait l'ouverture d'un orifice central ou bien l'élargissement d'un orifice réalisé à l'avance, dans le procédé selon le brevet 2 337 600, on réalise tout d'abord dans un premier temps l'élargissement de l'orifice et seulement ensuite l'étirage du métal, de la sorte, on diminue les risques de fissuration des bords de l'orifice dont on contrôle bien l'élargissement progressif et la phase de déformation par étirage se produit sur une tôle préalablement amincie par l'élargissement de l'orifice et nécessite donc un effort moins important que celui auquel on pouvait s'attendre.

Toutefois, pour des tôles d'épaisseur supérieure à 200 mm, le procédé décrit dans le brevet 2 337 600, s'il permet d'obtenir une tubulure sans risque de fissuration et d'affaiblissement du métal, nécessite encore un effort d'enfoncement très important qu'il est difficile d'obtenir avec les matériels utilisables habituellement. C'est pourquoi le procédé selon le brevet 2 337 600 a fait l'objet d'études poussées dans le but de réaliser des tubulures dans de bonnes conditions sur des tôles de très forte épaisseur sans être cependant obligé d'utiliser des puissances excessives.

C'est ainsi qu'en étudiant mieux le processus de déformation du métal, on a mis au point une installation perfectionnée qui permet de réaliser la tubulure dans de meilleures conditions par la mise en œuvre d'un poinçon modifié.

Dans la présente invention, on réalise la formation de la totalité de la tubulure par un élargissement progressif et continu de l'orifice, provoqué par l'enfoncement du poinçon dont la partie active a une forme sensiblement conique, le métal étant seulement soumis à une traction circulaire sans compression entre le poinçon et l'enclume, la partie à déformer de la tôle s'étendant en porte-à-faux à partir de la face d'appui de l'enclume pendant toute la formation de la tubulure et ne pouvant venir s'appuyer sur la paroi interne de l'enclume qu'à la fin de l'enfoncement du poinçon, la tubulure étant à ce moment complètement formée.

A cet effet, dans l'installation perfectionnée selon l'invention, les rayons de raccordement de la partie conique à ses extrémités sont choisis tellement minimes que ces raccords forment pratiquement un angle vif, le cône se rac-

cordant ainsi directement à la partie concave du poinçon.

En outre, la partie conique du poinçon s'étend jusqu'à un diamètre pratiquement égal à celui de la tubulure à obtenir.

Selon une caractéristique préférentielle, la partie concave du poinçon a une section torique concave correspondant à la forme prise naturellement par la surface interne de la tubulure obtenue seulement par l'élargissement de l'orifice et l'écartement vers le bas des bords de celui-ci, consécutifs à l'enfoncement de la partie conique du poinçon.

On a déjà indiqué qu'une originalité essentielle du brevet 2 337 600 consistait à réaliser l'élargissement de l'orifice dans une première phase par l'enfoncement d'une partie conique du poinçon avant la phase d'étrépage permettant d'obtenir la longueur de tubulure recherchée alors que, dans les procédés connus auparavant, l'élargissement de l'orifice était une conséquence de la phase d'étrépage. Au cours des études réalisées pour la mise au point de ce procédé, on a constaté que la première phase d'élargissement de l'orifice nécessitait une puissance beaucoup plus faible que dans la deuxième phase où le métal est comprimé entre le poinçon et l'orifice. Pour réduire la puissance de presse nécessaire, on a donc cherché à augmenter l'importance de la phase d'élargissement de l'orifice. Or, jusqu'à présent, on croyait nécessaire de réaliser des tubulures relativement longues nécessitant par conséquent un étrépage du métal. Mais on a constaté qu'en réalisant uniquement un élargissement de l'orifice, par une partie conique du poinçon, l'enfoncement avec amincissement de la tôle produit dans la partie élargie permettait à lui seul d'obtenir pratiquement une forme convenable. Par conséquent, au lieu de réaliser la tubulure par compression entre un poinçon et une matrice ayant respectivement la section interne et la section externe de la tubulure à obtenir, il était possible de réaliser la tubulure sur une tôle qui, pendant tout le processus de formation, s'étendait en porte-à-faux à partir de la face d'appui arrondie à l'enclume, la section interne de celle-ci et la section externe du poinçon n'intervenant pratiquement dans la formation de la tubulure.

Il faut noter cependant qu'après la formation de la tubulure par élargissement de l'orifice, il est utile de poursuivre l'enfoncement du poinçon sur une faible distance de façon à bien appliquer les parois de la tubulure contre la paroi interne de l'enclume et une partie évasée du poinçon prolongeant la partie conique. Mais cette opération s'effectue sans véritable travail de compression du métal et s'assimile plutôt à un gabariage pour être sûr du centrage de l'orifice de la tubulure. Par conséquent, la partie interne de l'enclume et la partie torique concave prolongeant la partie conique du poinçon ont une forme qui correspond à celle que l'on obtient par le seul élargissement de l'orifice et qui peut être déterminée empiriquement notamment par des essais sur

modèles réduits. Au contraire, dans les procédés précédents, on choisissait à l'avance la forme de la tubulure que l'on désirait obtenir et l'on donnait au métal la forme recherchée par compression entre le poinçon et la matrice.

L'invention sera mieux comprise à l'aide de la description suivante, en référence aux dessins annexés dans lesquels :

la figure 1 représente schématiquement une installation pour la mise en œuvre de l'invention, la figure 2 est une vue de détail, à échelle agrandie, de la tôle et du poinçon mis en place avant la formation de la tubulure,

les figures 3 et 4 représentent schématiquement la phase de déformation monodimensionnelle avec enfoncement de la tôle, effectuée à l'aide de la partie conique du poinçon,

la figure 5 représente schématiquement la phase de mise en forme finale sans compression, ni amincissement, effectuée à l'aide de la partie du poinçon galbée et s'évasant vers le haut.

Sur la figure 1, on a représenté schématiquement la paroi 1 sur laquelle doit être formée la tubulure. Dans l'exemple représenté, cette paroi peut être une tôle en forme de secteur cylindrique ou de calotte sphérique.

Dans l'axe xx' de la tubulure à obtenir, on réalise tout d'abord par usinage un orifice 2 dont le diamètre peut être avantageusement de l'ordre de l'épaisseur de la paroi.

La paroi 1 ainsi usinée est placée dans l'axe d'une presse 3 munie d'un poinçon 4 mobile verticalement et d'une enclume 5.

L'enclume 5 est tubulaire et est munie d'un conduit central cylindrique 50 dont le diamètre correspond sensiblement au diamètre extérieur de la tubulure à obtenir. Le conduit 50 est suivi d'une portion supérieure 51 s'évasant progressivement vers le haut et dont la section est déterminée de telle sorte que le métal ne vienne s'y appuyer qu'à la fin de la formation de la tubulure par élargissement de l'orifice.

Le poinçon 4 a une forme spéciale. Il comprend à son extrémité inférieure une pointe de centrage 41 dont le diamètre est légèrement inférieur à celui de l'orifice 2. Cette pointe de centrage à paroi sensiblement cylindrique est suivie d'une première surface conique 42 ouverte vers le haut, elle-même suivie d'une partie torique concave 43 s'évasant vers le haut, et dont la section correspond à celle de la partie interne de la tubulure obtenue à la fin de l'enfoncement de la partie conique 42. La partie conique 42 se raccorde à la partie concave 43 par un bord arrondi 44 de faible rayon de courbure.

Selon l'invention, la presse 3 fait pénétrer en force le poinçon 4 dans l'orifice 2. Auparavant, on a chauffé la paroi 1 sur une partie 13 entourant l'orifice et d'un diamètre D supérieur au diamètre extérieur de la tubulure à obtenir, jusqu'à une température permettant de dépasser le point de transformation A_3 , mais restant en dessous des températures usuelles de forge.

En effet, la chauffe d'un métal, si elle n'est pas accompagnée d'une déformation de celui-ci, pro-

voque un grossissement des grains qui confère audit métal une mauvaise ductilité. D'autre part, il faut éviter de chauffer l'entourage non soumis à déformation, afin de ne pas provoquer de détérioration, par grossissement du grain, du métal entourant l'excroissance que l'on veut créer. La température ci-dessus définie permet de résoudre ce problème. En effet, dans le procédé selon l'invention, on ne réalise pas un véritable forgeage du métal puisqu'il n'y a pas de compression entre le poinçon et la matrice. On peut donc se contenter d'une température plus basse permettant simplement la déformation du métal. Les températures usuelles de forge étant de l'ordre de 1 200 à 1 300 °C, et le point de transformation A_3 de l'ordre de 950 °C, une température de chauffe de 1 000 à 1 100 °C s'avèrera satisfaisante en permettant d'éviter les détériorations et les déchirures.

Lorsque le poinçon 4 descend verticalement, la pointe 41 pénètre tout d'abord dans l'orifice 2 et assure le centrage du poinçon le long de l'axe xx' de l'orifice : c'est la position schématisée sur la figure 2.

Comme on le voit sur les figures 3 et 4, la surface conique 42 vient alors s'appuyer sur le bord supérieur de l'orifice et tend à élargir le diamètre de celui-ci et en même temps à écarter vers le bas la partie du métal entourant l'orifice et entraînée par le déplacement du poinçon. En effet, le demi-angle au sommet du cône 42 peut être compris entre 30 et 45°. La poussée exercée sur le poinçon peut se traduire de ce fait par un simple élargissement de l'orifice dont la paroi diminue d'épaisseur à mesure que le diamètre augmente. Pendant cette opération, le métal n'est soumis, en chaque point, qu'à une traction circulaire monodimensionnelle, avec enfoncement. Le rayon de l'orifice s'agrandissant et la masse étant constante, l'épaisseur de la tôle diminue et il y a donc, comme on l'a indiqué sur les figures, un amincissement de la tôle résultant de la traction circulaire exercée et qui favorise l'écartement vers le bas du métal entraîné par le déplacement du poinçon.

Dans les procédés connus auparavant, on cherchait essentiellement à réaliser l'étrépage du métal comprimé entre le poinçon et la matrice, et l'élargissement de l'orifice n'était qu'une conséquence de cette action.

En revanche, dans le brevet 2.337.600, on recherchait d'abord à réaliser un élargissement de l'orifice au moins dans une première phase du processus de déformation. Cependant, l'originalité essentielle du procédé selon la présente invention réside dans le fait que la totalité de la formation de la tubulure est obtenue par le seul élargissement de l'orifice et l'écartement vers le bas des bords de celui-ci consécutif au déplacement du poinçon. En effet, la partie conique de celui-ci est prolongée pratiquement jusqu'au diamètre de la tubulure à obtenir, et la face interne torique de l'enclume a une section qui correspond non pas à une forme que l'on voudrait imposer au métal, mais au contraire à la forme

que la tubulure prend naturellement à la suite de l'élargissement de l'orifice et qui a pu être déterminée empiriquement par exemple par des essais sur maquettes. De ce fait, jusqu'à la fin de la phase de formation de la tubulure, le métal ne vient pas s'appuyer sur la paroi interne de l'enclume et n'est donc pas comprimé entre celle-ci et le poinçon. Il en résulte une diminution très importante de l'effort de poussée nécessaire et c'est ce qui explique que l'on ait pu réaliser des tubulures sur des parois d'épaisseur supérieure à 200 mm en exerçant un effort de poussée relativement peu important, de l'ordre de 29 430 à 49 050 kN (3 000 à 5 000 tonnes), alors qu'avec les procédés connus jusqu'alors et fonctionnant par compression du métal entre un poinçon et une matrice, il aurait fallu utiliser un effort beaucoup plus élevé, de l'ordre de 196 200 kN (20 000 tonnes), pour parvenir au même résultat.

Lorsque la partie conique 42 a cessé d'agir, la tubulure est pratiquement formée, mais pourrait ne pas être parfaitement centrée. Or ceci est important pour réaliser sans difficulté le raccordement avec la conduite qui prolonge la tubulure. C'est pourquoi la partie conique 42 se raccorde, par l'intermédiaire d'un bord arrondi de faible rayon de courbure à une partie évasée 43 du poinçon qui a une forme torique concave de section identique à la section interne de la tubulure obtenue par élargissement de l'orifice pendant l'enfoncement de la partie conique. Un faible déplacement vertical du poinçon, sans effort notable, permet de donner à la tubulure le profil exact recherché et de supprimer éventuellement des irrégularités localisées. Cependant, cette seconde phase est une simple mise au gabarit et ne peut se confondre avec un matriçage car il n'y a pas de compression de la tôle, l'épaisseur de la tubulure ne variant plus. C'est pourquoi, l'effort de 29 430 à 49 050 kN (3 000 à 5 000 tonnes) qui a été indiqué précédemment est largement suffisant pour effectuer cette opération de mise au gabarit alors qu'un effort bien supérieur aurait été nécessaire pour effectuer une véritable compression. Ainsi, grâce au perfectionnement selon l'invention, il est possible de réaliser une naissance de tubulure dans une tôle de forte épaisseur, par exemple supérieure à 200 mm, en exerçant une force de presse relativement peu importante, de l'ordre de 29 430 à 49 050 kN (3 000 à 5 000 tonnes). D'autre part, les essais ont montré que le procédé, grâce aux précautions prises, permettait d'obtenir des tubulures dans d'excellentes conditions de sécurité.

Le mode de réalisation qui vient d'être décrit est applicable pour des parois en forme de secteur cylindrique ou pour des calottes sphériques.

Comme l'installation utilisée diffère essentiellement de celle qui était décrite dans le brevet 2 337 600 par la forme donnée au poinçon et à l'enclume, les moyens décrits dans le brevet précédent permettront également de réaliser des orifices en diverses positions, la paroi étant placée de telle sorte que l'axe de l'orifice soit vertical

et coïncide avec l'axe de l'enclume.

L'invention trouve son utilisation dans le domaine de la métallurgie et plus particulièrement dans la confection d'éléments constitutifs de viroles porte-tubulures pour cuves de réacteur nucléaire ou pour générateurs de vapeur. Mais l'invention ne se limite évidemment pas à cette application et couvre également d'autres modes de réalisation qui ne diffèreraient de ceux qui ont été décrits que par des variantes ou par l'emploi de moyens équivalents.

En particulier, on a indiqué que la partie conique du poinçon pouvait avoir un demi-angle au sommet compris entre 30 et 45° car c'est dans ce cas que l'on obtiendra le meilleur résultat. Cependant, le choix de l'angle d'ouverture dépendra essentiellement du résultat recherché c'est-à-dire d'un élargissement aussi progressif que possible de la section de l'orifice et des moyens disponibles, et notamment de la hauteur de presse dont on peut disposer.

De même, les températures de chauffe ont été indiquées à titre indicatif pour les aciers usuels mais pourraient évidemment être modifiées en fonction des caractéristiques du métal constituant la paroi sur laquelle on veut réaliser la tubulure.

Revendications

1. Installation de fabrication d'une tubulure d'attente sur une paroi (1) de très forte épaisseur pour récipient sous pression, comprenant une presse et un poinçon (4) muni à son extrémité d'une pointe de centrage (41) et comportant une partie évasée en forme de cône (42) qui se raccorde par une surface de raccordement arrondie à sa partie inférieure avec la pointe de centrage et à sa partie supérieure avec une partie concave (43) s'évasant vers le haut à partir d'un diamètre pratiquement égal à celui de la tubulure à obtenir, l'installation comportant également une enclume (5) de forme tubulaire comportant un conduit central cylindrique (50) se raccordant à une face arrondie d'appui de la paroi par une surface interne torique (51) de forme correspondant à celle de la tubulure à obtenir, caractérisée par le fait que les surfaces de raccordement du cône (42) à ses extrémités ont des rayons tellement minimes que ces raccordements forment pratiquement un angle vif, le cône (42) se raccordant ainsi directement à la partie concave (43) du poinçon (4).

2. Installation de fabrication de tubulure selon la revendication 1, caractérisée par le fait que la partie concave (43) du poinçon (4) a une section torique concave correspondant à la forme prise naturellement par la surface interne de la tubulure obtenue uniquement par l'élargissement de l'orifice et l'écartement vers le bas des bords de celui-ci consécutifs à l'enfoncement de la partie conique (42) du poinçon (4).

3. Installation de fabrication de tubulure selon l'une des revendications 1, 2, caractérisée par le

fait que la partie conique (42) a un demi-angle au sommet compris entre 45° et 30°.

Claims

1. Installation for making stub tubing in a wall (1) of very great thickness for a pressure vessel, comprising a press and a punch (4) provided at its end with a centering tip (41) and having a cone-shaped widened portion (42) which is connected by a rounded connecting surface in its lower part to the centering tip and in its upper part to a concave portion (43) widening upwards from a diameter practically equal to that of the tubing to be obtained, the installation also containing a tubular anvil (5) having a cylindrical central passage (50) connected to a rounded bearing face of the wall by an annular inner surface (51) with a shape corresponding to that of the tubing to be obtained, characterised in that the surfaces for connecting the cone (42) at its ends have such small radii that these connections practically form a sharp edge, the cone (42) thus being connected directly to the concave portion (43) of the punch (4).

2. Installation for making stub tubing according to Claim 1, characterised in that the concave portion (43) of the punch (4) has a concave annular cross-section corresponding to the shape assumed naturally by the inner surface of the tubing obtained solely as a result of the widening of the orifice and the downward separation of the edges of the latter following the penetration of the conical portion (42) of the punch (4).

3. Installation for making stub tubing according to one of Claims 1 and 2, characterised in that the conical portion (42) has a half-angle at the vertex of between 45° and 30°.

Ansprüche

1. Anlage zur Herstellung eines Wartestutzens an einer sehr starken Wand (1) für Druckbehälter, bestehend aus einer Presse und einem Stempel (4) mit einer an seinem Ende angeordneten Zentrierspitze (41), und der ein konusförmiges sich ausweitendes Teil (42) aufweist, das sich über eine abgerundete Verbindungsfläche an ihrem unteren Abschnitt an die Zentrierspitze und an ihrem oberen Abschnitt an eine konkave Fläche (43) anschließt, die ausgehend von einem dem Durchmesser des zu erzielenden Stutzens praktisch gleichen Durchmesser sich nach oben hin ausweitet, wobei die Anlage ebenfalls einen rohrförmigen Amboß (5) mit einem mittigen Zylinderrohr (50) aufweist, das sich über eine wulstförmige Innenfläche (51), deren Form derjenigen des zu erzielenden Stutzens entspricht, an eine abgerundete Auflagefläche der Wandung anschließt, dadurch gekennzeichnet, daß die Anschlußflächen des Konus (42) an den Enden so

geringe Radien aufweisen, daß diese Anschlüsse praktisch einen scharfen Winkel bilden, so daß der Konus (42) sich direkt an die konkave Fläche (43) des Stempels (4) anschließt.

2. Anlage zur Herstellung von Stutzen nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die konkave Fläche (43) des Stempels (4) einen wulstförmigen konkaven Querschnitt aufweist, welcher der von der Innenfläche des Stutzens zwangslos

eingenommenen Form entspricht, wobei der Stutzen nur durch die Erweiterung der Öffnung und das Spreitzen nach unten dessen Ränder bedingt durch das Eindrücken des konischen Teils (42) von dem Stempel (4) erzielt wird.

3. Anlage zur Herstellung von Stutzen nach einem der Ansprüche 1, 2, dadurch gekennzeichnet, daß das konische Teil (42) an der Spitze einen Halbwinkel zwischen 45° und 30° aufweist.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

6

FIG 1

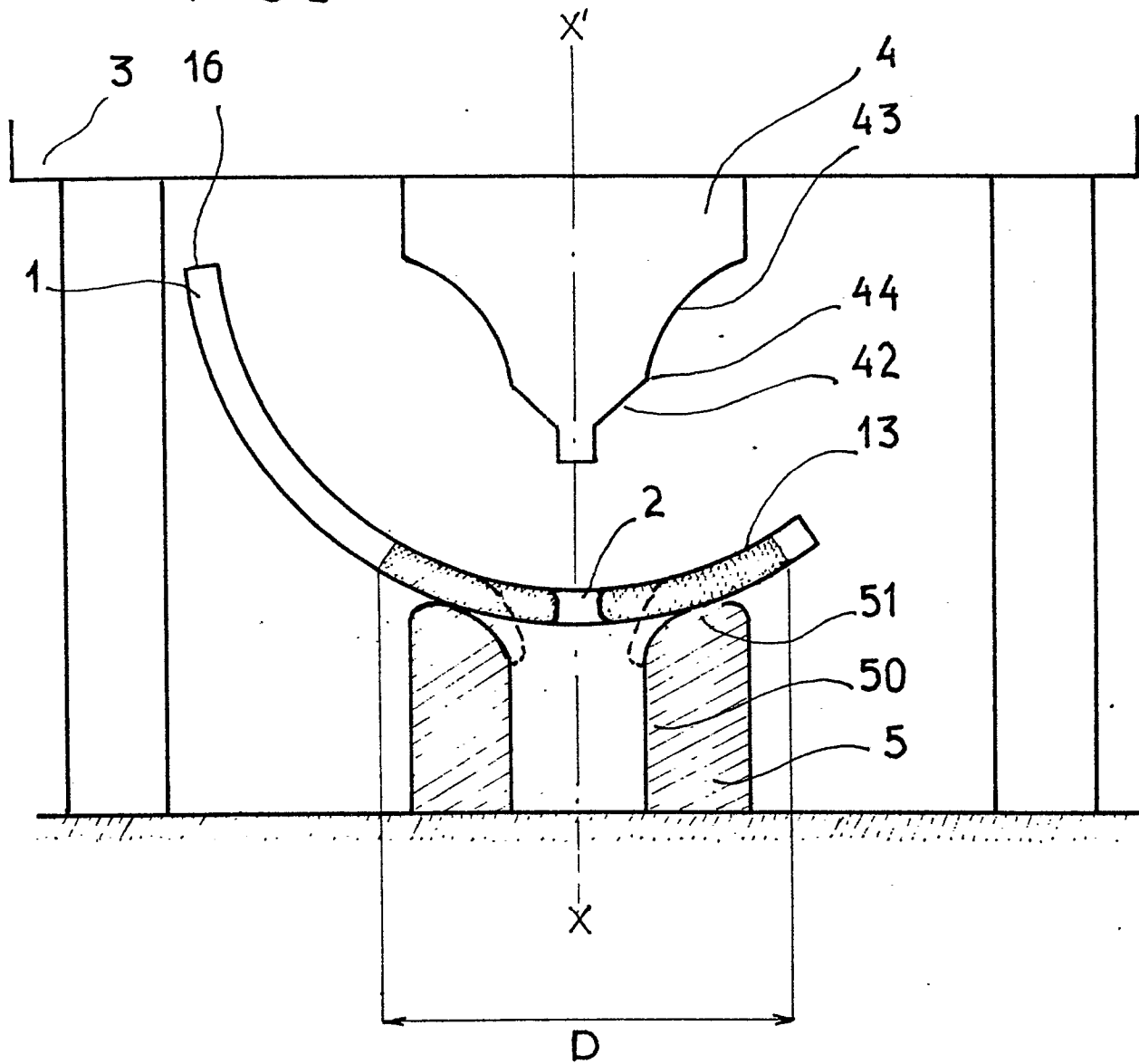


FIG 2

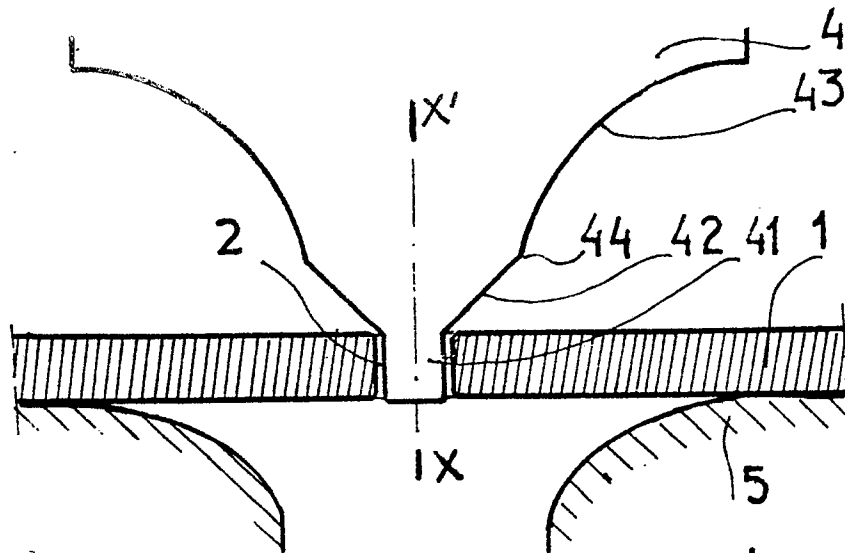


FIG 3

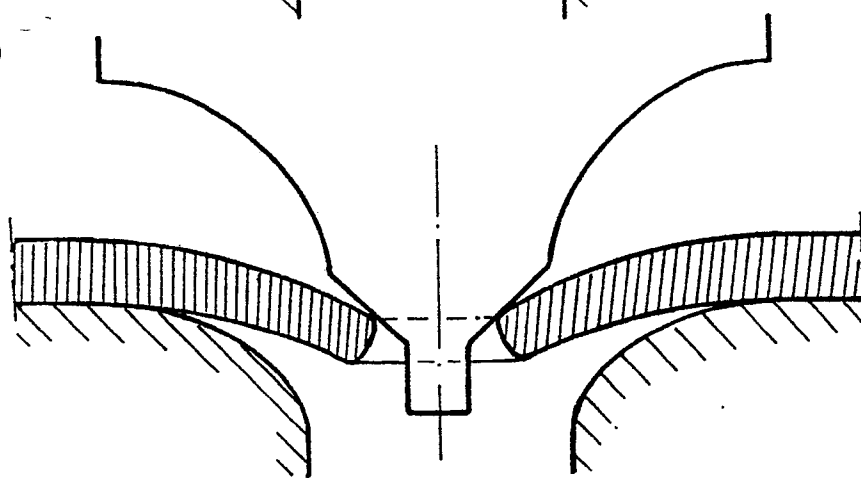


FIG 4

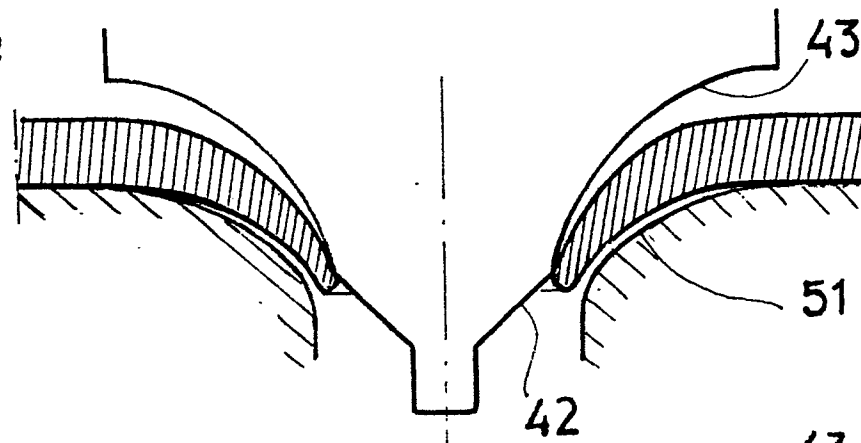


FIG 5

